



**Universidade Federal  
de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

MARIA NATHÁLIA DE FREITAS NUNES

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
YAMAHA MOTOR DA AMAZÔNIA - YMDA**

Manaus, Amazonas  
Março 2025

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande como  
parte dos requisitos necessários para a obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Maria Nathália de Freitas Nunes  
Orientando

Jalberth Fernandes de Araujo, D. Sc.  
Orientador

Manaus, Amazonas  
Fevereiro 2025

*Dedico este trabalho à minha mãe Duda, que nunca vi desistir. Uma professora que, além de exercer sua nobre função, empreende vendendo cosméticos para garantir o essencial para nossa família. Ela sempre me ensinou a tentar mais uma vez e, acima de tudo, a ter fé - fé em Deus, na nossa família e em mim.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que segurou firme a minha mão, que me fez chegar além do que um dia sonhei. Que em todos os dias, não só os descritos neste relatório, esteve comigo. Quem me deu força para a mais de 4000 Km do meu lar continuar focada em minha jornada de desenvolvimento. Quem planejou este momento desde antes do meu nascimento.

À minha mãe, porque mesmo com o coração apertado e aflito, me deu sua benção para seguir em frente. À minha irmã que viu um sonho nascer e regou ele todos os dias, que me ajudou a enxergar com seus olhos, olhar de quem acredita tanto em mim. Quem conteve um choro e me apoiou, mesmo sabendo que pela primeira vez desde o ventre iríamos morar distante. Ao meu irmão que sonhou comigo, me abraçou e mesmo longe me faz sentir a estabilidade de ser família todos os dias. Ao meu pai, que quando mais novo sonhava em vir à zona franca de Manaus, que me dá a força de ser a continuação de um sonho. Aos meus familiares que com lágrimas disseram “seja feliz!”.

Aos meus amigos, os que encararam esse desafio comigo e, longe de casa, se fizeram família, em especial a meu amigo Marcos Paulo, que me surpreendeu com sua generosidade e astúcia me ajudando a encarar os desafios longe de casa. Aos meus amigos que ficaram onde criei laços por anos, em minha cidade natal e em Campina Grande - PB, aos que espero reencontrar felizes, com saúde e com várias histórias para contar.

À minha amiga Ramayana Pereira, que chegou de surpresa em minha jornada, oferecendo todo o afeto, suporte e incentivo que só uma amizade preciosa pode proporcionar. Ao meu orientador, Jalberth Fernandes, que desde o meio do curso tem sido um instrumento de Deus em minha vida, um profissional de excelência e me ajudou a ver que é possível pisar onde nunca se imaginou. Ao professor Raimundo Freire, que me apoiou, acreditou e me ajudou a fazer com que tudo desse certo. É uma referência na engenharia. À Kécia Vasconcelos, que foi suporte e abrigo em terras novas. À Adail Paz que nunca mediu esforços para ajudar, que fez a diferença na minha trajetória e na de tantas pessoas.

*“Haveria com certeza um lugar à minha espera, o caminho, porém, estava dentro de mim”*

Walcyr Carrasco

## RESUMO

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas pela estudante Maria Nathália de Freitas Nunes, graduanda em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande, durante o período que realizou estágio na Yamaha Motor da Amazônia. O estágio teve uma duração de 660 horas, sendo realizado de Agosto de 2024 a Janeiro de 2025. Na Yamaha, a estudante foi supervisionada por Leandro Hamanaka e as principais atividades desenvolvidas incluíram o projeto de um carro transportador de peças com capacidade ampliada, o desenvolvimento de um sistema de secagem para borra de tinta na estação de tratamento de efluentes e projeto de bancadas de inspeção de peças. Essas iniciativas buscaram otimizar a eficiência operacional, reduzir custos e promover a sustentabilidade nos processos industriais. Para a realização dessas e outras atividades, as disciplinas Ciências do Ambiente, Expressão Gráfica, Física I, II e III, Química, Introdução à ciências dos Materiais, Fenômenos de Transporte, Sociologia Industrial, Engenharia Econômica, Conversão Eletromecânica, Instalações Elétricas e Máquinas elétricas, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, foram de fundamental importância. Ao término do estágio, a estudante aprimorou habilidades como análise crítica de processos, desenvolvimento de soluções técnicas, trabalho em equipe e aplicação da engenharia em problemas reais.

Palavras-chave: Engenharia elétrica, estágio, pintura industrial, inovação, Yamaha Motor da Amazônia.

## ABSTRACT

This report describes the activities carried out by Maria Nathália de Freitas Nunes, an undergraduate student in Electrical Engineering at the Federal University of Campina Grande, during her internship at Yamaha Motor da Amazônia. The internship lasted 660 hours, taking place from August 2024 to January 2025, under the supervision of Leandro Hamanaka. The main activities included the design of a fork transporter cart with increased capacity, the development of a sludge drying system for paint residues at the effluent treatment station, and the implementation of ionizing pistols to optimize the quality of painted parts. These initiatives aimed to enhance operational efficiency, reduce costs, and promote sustainability in industrial processes. The execution of these activities was strongly based on the knowledge acquired during the Electrical Engineering program, particularly in courses such as Electrical Circuits, Control Systems, Basic Electronics Instrumentation and Electrical Measurements. These courses provided the technical foundation required to develop practical and innovative solutions for the industrial sector. By the end of the internship, the student had honed skills such as critical process analysis, development of technical solutions, teamwork, and the application of engineering to real-world problems. This experience represented a unique opportunity to bridge theoretical knowledge with industrial practice, significantly contributing to her professional development as an engineer.

Key-words: Electrical engineering, internship, industrial painting, innovation, sustainability.

# SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b>	<b>9</b>
1.1 Objetivos	13
1.2 Organização do texto	14
<b>2 Empresa</b>	<b>15</b>
2.1 Sobre a Yamaha Motor	16
2.2 Yamaha Motor no Brasil	17
2.3 Retomada da parceria com a Universidade	18
<b>3 Fundamentação Teórica</b>	<b>19</b>
3.1 Pintura Industrial	21
3.1.1. Esquema Básico da Linha de Produção	21
3.1.2. Defeitos de Pintura	23
3.2 Gestão de Resíduos na Indústria de Pintura	27
3.2.1 Borra de Tinta	28
3.3 Engenharia de Transporte de Materiais	29
3.3.1. Importância do Transporte Interno	30
3.3.2. Problemas Relacionados à Parada de Linha	31
3.4 Tecnologias de Controle de Qualidade em Pintura	31
3.4.1 Pistola de Ionização	31
3.4.2 Sensor Eletrostático Portátil	32
3.4.3 Exaustores e Gerenciamento de Fluxo de Ar	32
3.5 Sistemas de Checagem de Máquinas e Equipamentos	34
<b>4 Atividades Desenvolvidas</b>	<b>34</b>
4.1 Bancada para inspeção de peças	35
4.2 Inovação no Transporte de Materiais	38
4.3 Gestão de Resíduos e Sustentabilidade	42
4.4 Controle de Qualidade e Tecnologia Aplicada	47
4.5 Controle de Fluxo de Ar na Cabine de Pintura	48
4.6 Sistemas de Checagem de Máquinas e Equipamentos	49
4.7 Condução de Reuniões Internas no Setor	51
4.8 Participação em Reuniões com Fornecedores Externos	51
4.9 Capacitação e Treinamento Técnico	52
<b>5 Considerações Finais</b>	<b>52</b>
<b>Referências</b>	<b>55</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado, parte integrante da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), é um requisito indispensável para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no domínio da Engenharia Elétrica. Realizado de Julho de 2024 a Fevereiro de 2025, com uma carga horária total de 770 horas, o estágio, realizado pela aluna Maria Nathália de Freitas Nunes, teve como objetivo proporcionar à estudante uma experiência profissional que permitisse com que ela conhecesse e desenvolvesse atividades relacionadas à engenharia, consolidando os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Este relatório descreve as atividades realizadas pela estagiária na Yamaha Motor da Amazônia, onde integrou a equipe técnica da Produção Geral 3, setor responsável pelos processos de pintura industrial.

A pintura é uma etapa essencial no processo produtivo industrial, sendo frequentemente associada às fases de corte, estamparia, solda, pintura e, por fim, montagem (MAISSA, 2022). Além de oferecer proteção físico-química aos produtos, a pintura desempenha um papel fundamental na valorização estética e na definição da identidade visual. Esses fatores são cruciais para atender às expectativas dos clientes, especialmente em indústrias competitivas, como a automotiva (AGCO CORPORATION, 2019). A aparência do produto, frequentemente representada pela qualidade da pintura, é o primeiro elemento a captar a atenção do cliente, encantando-o e despertando interesse antes mesmo de qualquer avaliação técnica.

Na engenharia, a pintura industrial surge como a técnica anticorrosiva mais utilizada para proteger materiais como o aço contra os efeitos do meio ambiente. Esse metal, amplamente empregado devido ao baixo custo e propriedades mecânicas vantajosas, possui uma desvantagem significativa: sua suscetibilidade à corrosão. Nesse contexto, a pintura industrial se destaca como uma solução eficiente e multifuncional, promovendo desde a proteção estrutural até benefícios como isolamento elétrico e redução acústica (O PINTOR Consultoria, s.d., 2021).

Apesar de sua importância, o processo de pintura industrial enfrenta desafios significativos, como o controle de resíduos, a eficiência operacional e a manutenção de padrões rigorosos de qualidade estética e funcional. Neste relatório, esses desafios

foram abordados em atividades que englobam inovação e melhorias práticas na linha de produção, como o desenvolvimento de equipamentos otimizados e soluções sustentáveis para o manejo de resíduos.

Além dos desafios operacionais, o processo de pintura industrial está intimamente ligado a questões ambientais e de sustentabilidade. A produção de resíduos, especialmente a borra de tinta, representa não apenas um custo elevado para as indústrias, mas também um impacto significativo no meio ambiente. Nesse contexto, uma das principais inovações implementadas durante o estágio foi o desenvolvimento de um sistema de secagem de borra de tinta, que tem a capacidade de redução de 25% no volume de água escoado durante a retirada da borra do sistema de tratamento de efluentes. Essa solução não apenas otimiza o processo de descarte, como também promove a reutilização de recursos hídricos, alinhando-se com as práticas de gestão sustentável de resíduos e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, como o ODS 12, que busca um consumo e produção responsável (ONU Brasil, s.d., 2025), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: (ONU Brasil, s.d.).

Outro aspecto crucial para a eficiência do processo produtivo é a logística interna de movimentação de peças, especialmente em linhas de produção que operam em ritmo contínuo. Durante o estágio, a criação de um novo modelo de carro transportador de peças trouxe avanços significativos para a otimização desse fluxo. O

modelo projetado, com capacidade dobrada em relação à versão anterior, solucionou problemas recorrentes, como a falta de carros e a ocupação inadequada de espaço nas áreas de armazenamento e produção. Essa inovação permitiu não apenas a redução do número de interrupções na linha produtiva, mas também maior padronização e versatilidade, uma vez que o carro é compatível com todos os modelos de motocicletas fabricados pela fábrica. Esse tipo de solução, ao mesmo tempo técnica e prática, reforça o papel da engenharia na resolução de limitações operacionais.

