



**prêmio GLP**  
DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA  
2017

## **Cabine de Metalização por Asperção Elétrica Robotizada**

Desenvolvimento de um sistema de metalização robotizado  
para recipientes de 20kg, 125kg e 190kg.



---

**PARTICIPANTES:**            **Estamparia Industrial Aratell**  
**Nova Tecnologia LTDA M.E.**

**CATEGORIA:**                **Infraestrutura**

**TÍTULO:**                      **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE METALIZAÇÃO ROBOTIZADO PARA RECIPIENTES DE 20KG, 125KG E 190KG.**

**AUTORES:**                    **Márcia Coelho Christino** – Coordenadora do Setor de Qualidade da Estamparia Industrial Aratell

**Jose Luiz Aragon** – Diretor da Estamparia Industrial Aratell

**Felipe Evaristo da Cruz** – Engenheiro de Aplicação da Nova Tecnologia

## **Introdução**

Este projeto foi desenvolvido através de uma parceria Aratell – Nova Tecnologia, que identificou uma oportunidade de melhoria em uma das linhas de pintura manual dos recipientes metálicos metalizados P20, P125 e P190. Com a automação e a troca do processo de metalização por aspersão térmica para o processo de aspersão elétrica, diminuiu-se o tempo de produção dos botijões, aumentando a produtividade da linha e diminuindo problemas de qualidade como a formação de bolhas. Comprovadamente os processos utilizando robôs são mais eficientes comparado a processos manuais, neste caso em específico tem-se como objetivo direto melhorar a aplicação de zinco nas peças garantindo a uniformidade da aplicação, ter um ganho produtivo em relação ao tempo de processo, e a eliminação de problemas em relação a aplicação e como objetivos indiretos reduzir custos com insumos e energia, ganhos em ergonomia, maior controle da produção e flexibilidade para interferências nas linhas de produção.

## **Grupo Aratell**

O Grupo ARATELL é constituído por empresas do segmento metalúrgico, de capital nacional, localizado na Mooca - São Paulo desde 1962.

A visão empreendedora e arrojada do Sr. José Luis Aragon Zarza foi de fundamental importância para que a empresa se consolidasse através do lema “Empenho, Determinação, Garra e Trabalho”.

É grande produtor de recipientes transportáveis e estacionários para envasamento de GLP como também de todos os seus componentes (válvulas, plugues, flanges e acessórios). Tem buscado na inovação tecnológica uma forma de se manter atualizada, procurando sempre ouvir o mercado consumidor, trabalhando com padrões de Qualidade, Segurança e Sustentabilidade, orgulha-se de sua permanência no segmento de GLP e de sua parceria entre colaboradores, clientes e fornecedores.



Figura 1 – Logo da Estamparia Industrial Aratell



Figura 2 – Fachada do prédio administrativo da Estamparia industrial Aratell

## Nova Tecnologia

A Nova Tecnologia LDTA-ME é pioneira em integração de células de pintura automatizadas, com matriz em São Paulo e uma filial em Dayton nos Estados Unidos. A empresa existe há mais de 11 anos no mercado, fundada em 2005 por Diogo Luna Fonseca teve como seguimento inicial o ramo de Automação Predial, voltada à eficiência energética.

Aproveitando uma oportunidade de mercado e visando sempre oferecer serviços de alta qualidade e confiabilidade, a Nova Tecnologia começou a atuar no ramo de automação industrial. Desde então vem obtendo grandes resultados,

garantindo a seus clientes excelentes projetos com ótimos índices de retorno de investimento e satisfação.



Figura 3 – Logo Nova Tecnologia

Dentro do ramo de automação industrial, a Nova Tecnologia especializou-se no processo de pintura, em específico nos projetos de pintura robotizada. Com este nicho de mercado a Nova Tecnologia criou o Nova *Paint*, um conceito onde tem-se células de pintura robotizada padronizadas, contemplando robô de pintura, cabine, equipamento de pintura e painel de automação. Batizadas com nomes de pintores como *Picasso*, *Michelangelo* e *Da Vinci* são células robotizadas que variam seu padrão de acordo com o equipamento de pintura e a dimensão do robô utilizados. Um dos produtos, a Célula Picasso, foi construída no laboratório da Nova Tecnologia em São Paulo, visando oferecer testes aos clientes e demonstrar a eficácia dos sistemas de pintura robotizados.