Além disso, a redução de retrabalho foi abordada com a implementação de pistolas deionizadoras na linha de pintura, uma solução que combina princípios elétricos e tecnológicos para melhorar a qualidade das peças. Essa tecnologia utiliza um campo elétrico controlado para neutralizar cargas estáticas nas superfícies das peças, impedindo a aderência de partículas de poeira e outras impurezas. Com isso, foi possível reduzir significativamente as rejeições causadas por sujidade, que antes exigiam processos de retrabalho, como lixamento ou polimento.

Essas iniciativas, além de agregarem valor econômico e operacional, estão alinhadas a normas internacionais de qualidade, como a ISO 14001, que orienta sistemas de gestão ambiental, e a ISO 9001, que assegura padrões consistentes de qualidade (DQS GLOBAL, 2025), conforme ilustrado na Figura 2. Ao integrar inovação tecnológica com responsabilidade ambiental, as soluções desenvolvidas durante o estágio refletem o compromisso da estagiária em contribuir para processos mais sustentáveis e eficientes na indústria. Esta oportunidade representou sua primeira experiência no ambiente industrial, permitindo a aplicação de conhecimentos teóricos em situações práticas e gerando resultados significativos para a operação e a qualidade dos processos produtivos.

Figura 2 – Certificados ISO 9001:2015.



Fonte: (DQS GLOBAL, 2025).

Outro marco importante foi a atuação como instrutora no primeiro curso do Centro de Treinamento da Produção Geral 3, consolidando sua contribuição como parte da história da fábrica. Ao lado do encarregado e do líder do centro de treinamento, a estagiária foi responsável por fortalecer a capacitação da equipe e estabelecer um legado duradouro no setor. A produção do material didático, utilizada como apostila oficial do curso, foi realizada integralmente pela estagiária. Essa apostila abrange tópicos fundamentais da linha de produção, como tratamento de superfícies, defeitos na pintura industrial, princípios japoneses de pintura, máquinas e equipamentos no processo e procedimentos de checagem técnica. Como parte do programa de treinamento, todo novo funcionário do setor passa pelo curso e recebe a apostila, perpetuando o impacto dessa iniciativa na formação da equipe.

Além disso, já na segunda semana do estágio, a estagiária conduziu um treinamento prático durante uma pausa programada da operação, instruindo os colaboradores sobre o preenchimento adequado do documento de checagem de máquinas e equipamentos elétricos. Essa experiência destacou sua capacidade de transferir conhecimento técnico e de contribuir diretamente para a melhoria dos

processos operacionais, evidenciando sua dedicação e comprometimento com o desenvolvimento do setor.

Embora nem todos os projetos realizados possam ser detalhados neste relatório devido a questões de confidencialidade e conformidade com a proteção de dados da fábrica, os trabalhos apresentados evidenciam uma abordagem focada em resolver problemas reais, promover inovações tecnológicas e reduzir impactos ambientais. Durante o estágio, foram aplicados conhecimentos adquiridos ao longo de anos de formação acadêmica e em atividades extracurriculares, contribuindo diretamente para a eficiência e a padronização dos processos na linha de produção.

Integrar a equipe técnica de um setor de pintura industrial em uma multinacional tão admirada representou um desafio significativo e enriquecedor, especialmente por ser uma área inicialmente distante das perspectivas da estagiária. Essa experiência desafiadora permitiu o desenvolvimento de habilidades práticas, a aplicação da engenharia em problemas reais e o fortalecimento de competências técnicas e interpessoais.

As soluções desenvolvidas buscaram não apenas otimizar a operação, mas também fortalecer a sustentabilidade e a qualidade dos produtos finais. Mesmo diante de uma área de estudo inicialmente desconhecida, como a pintura industrial, a estagiária demonstrou sua capacidade de buscar conhecimento, adaptando-se ao contexto e aplicando soluções inovadoras que agregaram valor ao processo produtivo. Essa experiência prática consolidou sua habilidade de integrar conhecimentos adquiridos em sua formação e a busca por novos conhecimentos específicos do setor, destacando sua contribuição para a melhoria contínua na indústria. O aprendizado proporcionado pelo estágio reforçou sua responsabilidade como futura engenheira, evidenciando a importância de uma abordagem técnica, ética e inovadora no ambiente industrial.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal da estagiária foi aplicar os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo da graduação em Engenharia Elétrica para contribuir com o desenvolvimento e a melhoria de processos na área de pintura industrial, visando

aumentar a eficiência operacional, a sustentabilidade e a qualidade dos produtos, alinhando-se à visão de que “Os engenheiros da Yamaha movem o mundo”.

Para cumprir o objetivo principal, a estagiária teve que cumprir os seguintes objetivos específicos:

- Colaborar em projetos de engenharia;
- Auxiliar nas atividades da Produção Geral 3;
- Contribuir com melhorias em processos e/ou ações da Pintura Industrial;
- Atuar de forma efetiva em todas as atividades do programa de estágio em engenharia da Yamaha.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, descritos a seguir:

No Capítulo 2, são apresentadas informações sobre a empresa Yamaha Motor, com destaque para sua atuação no Brasil e a relevância da retomada da parceria com a Universidade Federal de Campina Grande, evidenciando o papel estratégico da empresa no setor industrial.

O Capítulo 3 é dedicado à fundamentação teórica, abordando os principais conceitos relacionados à pintura industrial, gestão de resíduos, transporte de materiais, tecnologias de controle de qualidade e sistemas de checagem de máquinas e equipamentos. Esse capítulo fornece o embasamento técnico necessário para compreender as atividades desenvolvidas no estágio.

No Capítulo 4, são descritas detalhadamente as atividades realizadas durante o estágio. Este capítulo apresenta projetos de inovação no transporte de materiais, gestão de resíduos, controle de qualidade, implementação de tecnologias, condução de reuniões e capacitações técnicas.

O Capítulo 5 traz as considerações finais, destacando as principais contribuições do estágio para o desenvolvimento da estagiária, bem como as melhorias implementadas na Yamaha Motor da Amazônia.

Por fim, são apresentadas as referências utilizadas ao longo do trabalho, evidenciando a base teórica e técnica que sustentou as análises e atividades desenvolvidas.

## 2 EMPRESA

### 2.1 SOBRE A YAMAHA MOTOR

Fundada em 1º de julho de 1955, a Yamaha Motor Co., Ltd. é uma multinacional japonesa reconhecida pela fabricação de motocicletas, motores de popa, veículos off-road e outros produtos motorizados inovadores. A missão da Yamaha é "oferecer produtos e serviços que enriquecem a vida das pessoas em todo o mundo", enquanto sua visão busca "criar um futuro melhor por meio da tecnologia e inovação". Os valores da empresa são centrados em qualidade, excelência e compromisso com a sustentabilidade, refletindo a filosofia do "Kando", termo japonês que expressa a profunda satisfação emocional combinada com entusiasmo (YAMAHA MOTOR CO., 2024), conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Termo Japonês “Kando”.



Fonte: (YAMAHA MOTOR CO., 2024).

Atualmente, a Yamaha Motor está presente em mais de 200 países e regiões, sendo responsável por cerca de 90% de suas vendas consolidadas em mercados

internacionais. A empresa emprega aproximadamente 54 mil colaboradores globalmente e alcançou novos recordes de receita e lucros consecutivos nos últimos anos, destacando-se como uma das principais indústrias globais no setor de tecnologia motorizada (YAMAHA MOTOR CO., 2024).

## 2.2 YAMAHA MOTOR NO BRASIL

A unidade de produção em Manaus é responsável por fabricar motocicletas e motores de popa, atendendo à demanda nacional e internacional. Com uma estrutura moderna e integrada, a fábrica opera seguindo padrões internacionais de qualidade e segurança, com foco em inovação e eficiência. Atualmente, a empresa mantém uma rede com cerca de 540 concessionárias, empregando mais de 4 mil funcionários diretos. A sede administrativa está localizada em São Paulo, com centros logísticos e de treinamento em Jandira e Diadema (YAMAHA MOTOR CO., 2024). A fábrica, localizada no distrito industrial de Manaus - AM pode ser vista na figura 4.

Figura 4 - Fábrica da Yamaha Motor da Amazônia.



Fonte: (LOPES, 2018).

A fábrica de Manaus conta com 13 galpões fabris distribuídos em uma área construída de 125 mil metros quadrados, e no ano de 2024 chegou ao marcante histórico de 5 milhões de motos produzidas. Os setores especializados incluem solda, pintura

industrial, montagem e testes de qualidade, garantindo a excelência em cada etapa do processo produtivo (LOPES, 2018).

### 2.3 RETOMADA DA PARCERIA COM A UNIVERSIDADE

A parceria entre a Yamaha Motor da Amazônia, e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), marca um momento significativo tanto para a empresa quanto para a instituição acadêmica. Após um intervalo de 16 anos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2024), a retomada dessa colaboração foi fundamental para abrir novas oportunidades aos alunos, permitindo que eles vivenciassem a prática em um dos maiores polos industriais do Brasil (G1, 2024).

De acordo com o professor Marcus Vinicius, diretor do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da UFCG, "esta parceria é fruto de esforços aplicados na retomada de oportunidades de estágio para alunos da instituição no Polo Industrial de Manaus". Para a UFCG, essa iniciativa representa um avanço na formação de seus estudantes, que passam a ter acesso a uma vivência prática em uma multinacional de grande porte (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2024), como demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Reunião entre estudantes pré-aprovados no processo seletivo e professores e diretor do Centro de Ciência e Tecnologia da UFCG.



Fonte: (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2024).

A estagiária, primeira aluna da UFCG a apresentar os resultados do estágio desde a retomada da parceria, concluiu o programa em apenas seis meses, em vez dos dois anos inicialmente previstos, devido à sua contratação. Essa trajetória evidencia o impacto positivo da colaboração entre as instituições, destacando a relevância de alinhar a formação acadêmica às demandas do mercado e fortalecendo a ligação entre a UFCG e o Polo Industrial de Manaus.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O setor da Produção Geral 3 engloba todos os tipos de pintura que são realizados nas peças utilizadas na montagem dos produtos. As pinturas possuem cerca de 316 colaboradores, utilizando 4 dos 13 galpões presentes na fábrica, uma área de 13.019 m<sup>2</sup>, cerca de 23% do total da fábrica (LOPES, 2018).

Os fornecedores do setor de pintura incluem o almoxarifado, o setor de solda e outros setores internos, enquanto os clientes do setor são a linha de montagem e o departamento de peças. Atualmente, o setor de Produção Geral 3 engloba quatro tipos de pintura: metal, tanque, plástica (Acrylonitrile Butadiene Styrene - ABS) e motor de popa. Cada tipo de pintura é responsável por componentes específicos dos produtos e seguem processos produtivos similares, com variações em detalhes devido às diferenças estruturais ou às particularidades de cada peça (LOPES, 2018).

Na Figura 6, observa-se a distribuição dos componentes da motocicleta que passam por cada tipo de pintura, destacando peças como o tanque de combustível, tomadas de ar, chassi e garfos.

Figura 6 - Demonstrativo de algumas partes da motocicleta que recebem aplicação de tinta.



Fonte: Adaptado de Yamaha Motor, 2025.

Todas as peças, antes de receberem a cobertura com tinta, passam por processos de tratamento de superfícies, que garantem a adesão ideal da tinta e a qualidade do acabamento.

### 3.1 PINTURA INDUSTRIAL

A pintura industrial desempenha um papel fundamental na proteção e valorização estética de componentes metálicos e plásticos. Este processo não apenas confere uma aparência visual de alta qualidade aos produtos, mas também proporciona resistência à corrosão, impacto e intempéries (TIANO; AOKI, 2015). As tintas utilizadas na pintura industrial formam uma película fina e resistente, com propriedades mecânicas e químicas ajustadas às necessidades específicas de cada aplicação.

#### 3.1.1. ESQUEMA BÁSICO DA LINHA DE PRODUÇÃO

O processo de pintura é estruturado em etapas consecutivas, cada uma desempenhando um papel essencial na preparação, aplicação e finalização das peças (LOPES, 2018). O fluxo na linha de produção tem início no posto de carregamento, onde as peças são posicionadas em um transportador, que pode ser aéreo ou terrestre. Na Figura 7 é apresentado um exemplo de transportador aéreo semelhante ao utilizado no processo.

Figura 7 - Exemplo de transportador aéreo utilizado em processos de pintura industrial.



Fonte: Vogamakina Industrial Plants Company Ltd (s.d.).

Em seguida, ocorre a preparação de superfície, etapa fundamental para garantir a aderência da tinta. O processo de lavagem varia conforme o material da peça,

assegurando que ela esteja em condições ideais para receber a primeira camada de tinta. Na Figura 8 é ilustrado um sistema de pré-tratamento semelhante ao empregado nesse estágio. Após a lavagem, as peças passam por uma estufa de ar para secagem.

Figura 8 - Exemplo de sistema de pré-tratamento químico na pintura industrial.



Fonte: Grupo Arpias Persul (s.d.).

Com a superfície devidamente preparada, as peças seguem para as cabines de pintura, onde a aplicação da tinta é realizada. Em seguida, ocorre a etapa de flash off, responsável pela evaporação dos solventes antes da cura final. A cura da tinta acontece na estufa de tinta, onde as peças são submetidas a temperaturas controladas para garantir a fixação e durabilidade do revestimento.

Por fim, as peças seguem para o posto de descarregamento, concluindo o processo. O fluxo segue o esquema básico apresentado na Figura 9, que ilustra as principais etapas.

Figura 9 - Esquema básico do processo de pintura.



Fonte: LOPES, 2018.

### 3.1.2. DEFEITOS DE PINTURA

Os defeitos de pintura são problemas recorrentes que comprometem a qualidade visual e funcional das peças, podendo resultar em retrabalho, desperdício de material e aumento de custos operacionais. Esses defeitos podem ser originados em diversas etapas do processo produtivo, como no pré-tratamento, aplicação da tinta ou cura, e estão frequentemente associados a fatores como contaminação, ajustes inadequados de equipamentos ou condições ambientais desfavoráveis (PENTANOVA, s.d., 2024).

Um dos defeitos mais comuns é a presença de partículas estranhas na superfície da peça, fenômeno conhecido como lixo. Essas impurezas podem aderir à camada de tinta ou verniz devido à presença de poeira, fibras ou resíduos suspensos no ambiente produtivo, comprometendo o acabamento final. A Figura 10 ilustra esse tipo de defeito e sua aparência característica.

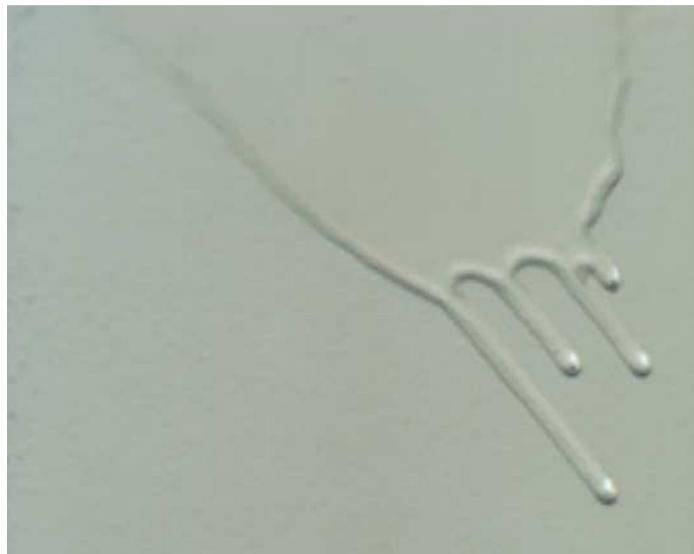
Figura 10 - Defeito de pintura: partículas aderidas à superfície (lixo).



Fonte: FITZ TINTAS (2025).

Outro problema recorrente são os escorridos, que ocorrem quando há um excesso de tinta na aplicação, resultando no acúmulo do material em determinadas áreas da peça. Esse defeito pode ser minimizado por meio do ajuste adequado dos parâmetros de pulverização e do controle preciso da viscosidade da tinta (Figura 11).

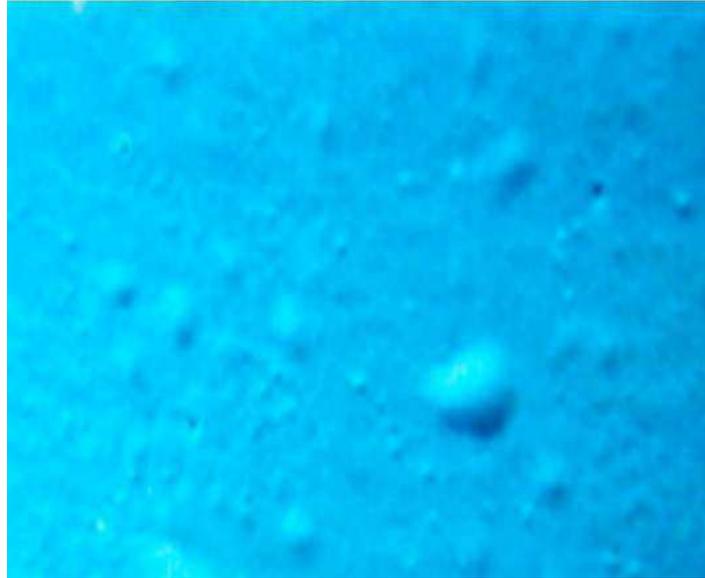
Figura 11 - Defeito de pintura: escorridos causados por excesso de tinta.



Fonte: WEG Equipamentos Elétricos S.A. (s.d.).

As bolhas, por sua vez, são pequenas elevações que se formam na superfície da pintura, geralmente causadas por contaminantes retidos na peça ou por falhas no pré-tratamento. Essas imperfeições podem comprometer a adesão da tinta e, conseqüentemente, reduzir a durabilidade da pintura (Figura 12).

Figura 12 - Defeito de pintura: formação de bolhas na superfície.



Fonte: WEG Equipamentos Elétricos S.A. (s.d.).

Além disso, há a ocorrência de marcas de água, que se manifestam como manchas circulares claras, resultantes da secagem inadequada da água residual antes da etapa de cura. Esse problema pode ser evitado por meio de um controle rigoroso da umidade e da qualidade do ar comprimido utilizado no processo (Figura 13).

Figura 13 - Defeito de pintura: marcas de água devido à secagem inadequada.



Fonte: WEG Equipamentos Elétricos S.A. (s.d.).

Outro defeito relevante é a formação de crateras, também conhecidas como contaminação por óleo, caracterizadas por depressões circulares na superfície da pintura. Esse problema ocorre quando há incompatibilidade química entre a tinta e a peça ou quando a superfície entra em contato com substâncias oleosas, interferindo na uniformidade do revestimento (Figura 14).

Figura 14 - Defeito de pintura: crateras causadas por contaminação por óleo.

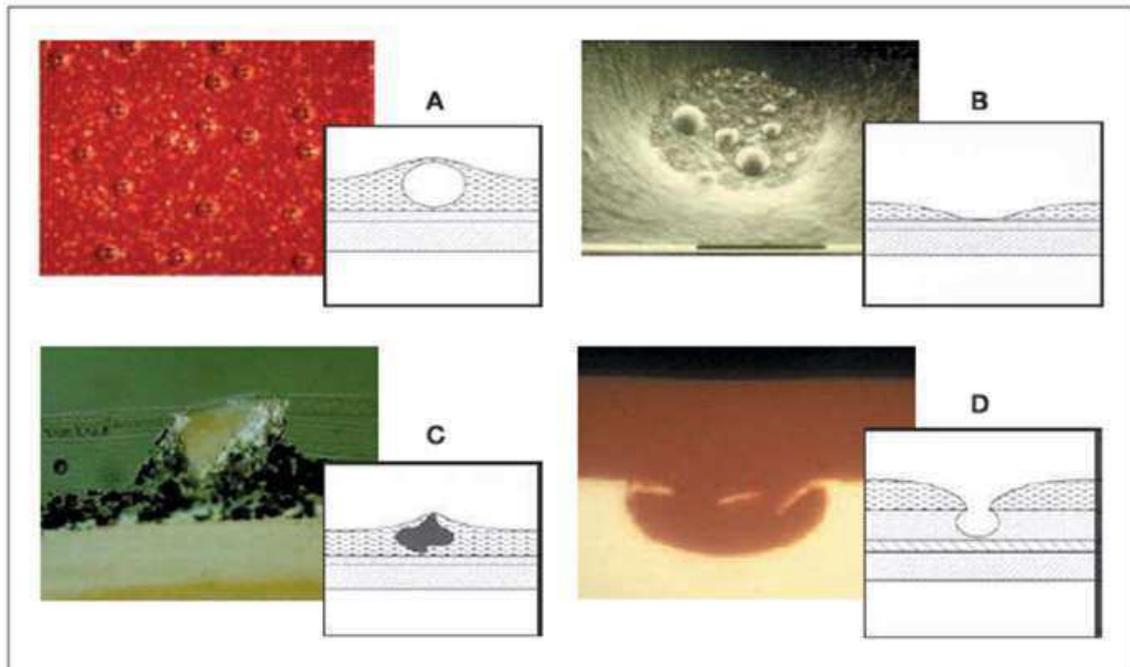


Fonte: WEG Equipamentos Elétricos S.A. (s.d.).

A identificação e correção desses defeitos são fundamentais para garantir um acabamento de alta qualidade e evitar perdas na produção. O controle ambiental, a manutenção preventiva dos equipamentos e o treinamento contínuo dos operadores desempenham um papel essencial na minimização desses problemas.

Na Figura 15, são apresentados exemplos visuais de defeitos típicos em superfícies pintadas. Esses problemas incluem: (A) Bolhas; (B) Crateras; (C) Sujeira; e (D) Fervidos e furo de agulha.

Figura 15 - Visão microscópica de alguns defeitos na pintura.



Fonte: BASF Handbook, 2007.

Para minimizar esses defeitos, são implementadas medidas de controle rigorosas em cada etapa, como a limpeza frequente das cabines, o uso de equipamentos calibrados e a inspeção contínua das peças durante o processo. Além disso, a introdução de tecnologias, como as pistolas eletrostáticas e os tratamentos nanocerâmicos, contribuiu para a redução de falhas e otimização da qualidade final das peças.

### 3.2 GESTÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE PINTURA

A gestão de resíduos na indústria de pintura é uma prática essencial para minimizar os impactos ambientais e garantir o cumprimento das regulamentações vigentes. Esse processo envolve a identificação, tratamento e disposição correta dos resíduos gerados, com especial atenção para aqueles classificados como perigosos, como a borra de tinta.

### 3.2.1 BORRA DE TINTA

A *água de cabine* é uma cortina de água, como demonstrado na figura 16, que fica localizada nos fundos da cabine onde ocorre a aplicação de tinta. Essa cortina tem o propósito de captar o *overspray*, ou seja, a tinta que não se adere à peça pintada durante o processo de aplicação. A tinta desperdiçada é direcionada para a cortina de água, que circula continuamente, misturando-se à água em movimento. Durante esse ciclo, as partículas de tinta se sedimentam, formando um resíduo pastoso conhecido como *borra de tinta*, que se concentra ao longo do tempo (LOPES, 2018).

Figura 16 - Cortina de Água - Cabine de Pintura.



Fonte: LOPES, 2018.

A borra de tinta é um dos principais resíduos gerados nos processos de pintura industrial e apresenta desafios significativos tanto ambientais quanto econômicos (BITTELBRUNN; PERINI; SELLIN, 2014). Esse material consiste em uma mistura de partículas de tinta sedimentadas e água, além de componentes provenientes das tintas utilizadas, como resinas poliméricas (acrílicas, vinílicas, poliuretânicas, poliésteres, epóxis e melaminas), solventes orgânicos (alifáticos, aromáticos, alcoóis, cetonas e éteres), pigmentos, aditivos e cargas, como dióxido de titânio e carbonato de cálcio (FAZENDA, 1995). Na Figura 17 é ilustrado o resíduo de borra de tinta formado nas cabines de pintura.

Figura 17 - Resíduo de borra de tinta formado nas cabines de pintura.



Fonte: Arquivo pessoal.

A demanda crescente por tintas, especialmente em processos por via úmida que utilizam água para remoção de partículas dispersas, tem contribuído para o aumento na geração de borra de tinta. Em 2013, a indústria brasileira de tintas produziu cerca de 1,426 bilhão de litros, com um faturamento de R\$ 9,12 bilhões, sendo 12% destinados à indústria geral, como automotiva e eletrodomésticos (ABRAFATI, 2013). Esse aumento reflete diretamente na maior geração de resíduos como a borra de tinta, cujo descarte inadequado pode causar graves impactos ambientais (BITTELBRUNN; PERINI; SELLIN, 2014).

Devido às suas características químicas, a borra de tinta à base de solvente é classificada como resíduo perigoso Classe I, conforme a NBR 10.004/2004, devido à sua inflamabilidade e toxicidade (JOHN, 2000). Atualmente, a gestão desse resíduo inclui sua retirada periódica da fábrica por empresas terceirizadas especializadas, representando custos diretos para o setor que são proporcionalmente relacionados ao volume gerado.

### 3.3 ENGENHARIA DE TRANSPORTE DE MATERIAIS

A logística interna de transporte de materiais desempenha um papel crucial na eficiência e continuidade dos processos industriais. Em linhas de produção altamente interligadas, como as encontradas na Yamaha Motor da Amazônia, o transporte adequado de peças entre as etapas produtivas é essencial para evitar atrasos, gargalos e até mesmo paradas de linha.

#### 3.3.1. IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE INTERNO

As indústrias, devido à alta competitividade, buscam constantemente melhorar a utilização dos insumos, as atividades e processos, sendo que o layout tem influência direta na eficiência de uma organização, pois é a base de integração desses elementos (NAKANO; ALMEIDA; STEINER, 2017).

O transporte interno de peças, como chassis, garfos e outros componentes, é realizado por meio de carros transportadores, que conectam diferentes setores, incluindo solda, pintura e montagem. Esses carros transportadores são projetados para atender às demandas específicas de cada etapa do processo, garantindo que as peças sejam movimentadas de forma segura e eficiente. Na Figura 18 é apresentado um exemplo de carro tubular utilizado para o transporte de peças.

Figura 18 - Carro para transporte de gancheiras e peças utilizado na indústria.



Fonte: Igancheiras (s.d.).

No entanto, limitações na capacidade de transporte, número insuficiente de carros disponíveis e problemas de organização no fluxo logístico podem levar a atrasos significativos. Em linhas de produção contínuas, como a de pintura industrial, esses atrasos podem acarretar impactos graves, como interrupções na sequência de processos, formação de gargalos e aumento no índice de refugo de peças.

### 3.3.2. PROBLEMAS RELACIONADOS À PARADA DE LINHA

Quando ocorre uma falha no transporte interno, seja por falta de carros transportadores ou problemas na movimentação das peças, os impactos podem ser amplos. Paradas de linha, por exemplo, geram perdas diretas e indiretas, desde o retrabalho em peças até o desperdício de insumos e homem-hora. Estudos realizados em linhas similares indicam que uma parada de linha de sete minutos pode levar ao refugo de até 200 unidades de componentes, devido a desvios nos tempos de processo, como a secagem excessiva em fornos (JUNIOR, 2020).

Além disso, atrasos no transporte afetam a eficiência do planejamento de produção, acumulando peças em áreas de trabalho intermediárias e comprometendo o fluxo organizado das operações. Esse tipo de problema também exige maior esforço das equipes para reorganizar os fluxos, aumentando o desgaste operacional.

### 3.4 TECNOLOGIAS DE CONTROLE DE QUALIDADE EM PINTURA

A aplicação de tecnologias avançadas no controle de qualidade em pintura industrial é essencial para garantir um acabamento uniforme, estético e funcional nas peças. A eletricidade estática é um dos principais desafios nesse processo, pois pode atrair partículas de poeira e outras impurezas para as superfícies, comprometendo a qualidade da pintura e aumentando a necessidade de retrabalho (KEYENCE, s.d., 2024).

#### 3.4.1 PISTOLA DE IONIZAÇÃO

A pistola de ionização utilizada no processo de pintura industrial tem como principal função a eliminação de cargas eletrostáticas das superfícies das peças. A tecnologia empregada baseia-se na descarga de corona controlada, um mecanismo que gera íons positivos e negativos, permitindo a neutralização das cargas acumuladas. Esse processo é essencial para evitar a aderência indesejada de partículas contaminantes às peças, garantindo uma aplicação uniforme da tinta e reduzindo a incidência de defeitos no acabamento (KEYENCE, s.d., 2024).

Entre as principais características dessa tecnologia, destaca-se sua alta precisão, pois a pistola consegue neutralizar cargas eletrostáticas com um balanço iônico extremamente baixo, preparando adequadamente as superfícies antes da pintura. Além disso, sua velocidade de eliminação é um fator crucial para a eficiência do processo, uma vez que a neutralização das cargas ocorre em menos de um segundo, otimizando o tempo de preparação das peças. Outra vantagem significativa é a baixa necessidade de manutenção, já que a pistola foi projetada para operar continuamente por longos períodos com pouca exigência de limpeza ou ajustes, garantindo maior confiabilidade e eficiência no ambiente industrial.

#### 3.4.2 SENSOR ELETROSTÁTICO PORTÁTIL

O sensor eletrostático portátil desempenha um papel fundamental no controle de qualidade do processo de pintura, permitindo a medição precisa das cargas eletrostáticas presentes nas superfícies das peças. Essa medição possibilita uma análise detalhada das condições antes e depois da aplicação da pistola de ionização, garantindo a eficácia da neutralização das cargas e a uniformidade do processo (KEYENCE Brasil, 2024).

Entre seus principais benefícios, destaca-se a alta precisão na detecção de pequenas variações na carga eletrostática, assegurando um controle rigoroso em todas as etapas da pintura. Além disso, seu design leve e compacto confere grande portabilidade, facilitando o monitoramento em diferentes áreas da linha de produção e tornando o equipamento extremamente versátil. Outro fator relevante é a capacidade de fornecer resultados em tempo real, permitindo ajustes imediatos no processo para garantir a qualidade da pintura e minimizar retrabalho.

### 3.4.3 EXAUSTORES E GERENCIAMENTO DE FLUXO DE AR

A Termodinâmica é a área da Física destinada ao estudo das transformações e das trocas de energia nos processos com os gases, como por exemplo, o ar. Desta forma caracteriza-se que os processos de obtenção, distribuição e uso do ar comprimido, seja um produto com alta energia e resultante de uma transformação termodinâmica experimentada pelo ar atmosférico através do consumo do trabalho mecânico de compressão, que é realizado por uma máquina térmica, isto é, por um compressor (ROCHA, 2005).

O controle do fluxo de ar em cabines de pintura industrial é um fator essencial para garantir a qualidade final do produto. Este controle está relacionado ao uso de exaustores, sistemas de ar comprimido e ao gerenciamento do fluxo de ar dentro das cabines, elementos que desempenham papel crucial na prevenção de defeitos e na eficiência do processo. Na Figura 19 são ilustradas as cabines de pintura utilizadas nesse contexto.

Figura 19 - Cabines de Pintura.



Fonte: JUNIOR, 2020.

Os exaustores são responsáveis por manter o ambiente dentro da cabine de pintura livre de partículas suspensas, solventes e outros resíduos. Esse sistema cria um fluxo de ar direcionado que reduz a possibilidade de contaminação das superfícies pintadas, proporcionando um acabamento mais uniforme e esteticamente adequado.

Um fluxo de ar bem projetado e controlado impede que partículas de poeira e gotas de tinta em suspensão se depositem novamente sobre as peças, o que pode causar defeitos como lixo e marcas na pintura. Além disso, o fluxo deve ser suficientemente uniforme para evitar turbulências, que podem comprometer o desempenho das pistolas de pintura e gerar áreas com cobertura desigual (JUNIOR, 2020).

### 3.5 SISTEMAS DE CHECAGEM DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A checagem de máquinas e equipamentos é um elemento essencial na gestão de manutenção industrial, garantindo o pleno funcionamento das instalações, a segurança dos operadores e a eficiência do processo produtivo. Essa prática envolve atividades de inspeção, registro e análise sistemática das condições dos equipamentos, permitindo identificar falhas, prevenir paradas não programadas e manter altos níveis de confiabilidade operacional. Além disso, a checagem sistemática é a base para definir

estratégias de manutenção adequadas, promovendo um equilíbrio entre custos operacionais e a disponibilidade dos ativos industriais.

A checagem envolve rotinas de verificação e registro das condições das máquinas, incluindo:

**Inspeção visual:** Identificação de desgastes ou danos evidentes em componentes.

**Medição de vibrações:** Avaliação de anomalias no funcionamento de máquinas giratórias.

**Monitoramento de lubrificação:** Verificação da viscosidade e nível de óleo para evitar atritos excessivos e desgaste prematuro.

Essas atividades devem ser registradas em documentos padronizados, como checklists, que auxiliam na rastreabilidade das condições das máquinas e na tomada de decisões baseadas em dados históricos.

## 4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo, são apresentadas as principais atividades realizadas durante o estágio na Yamaha Motor da Amazônia. As ações destacam a capacidade da estagiária de se adaptar ao cenário industrial, estudando o processo produtivo em profundidade para aplicar os conhecimentos adquiridos durante a graduação em Engenharia Elétrica. Esse esforço resultou em contribuições significativas para a inovação, eficiência operacional e melhoria contínua no setor de pintura industrial.

### 4.1 BANCADA PARA INSPEÇÃO DE PEÇAS

Durante a realização de um *gemba*, termo japonês que significa "local real" e se refere à prática de observar diretamente o processo produtivo no chão de fábrica, foi possível identificar um problema recorrente na inspeção de peças. Apesar de passarem pelo posto de inspeção, os operadores ainda sentiam a necessidade de revisar

manualmente as peças antes de dar continuidade ao processo. Essa situação levantou um questionamento: a inspeção estava sendo realmente eficiente?

Para entender as causas desse problema, foi realizada uma análise utilizando a metodologia dos 6Ms, uma abordagem amplamente empregada na manufatura para identificar fatores que afetam a qualidade e a eficiência dos processos. Essa análise considera seis variáveis fundamentais: Máquina, relacionada às condições dos equipamentos; Método, que avalia os procedimentos e padrões adotados; Material, que examina a qualidade dos insumos utilizados; Mão de obra, que verifica a capacitação e o desempenho dos operadores; Meio ambiente, que considera fatores externos como iluminação e temperatura; e Medição, que analisa a confiabilidade dos instrumentos e critérios de inspeção.

A aplicação dessa metodologia permitiu identificar um problema crítico: o tempo disponível para inspeção era insuficiente para garantir uma avaliação eficiente das peças. Para comprovar essa hipótese, foram coletados dados operacionais, incluindo a velocidade do transportador e a distância entre uma gancheira e outra — estrutura metálica utilizada para suspender e movimentar peças ao longo do processo produtivo. Com essas informações, foi possível calcular o tempo médio entre a chegada de uma peça e outra ao posto de inspeção. Além disso, foram cronometradas as operações manuais, registrando o tempo necessário para remover as peças do transportador e o tempo médio dedicado à inspeção. Os resultados evidenciaram que, na configuração atual, os operadores não dispunham de tempo suficiente para uma análise detalhada das peças, comprometendo a eficiência da inspeção. A Figura 20 apresenta o modelo de dados levantados durante essa investigação, os dados apresentados são fictícios para não expor a empresa.

Figura 20 - Modelo de dados levantados para análise do posto de inspeção.



Fonte: arquivo pessoal.

Outro fator observado foi a disposição dos postos de trabalho. O descarregamento e a inspeção eram realizados no mesmo espaço, onde os operadores responsáveis por retirar as peças do transportador compartilhavam a mesma mesa com aqueles encarregados de inspecioná-las. Essa configuração gerava interferências entre as operações e dificultava a concentração na avaliação da qualidade das peças.

Diante desse cenário, foi proposto um novo *layout* que separasse os dois postos de trabalho, permitindo que o descarregamento e a inspeção ocorressem de forma independente. A proposta foi aprovada e implementada, resultando na criação de uma nova área dedicada exclusivamente à inspeção de peças. Como parte dessa reformulação, foram projetadas bancadas de inspeção otimizadas para facilitar a detecção de defeitos.

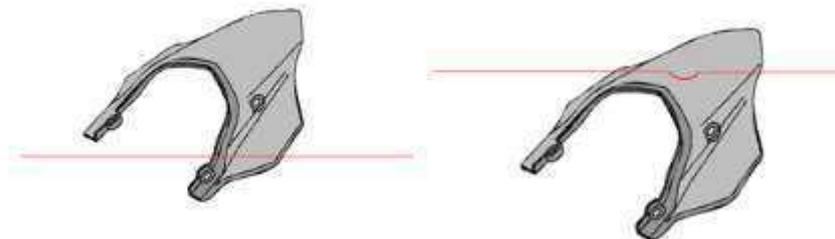
Anteriormente, os operadores realizavam a inspeção de pé, sob a iluminação do ambiente, o que podia gerar reflexos e dificultar a identificação de falhas. O novo projeto introduziu bancadas com estrutura externa na cor cinza, seguindo o padrão visual da fábrica, e uma superfície interna pintada de preto fosco. Esse detalhe foi essencial, pois o preto fosco reduz a dispersão da luz e elimina reflexos indesejados, direcionando o olhar do operador exclusivamente para a peça em análise. Esse

aprimoramento aumentou significativamente a visibilidade dos defeitos e reduziu a fadiga visual dos inspetores.

Além disso, a nova configuração da bancada permitiu uma melhor percepção de falhas específicas, como marcas de água, crateras, escorridos e bolhas na pintura. A iluminação direcionada foi ajustada para evidenciar esses defeitos, utilizando técnicas de incidência de luz para realçar imperfeições na superfície das peças. Esse conceito segue a lógica aplicada na metodologia Shisa Kanko, um sistema japonês que enfatiza a inspeção ativa por meio da combinação de verbalização e apontamento, garantindo que o operador não apenas veja, mas também reconheça e confirme a presença de defeitos antes de liberar a peça.

No aprimoramento do processo de inspeção, a aplicação de um feixe de luz direcionado demonstrou ser uma solução eficaz para evidenciar deformidades na camada de tinta. A incidência controlada da iluminação sobre a superfície da peça realça variações sutis, permitindo maior precisão na detecção de falhas. Essa abordagem possibilitou a identificação de padrões de iluminação que facilitam a observação de defeitos que, de outra forma, poderiam passar despercebidos. A Figura 21 ilustra essa metodologia, demonstrando como a iluminação direcionada auxilia na inspeção visual das peças.

Figura 21 - Demonstração da aplicação de iluminação direcionada para inspeção de peças.



Fonte: Adaptado de Yamaha Motor, 2025.

Para garantir que a iluminação estivesse adequada às exigências da inspeção visual, foi realizado um estudo luminotécnico, assegurando que os postos de inspeção atendessem ao nível mínimo de 1000 lux, conforme especificado na norma NBR/ISO

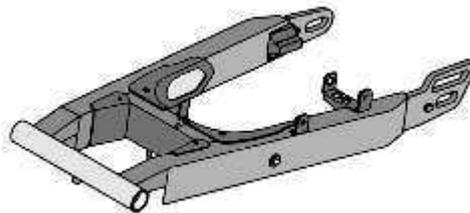
8995. A principal função desse estudo foi isolar a área de inspeção de fontes externas de luz, garantindo que apenas a iluminação controlada influenciasse na análise.

No momento da escrita deste relatório, o projeto encontra-se na fase 1, com protótipo aprovado e todas as bancadas em produção equipadas com a iluminação básica.

#### 4.2 INOVAÇÃO NO TRANSPORTE DE MATERIAIS

Foi desenvolvido um novo modelo de carro transportador de garfos com o objetivo de otimizar a logística interna e atender às demandas de produção de maneira mais eficiente. O garfo, ilustrado na Figura 22, é um dos principais componentes transportados na pintura Metal, sendo utilizado na montagem das motocicletas e desempenhando um papel fundamental na cadeia produtiva. Devido à sua geometria e dimensões específicas, o transporte eficiente dessa peça exige soluções logísticas bem planejadas.

Figura 22 - Garfo traseiro - CROSSER 150.

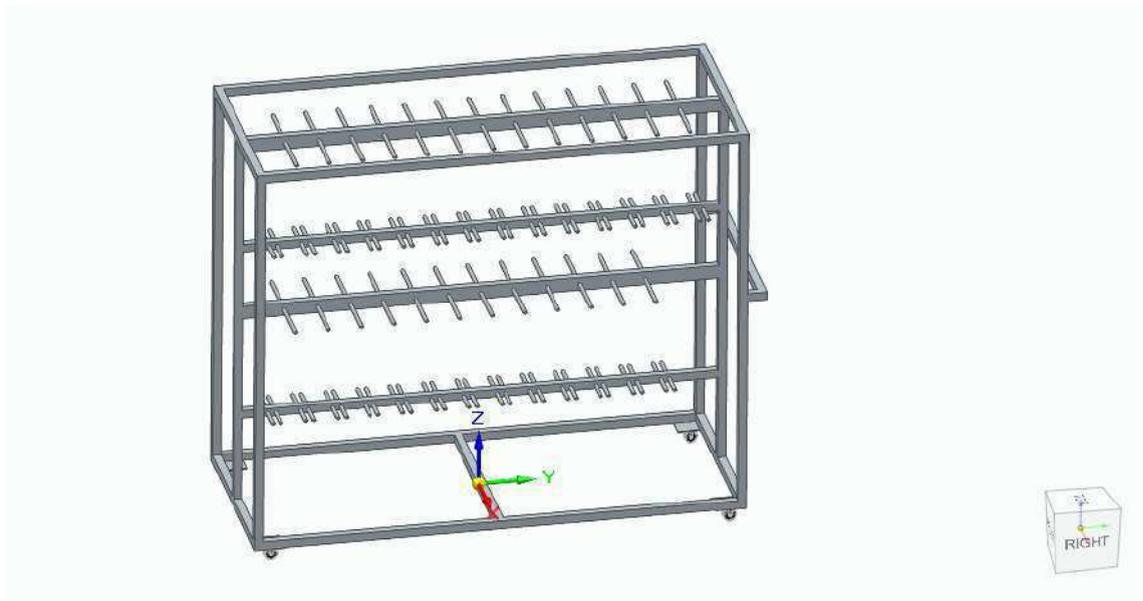


Fonte: YAMAHA MOTOR DO BRASIL, 2024.

O novo modelo projetado tem capacidade para transportar 50 peças, o que representa o dobro da capacidade do modelo anterior, que acomodava 25 unidades. Essa otimização trouxe melhorias significativas para o setor, especialmente considerando que cada lote de produção contém 100 unidades. No modelo anterior, eram necessários quatro carros transportadores para movimentar um lote completo, enquanto o novo modelo permite que essa operação seja realizada com apenas dois carros, reduzindo o

número de movimentações e o espaço ocupado na área produtiva. Na Figura 23 é apresentado o novo carro transportador de garfos desenvolvido para essa aplicação.

Figura 23 - Novo carro transportador de garfos.



Fonte: Arquivo pessoal.

O projeto foi desenvolvido utilizando o software SolidEdge, considerando critérios de capacidade de carga, segurança das peças, ergonomia para os operadores e eficiência na movimentação dentro do setor. Para garantir a estabilidade e proteção das peças, a estrutura foi projetada com duas sequências de pinos estrategicamente posicionadas. A primeira sequência tem a função principal de sustentar as peças transportadas, assegurando seu correto posicionamento e estabilidade durante o deslocamento. A segunda sequência foi projetada para limitar a amplitude de movimento das peças, prevenindo instabilidades e evitando choques entre elas, o que poderia comprometer a qualidade da pintura com arranhões e outros danos.

Além disso, os pinos secundários foram revestidos com um material macio, semelhante a espuma, capaz de absorver impactos e minimizar possíveis avarias. Essa solução proporciona maior confiabilidade no transporte, preservando a integridade estética e funcional das peças. Os pinos foram posicionados em uma altura compatível com todos os modelos produzidos na fábrica, garantindo versatilidade na aplicação do carro transportador.

No modelo anterior, a estrutura inferior do carro era parcialmente fechada, deixando as peças pintadas expostas a impactos laterais provenientes de colisões com outros carros transportadores. Como consequência, essas colisões poderiam resultar em arranhões, amassados ou perda de acabamento da pintura, aumentando os índices de defeito e retrabalho. Para eliminar essa vulnerabilidade, a nova versão do carro transportador recebeu um redesenho estrutural que garante que eventuais impactos sejam absorvidos pela estrutura metálica do carro, e não diretamente pelas peças transportadas. Essa mudança tem potencial de reduzir significativamente os defeitos causados por impactos, tornando o processo mais confiável.

Outra melhoria implementada foi a escolha de rodízios de 6 polegadas, que proporcionam maior resistência, durabilidade e mobilidade em superfícies irregulares, facilitando a movimentação do carro no ambiente industrial. O material estrutural selecionado foi metalon, devido à sua alta resistência mecânica e leveza, garantindo um transporte seguro sem comprometer a ergonomia dos operadores. Na figura 24 o carro projetado pode ser visto já carregado com 50% de um lote de garfos traseiros.

Figura 24 - Carro transportador de garfos



Fonte: Arquivo pessoal.

Na Tabela 3 são apresentadas as especificações técnicas do projeto, detalhando as principais características do novo carro transportador de garfos.

Tabela 3 - Especificações técnicas do projeto.

<b>Especificação</b>	<b>Descrição</b>
Dimensões	Largura: 755 cm, Altura: 1,5 m, Comprimento: 1,81 m
Capacidade de Transporte	50 garfos (dobro do modelo anterior, que transportava 25 garfos)
Rodízios	6 polegadas, garantindo maior resistência, durabilidade e movimentação em superfícies irregulares
Material Estrutural	Metalon, escolhido por sua alta resistência estrutural e leveza
Pinos de Sustentação	Dupla sequência de pinos: sustentação primária e contenção de movimento
Revestimento dos Pinos	Material macio (espuma) para absorção de impactos, prevenindo danos como riscos e batidas. Escolhido de acordo com disponibilidade do fabricante.
Inclinação dos Pinos Primários	10° para evitar movimentação das peças durante o transporte

Fonte: Autoria própria.

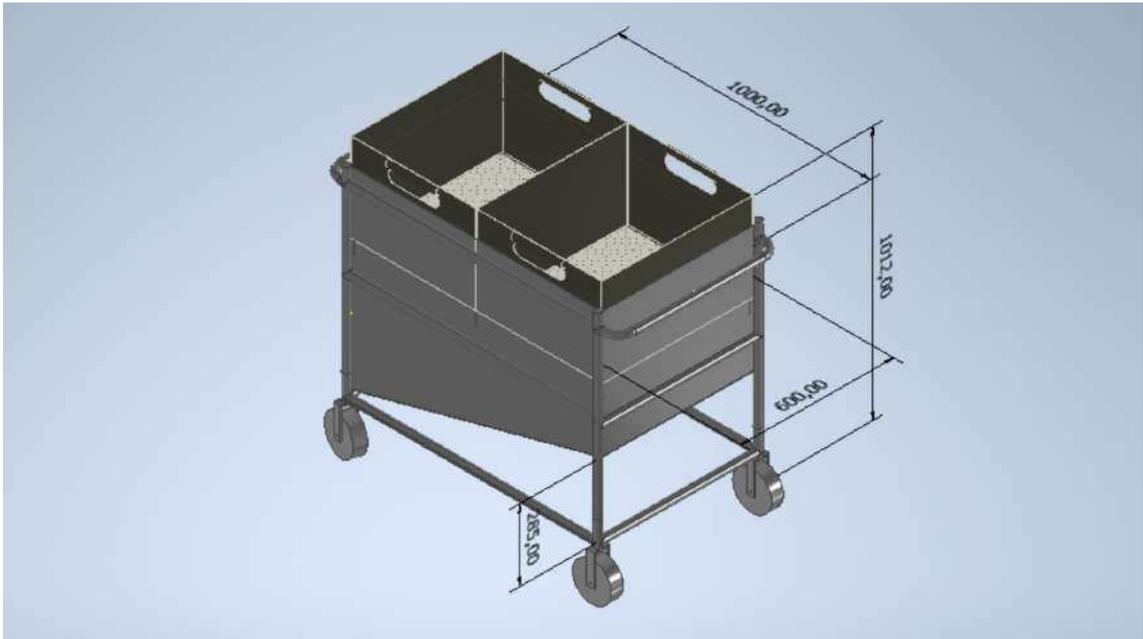
#### 4.3 GESTÃO DE RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE

Foi desenvolvido um novo modelo de carro de secagem de borra de tinta com o objetivo de otimizar o processo de remoção desse resíduo nas cabines de pintura, proporcionando maior eficiência operacional, redução de custos e benefícios ambientais. A borra de tinta é um subproduto gerado durante a captura do excesso de tinta pulverizada, sendo composta por sólidos suspensos e uma quantidade significativa de água. O descarte desse material, quando realizado sem um processo adequado de separação, resulta em desperdício de água e aumento nos custos de tratamento de efluentes.

O carro foi projetado com cestos metálicos perfurados estrategicamente para maximizar a drenagem da água presente na borra de tinta. A base perfurada dos cestos permite a separação entre os sólidos e o líquido por meio do escoamento gravitacional, promovendo um processo de secagem eficiente antes do descarte final. Esse design

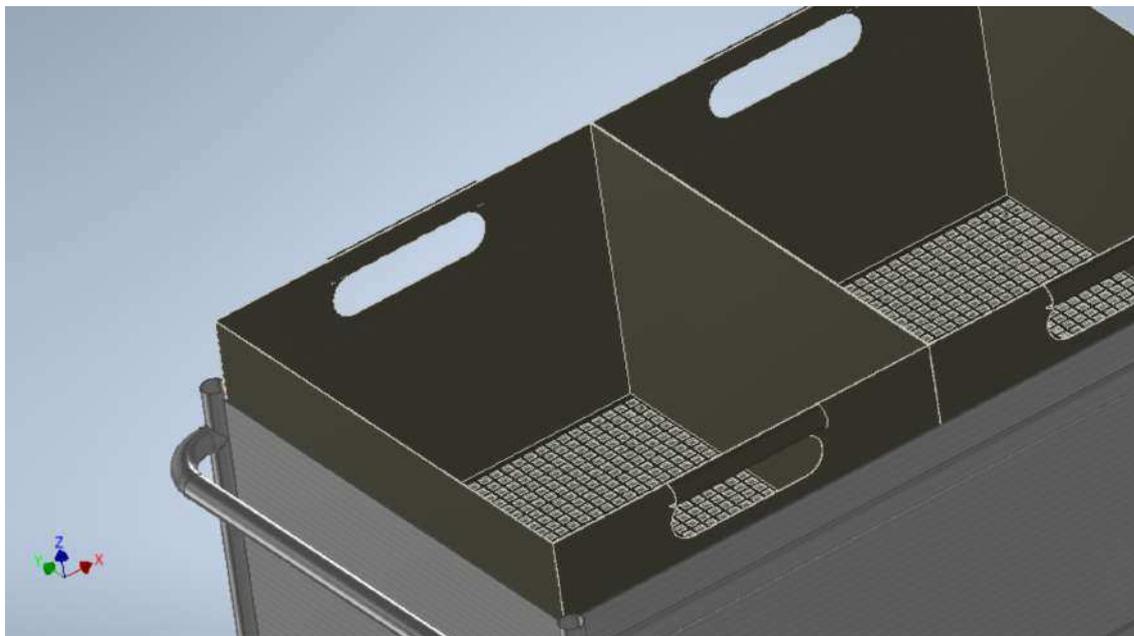
possibilita a recuperação de parte da água retida no resíduo, reduzindo o volume total descartado e minimizando impactos ambientais. Na Figura 25 é mostrado o projeto do carro de secagem desenvolvido. Na figura 26 os cestos podem ser vistos de maneira clara.

Figura 25 - Projeto do Carro de Secagem de Borra de Tinta.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 26 - Cestos do Carro de Secagem.



Fonte: Arquivo pessoal.

As principais especificações do projeto são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Especificações técnicas do projeto do Carro de Secagem.

<b>Especificação</b>	<b>Descrição</b>
Volume Total	228 L (Base: 100 L, Volume útil: 160 L)
Dimensões	Altura: 90,2 cm, Comprimento: 1 m, Largura: 63,2 cm
Estrutura do Cesto	Metálico com perfurações para drenagem de água
Sistema de Movimentação	Design portátil para fácil deslocamento entre os setores de pintura

Fonte: Autoria própria.

Para validar a eficiência do novo carro de secagem, foram realizados testes operacionais com a remoção de borra de tinta das cabines. Inicialmente, a borra coletada continha uma grande quantidade de água, como ilustrado na Figura 27, onde a borra no estado inicial antes da secagem é apresentada. Para a realização do teste, foram

utilizadas quatro latas perfuradas, projetadas para permitir a drenagem da água, conforme demonstrado na Figura 28.

Figura 27 – Borra de tinta contendo água antes do processo de secagem.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 28 – Latas perfuradas utilizadas no teste para drenagem da água.



Fonte: Arquivo pessoal.

Após a secagem no carro, observou-se uma redução significativa da umidade na borra de tinta. Na Figura 29 é exibido as quatro latas de borra já secas, evidenciando a separação eficiente entre os sólidos e o líquido. Como resultado desse processo, aproximadamente 18 litros de água foram recuperados, representando uma economia de 25% do volume total. A Figura 30 mostra o resultado final, destacando a lata com a água extraída da borra, que pôde ser reintegrada ao sistema de tratamento, reduzindo custos e o consumo de recursos hídricos.

Figura 29 – Quatro latas com borra de tinta após o processo de secagem.



Fonte: Arquivo pessoal.

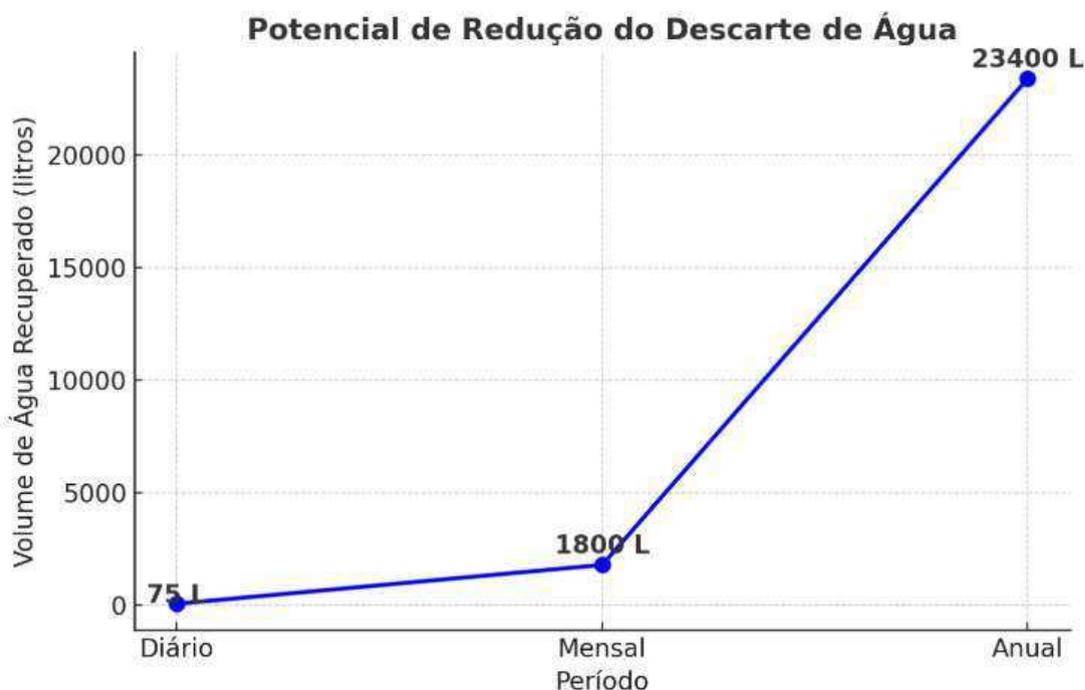
Figura 30 – Água sendo recuperada durante a secagem da borra de tinta.



Fonte: Arquivo pessoal.

O potencial deste projeto pode ser calculado considerando o volume máximo de descarte de borra de tinta por turno. Antes da implementação do projeto os colaboradores responsáveis por fazer a retirada do material, retiravam e colocavam em um balde de 100 l, assim, obtiveram a capacidade máxima por turno. Atualmente há 3 turnos na pintura em que o teste foi realizado, os trabalhadores exercem suas funções em horário especial (segunda à sábado). O potencial de economia de água com dados aproximados considerando o volume máximo por turno, pode ser visto na figura 31. Este projeto está alinhado com a ODS 12 que visa incentivar uma produção sustentável.

Figura 31 - Potencial de redução



Fonte: Autoria própria.

Vale ressaltar que esse potencial de redução foi calculado para apenas uma das 3 pinturas. No momento de escrita deste relatório a eficiência do projeto já foi validada, a autora já encontrou pontos de melhoria e busca fazer um projeto de grande porte que englobe toda estrutura de tratamento, o setor responsável já busca ampliar o projeto para as outras pinturas.

#### 4.4 CONTROLE DE QUALIDADE E TECNOLOGIA APLICADA

Durante o primeiro mês de estágio, foram realizadas reuniões técnicas com fornecedores para avaliação e implementação de equipamentos voltados à otimização do controle de qualidade na linha de pintura. O foco principal dessas reuniões foi a seleção de dispositivos capazes de minimizar defeitos causados por partículas aderentes às superfícies das peças pintadas, garantindo maior eficiência no processo produtivo. A participação nessas reuniões proporcionou um entendimento mais aprofundado sobre as tecnologias disponíveis no mercado, os critérios técnicos para a escolha dos equipamentos e as estratégias de integração desses dispositivos ao processo fabril existente.

Além das reuniões, foram conduzidos testes de eficiência dos equipamentos, utilizando medições diretas nas peças antes e depois da aplicação dos dispositivos. Esses testes foram essenciais para validar a capacidade dos equipamentos na eliminação da eletricidade estática e na redução da contaminação por partículas. Para isso, foram empregados sensores eletrostáticos portáteis, que permitiram medir a carga elétrica superficial das peças e avaliar a eficácia dos ionizadores na neutralização dessas cargas. O processo de medição consistiu em registrar os valores de carga eletrostática antes da aplicação do equipamento e acompanhar a variação após a utilização do sistema ionizador. Os resultados obtidos forneceram dados objetivos que embasaram a decisão sobre a adoção dos dispositivos na linha de produção.

Além do desempenho técnico, outros fatores foram considerados durante a análise, como a viabilidade de implementação e a eficiência energética dos dispositivos. Foi avaliada a compatibilidade dos equipamentos com o layout da linha de produção, a necessidade de ajustes nos procedimentos operacionais e a facilidade de manutenção. Após a consolidação dos dados e a validação da eficácia dos equipamentos, a implementação foi aprovada e integrada ao processo fabril, garantindo melhorias na qualidade das peças e na confiabilidade do sistema de pintura.

#### 4.5 CONTROLE DE FLUXO DE AR NA CABINE DE PINTURA

A estagiária realizou medições sistemáticas utilizando anemômetros para verificar a velocidade e uniformidade do fluxo de ar dentro da cabine. Este monitoramento permitiu identificar e corrigir possíveis desequilíbrios que poderiam comprometer a aderência da tinta ou causar contaminação das superfícies pintadas.

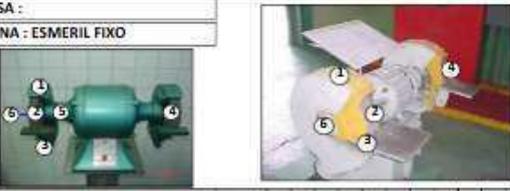
Além disso, a estagiária teve a oportunidade de aprender diretamente com um especialista vindo da matriz da Yamaha no Japão, que compartilhou métodos avançados utilizados para verificar o fluxo de ar dos exaustores na cabine e para avaliar o balanceamento. Essa experiência proporcionou uma visão comparativa entre práticas locais e internacionais, contribuindo para a implementação de técnicas mais eficazes e alinhadas aos padrões globais da empresa.

#### 4.6 SISTEMAS DE CHECAGEM DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A inspeção periódica de máquinas e equipamentos é essencial para garantir a confiabilidade operacional e evitar falhas que possam comprometer a qualidade do processo produtivo. Nesse contexto, a utilização de *checklists* de manutenção é uma prática fundamental para padronizar a checagem de itens críticos, identificando potenciais falhas antes que estas resultem em defeitos nas peças ou paradas inesperadas da linha de produção.

Durante o estágio, foram atualizados mais de 40 *checklists* já existentes e desenvolvidos novos documentos para a checagem de equipamentos específicos. O objetivo foi estabelecer um controle mais rigoroso sobre os parâmetros elétricos e mecânicos dos sistemas industriais, assegurando que a operação estivesse dentro dos limites ideais. Os *checklists* elaborados classificaram os itens a serem inspecionados em diferentes categorias, abrangendo aspectos como alimentação elétrica, estado dos cabos e conexões, aterramento, isolamento, continuidade, desempenho de sensores e funcionamento de motores. Esse trabalho exigiu a aplicação de conceitos de circuitos elétricos, compatibilidade eletromagnética e confiabilidade de sistemas elétricos, conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. Um documento similar aos produzidos pode ser visto na figura 32.

Figura 32 - Documento similar utilizado pela empresa Esmeril.

CHECK - LIST DO EQUIPAMENTO DE ESMERIL		SEGUNDA	TERÇA	QUARTA																																
EMPRESA : MÁQUINA : ESMERIL FIXO		MÊS : /20																																		
		<b>USO OBRIGATÓRIO DOS EPI'S:</b> <input type="checkbox"/> CAPACETE DE SEGURANÇA <input type="checkbox"/> PROTETOR AURICULAR <input type="checkbox"/> ÓCULOS DE SEGURANÇA <input type="checkbox"/> CALÇADO DE SEGURANÇA <input type="checkbox"/> LUVA DE SEGURANÇA <input type="checkbox"/> AVENTAL DE RASPA DU LONA <input type="checkbox"/> MÁSCARA DE SOLDA																																		
ITEM	ITEM PARA CHECAR :	PERÍODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1	VERIFICAÇÃO DA CAPA DE PROTEÇÃO DO RUDELO	DIÁRIO																																		
2	VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DO LÍQUIDO DO LUBRIFICANTE DO RUDELO	DIÁRIO																																		
3	VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DA BANDA DE TRANSMISSÃO DO RUDELO	DIÁRIO																																		
4	VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO RUDELO	DIÁRIO																																		
5	VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO RUDELO DO MOTOR	DIÁRIO																																		
6	VERIFICAÇÃO DA POSIÇÃO DO RUDELO NO ANO DO MOTOR	DIÁRIO																																		
7	TESTAR OPERACIONAL DURANTE A MÁQUINA DE TRABALHO	DIÁRIO																																		
8																																				
9																																				
10																																				
11																																				
12																																				
13																																				
14																																				
VOTO DE INSCRIÇÃO DO OPERADOR EQUIPAMENTOS		DIÁRIO																																		
VOTO DO LÍDER / ENCARREGADO / TIC. SEGURANÇA CONTRATADA		DIÁRIO																																		
VOTO SEGURANÇA DO TRABALHO		SABADO																																		
OBS : ESTE CHECK - LIST DEVE SER PREENCHIDO PELO OPERADOR ANTES DE INICIAR A PRODUÇÃO E VISTADO PELO ENCARREGADO DA ÁREA.																																				
Legenda: C - Conforme / NC: Não Conforme / NA: Não Aplica																																				

Fonte: CHECK-LIST DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, 2024.

Além da elaboração dos documentos, foi realizado um treinamento técnico com os operadores responsáveis pela checagem das máquinas e pelo preenchimento dos formulários. Durante a capacitação, foram apresentados os critérios de inspeção, as principais anomalias elétricas e mecânicas que poderiam ser identificadas durante a rotina de manutenção e as ações a serem tomadas. A instrução foi conduzida de forma prática, com demonstrações diretas, garantindo que os colaboradores compreendessem a importância da inspeção preventiva e seguissem corretamente os procedimentos de checagem.

Além da elaboração dos *checklists* e treinamentos, a estagiária participou de reuniões de manutenção autônoma, um dos pilares do TPM (*Total Productive Maintenance* - TPM). O TPM é uma metodologia voltada para a melhoria contínua da eficiência dos equipamentos, envolvendo diretamente os operadores no processo de manutenção preventiva. Dentro dessa abordagem, foram discutidas estratégias para aumentar a confiabilidade das máquinas, reduzir falhas elétricas e otimizar os procedimentos de manutenção.

No momento da escrita deste relatório, a estagiária faz parte do comitê de TPM do setor e integra a equipe de melhoria específica, participando ativamente na implementação de ações para aumentar a eficiência operacional dos equipamentos industriais.

Essas atividades reforçaram a importância da integração entre engenharia e manutenção, demonstrando como a aplicação de conceitos teóricos pode impactar diretamente a eficiência produtiva e a redução de custos industriais. Além disso, permitiram o desenvolvimento de uma visão analítica voltada para a prevenção de falhas e a confiabilidade dos sistemas elétricos industriais, competências essenciais para a atuação futura como engenheira eletricista.

#### 4.7 CONDUÇÃO DE REUNIÕES INTERNAS NO SETOR

A estagiária teve a oportunidade de conduzir algumas reuniões internas no setor, seja para a aplicação do 5S, uma metodologia japonesa que promove organização, limpeza e disciplina no ambiente de trabalho, para acompanhamento de atividades de manutenção no setor, ou para apresentações e alinhamentos de projetos desenvolvidos por ela, compartilhando os avanços e impactos esperados com a equipe técnica e de gestão.

Esses momentos não apenas reforçaram suas habilidades de comunicação e liderança, mas também demonstraram sua capacidade de articular ideias e integrar diferentes setores da fábrica, consolidando sua participação ativa nos processos industriais.

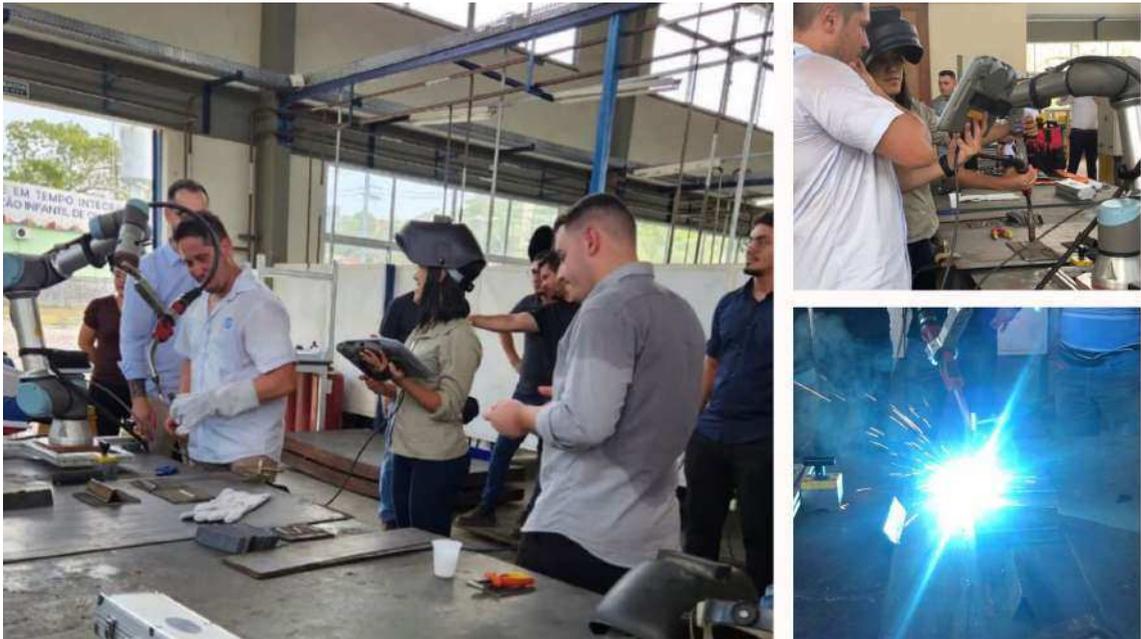
#### 4.8 PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES COM FORNECEDORES EXTERNOS

A estagiária conduziu mais de 10 reuniões com fornecedores externos, visando a aquisição de serviços e produtos para implementação de melhorias no setor. Essas reuniões, realizadas principalmente com fornecedores locais, foram essenciais para garantir soluções eficientes e adequadas às demandas do setor.

Em uma das reuniões, surgiu uma oportunidade ímpar: a participação em um evento especializado em robôs colaborativos, alinhados à visão computacional. Representando a empresa de forma exclusiva, a estagiária teve a oportunidade de

estabelecer redes importantes e realizar sua primeira programação em um robô colaborativo de solda industrial, destacando-se em um ambiente inovador e tecnológico. Registros deste momento podem ser vistos na figura 33.

Figura 33 - Primeiro evento prestigiando inovações na robótica direcionadas ao setor industrial.



Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.9 CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO TÉCNICO

A estagiária marcou sua trajetória na história da Yamaha ao atuar como uma das instrutoras do primeiro curso do Centro de Treinamento da Produção Geral 3, sendo responsável pela elaboração integral da primeira apostila técnica do setor. Este material, desenvolvido para capacitar tanto colaboradores antigos quanto novos, foi adotado oficialmente e será utilizado continuamente como referência no treinamento da equipe, consolidando o impacto e o legado de sua contribuição.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do estágio, a estagiária teve a oportunidade de atuar de maneira abrangente em sua área de formação, cumprindo integralmente os objetivos propostos. O objetivo principal, de aplicar a engenharia para inovação e manutenção em pintura industrial, foi atingido por meio de sua participação efetiva em projetos técnicos, aprimoramento de processos e implementação de melhorias significativas no setor.

Dentre os objetivos específicos, destaca-se a colaboração ativa em projetos da área de engenharia, que incluiu o desenvolvimento de um novo carro transportador de garfos e um carro de secagem de borra de tinta, ambos impactando diretamente na eficiência produtiva e na sustentabilidade do setor. No que se refere ao auxílio nas atividades da área, a estagiária acompanhou a instrumentação de processo, participou da análise de parâmetros elétricos e de eficiência de equipamentos, elaborou *checklists* e ministrou treinamentos técnicos, reforçando a importância da manutenção e da capacitação dos operadores.

Quanto ao objetivo de contribuir com melhorias em processos e/ou ações da área, sua atuação se estendeu desde a revisão e otimização de *checklists* de máquinas até a implementação de novas metodologias de inspeção e controle de qualidade, incluindo testes de eficiência em equipamentos e reestruturação do fluxo produtivo em setores estratégicos. Além disso, participou de reuniões de 5S e TPM (*Manutenção Produtiva Total - TPM*), integrando a equipe de melhoria específica e promovendo ações alinhadas aos princípios de manutenção autônoma e gestão eficiente dos recursos.

Por fim, ao atender às demandas do programa de estágio em engenharia da Yamaha, a estagiária não apenas cumpriu as atividades propostas, mas expandiu seu campo de atuação, participando de reuniões estratégicas com fornecedores, incluindo interações com equipe internacional, vindas do Japão, o que enriqueceu sua percepção sobre engenharia aplicada em um contexto global e multidisciplinar.

O estágio proporcionou uma experiência prática de alto valor, permitindo a aplicação de conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia Elétrica e o desenvolvimento de habilidades complementares em gestão, tecnologia e inovação industrial. Além disso, aprimorou sua visão sistêmica, capacidade analítica e senso de

responsabilidade técnica, consolidando um perfil profissional alinhado aos desafios da engenharia moderna.

Por fim, a estagiária buscou honrar a confiança depositada ao ingressar na Yamaha Motor da Amazônia, dedicando-se com comprometimento e proatividade para agregar valor à empresa. Com a certeza de ter extraído o máximo aprendizado dessa vivência, concluí esta etapa com gratidão e entusiasmo para enfrentar os próximos desafios profissionais.

## REFERÊNCIAS

ABRAFATI - Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas. Disponível em: <http://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

AGCO. Relatório anual 2019. SMART SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE: WHAT DOES IT TAKE TO FEED A CHANGING WORLD?, [S. l.], p. 1-184, 2019. Disponível em: <https://ar2019.agcocorp.com/assets/pdf/2019%20AGCO%20Corp%20Annual%20Report.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.

BITTELBRUNN, B.; PERINI, B. L. B.; SELLIN, N. Avaliação do aproveitamento de borra de tinta gerada em sistemas de pintura de processo metalúrgico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. Florianópolis: COBEQ, 2014. Disponível em: <URL, caso exista>. Acesso em: 10 dez. 2024.

BMV. Carrinhos tubulares para transporte de peças. Disponível em: <https://bmv.com.br/carrinhos-tubulares-para-transporte-de-pecas/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

CHECK-LIST DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/691845978/Check-List-de-Maquinas-e-Equipamentos-Em-Branco>. Acesso em: 10 dez. 2024.

FAZENDA, J. M. R. Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Ed. Abrafati - Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas, 2ª Ed., Vol. 1 e 2, 1995.

FITZ TINTAS. Principais defeitos de pintura. Disponível em: <https://www.fitztintas.com.br/principais-defeitos-de-pintura>. Acesso em: 24 fev. 2025.

G1. Faturamento do Polo Industrial de Manaus cresce 14,3% nos primeiros dez meses do ano, aponta Suframa. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2024/12/04/faturamento-do-polo-industrial-d-e-manaus-cresce-143percent-nos-primeiros-dez-meses-do-ano-aponta-suframa.ghtml>. Acesso em: 10 dez. 2024.

GRUPO ARPIAS PERSUL. Pré-tratamento químico na pintura industrial. Disponível em: <https://grupoarpiaspersul.com.br/pre-tratamento-quimico-na-pintura/>. Acesso em: 03 mar. 2025.

IGANCHEIRAS. Carrinho para transporte de gancheiras e peças. Disponível em: [https://www.igancheiras.com.br/carrinho\\_para\\_transporte\\_de\\_gancheiras\\_e\\_pecas.html](https://www.igancheiras.com.br/carrinho_para_transporte_de_gancheiras_e_pecas.html). Acesso em: 03 mar. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Standards. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home/standards>. Acesso em: 10 dez. 2024.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese de Livre Docência. Escola Politécnica - USP, 113 p., 2000.

JUNIOR, Cleber Alves de Oliveira. As melhorias realizadas no setor de pintura industrial de uma empresa do segmento siderúrgico. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2020.

KEYENCE. Equipamento antiestática e de limpeza: ionizador sensorial/sistema de limpeza – catálogo geral de ionizadores. Disponível em: <https://www.keyence.com>. Acesso em: 10 dez. 2024.

LOPES, Nathália Lamenha. Análises de problemas e melhorias de processo: relatório de estágio supervisionado. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, 2018.

NASCIMENTO, Maissa Kamyllle Melo do. Prospecção tecnológica de cabine de pintura industrial: análise para indústria de duas rodas do Polo Industrial de Manaus. 2022. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

NAKANO, Marjorie; ALMEIDA, Ricardo de; STEINER, Maria Teresinha Arns. Otimização na utilização de caixas em carrinhos tubulares por meio dos algoritmos FF, FFD, BF e BFD: um estudo de caso aplicado a uma indústria automotiva. Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP 2017, ISSN: 2318-9258, 2017.

ONU BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 09 dez. 2024.

O PINTOR Consultoria. Pintura industrial. Disponível em: <https://opintorconsultoria.com/PINTURA-INDUSTRIAL/>. Acesso em: 09 dez. 2024.

PENTANOVA. Processos de pintura automotiva. Disponível em: <https://pentanova.com.br/processos-de-pintura-automotiva/?cn-reloaded=1>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ROCHA, Newton Ribeiro. Eficiência energética em sistemas de ar comprimido. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

TIANO, Paulo C. M.; AOKI, Idalina V. Proteção anticorrosiva para estruturas de aço em atmosferas industriais e marinhas com sistema de tinta base aquosa acrílica tipo DTM (Direct to Metal). Mogi Mirim, SP: Indústria Elétrica Marangoni Maretti Ltda, 2015. Disponível em: [arquivo PDF compartilhado]. Acesso em: 10 dez. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Yamaha Motor divulga relação de alunos pré-selecionados para programa de estágio. 2024. Disponível em: <https://cct.ufcg.edu.br/noticias/yamaha-motor-divulga-relacao-de-alunos-pre-selecionados-para-programa-de-estagio/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Apostila de Manutenção Industrial: Mecânica. Juiz de Fora: UFJF, 2014.

WEG Equipamentos Elétricos S.A. Pinturas: defectos de pintado. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h7e/hb0/WEG-pinturas-defectos-de-pintado-50074197-catalogo-es-web.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.

YAMAHA MOTOR CO. História da Yamaha Motor. eBook. Disponível em: <https://www.yamaha-motor.com.br/file/general/ebook-historia-yamaha.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.

YAMAHA MOTOR DO BRASIL. Disponível em: <https://www.yamaha-motor.com.br/>.  
Acesso em: 10 dez. 2024.