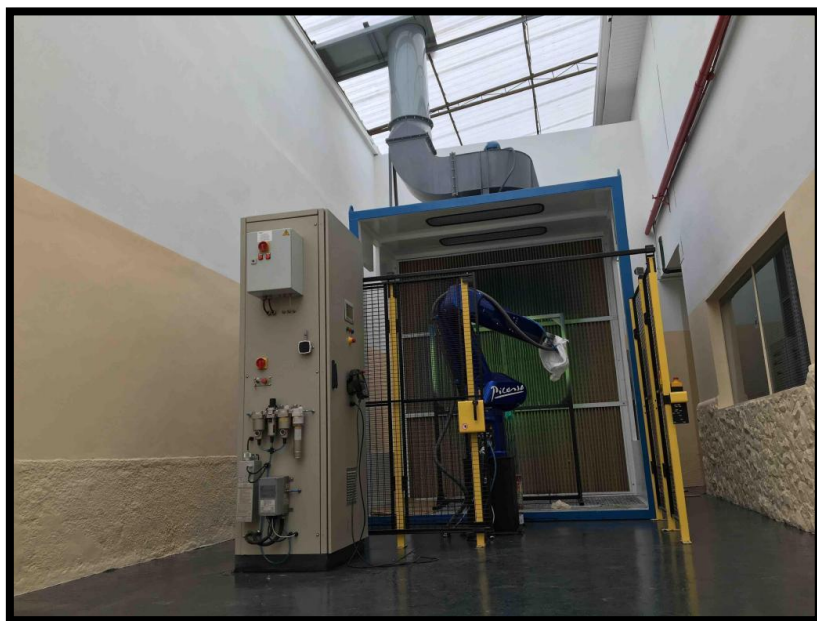


Figura 4 – Showroom Nova Tecnologia

## Problemas e Oportunidades

Alguns recipientes metálicos para armazenagem e transporte de GLP a pedidos de seus distribuidores levam um revestimento de zinco para fins protetivos aumentando a durabilidade do produto a corrosão e aumentando consequentemente seu valor agregado. Dentro da gama de produtos que a Aratell possui, existem três modelos que alguns clientes necessitam que sejam metalizados.

No caso, os recipientes P-20, P-125 e P-190, cujo o processo de metalização dava-se por um processo de aspersão térmica onde se envolve o uso de uma pistola manual que através do gás oxiacetileno que aquecia o arame de zinco até o ponto de fusão e o mesmo pulverizado nas peças. O processo de metalização manual por aspersão térmica além de possuir um índice grande de retrabalho também possui riscos ocupacionais como inalação dos gases tóxicos. Na tabela abaixo estão descritos tópicos realçando a problemática do processo:

<b>Produtividade</b>	Por mais experiente que seja um operador o desvio de atenção e cansaço acabam gerando uma produção variável ao longo da jornada. Um sistema robotizado, além de não sofrer este impacto, também não está sujeito a perdas por descanso obrigatório nem tampouco paradas para refeições.
<b>Retrabalho Refugo</b>	Ainda por motivos de desatenção ou cansaço do operador, um sistema de metalização manual está sujeito a apresentar peças com falhas gerando retrabalho e/ou refugo da mesma, impacto que um robô também não sofre.
<b>Desuniformidade</b>	No processo manual, por mais que operador mantenha uma forma de aplicação homogênea, ele dificilmente conseguirá manter a uniformidade de camada de zinco nas peças metalizadas, diferentemente de uma operação realizada por robô que pré-programado executa a trajetória de forma constante garantindo a repetibilidade dos movimentos.

<b>Ergonomia</b>	Em uma linha de metalização manual temos situações em que ocorre desconforto postural, dores, dificuldades de movimentos e fadiga excessiva podendo ocorrer lesões capazes de limitar as atividades cotidianas.
<b>Ar contaminado</b>	Partículas ficam em suspensão no ar e o contato prolongado com esse material é prejudicial à saúde. Por isso, para proteger o operador humano, são normalmente utilizados sistemas de ventilação, exaustores, coletores de pó, roupas especiais e máscaras de proteção para os operadores.
<b>Potencial Ambiente Cancerígeno</b>	Considerado através da Norma Regulamentadora de número 15, NR-15, insalubridade de grau médio.
<b>Tempo de Processo</b>	No processo de metalização por aspersão térmica é necessário esperar o tempo de flash off, ou seja, um tempo antes da pintura final. Se este tempo não for respeitado é grande a possibilidade do aparecimento de bolhas devido ao gás inerente ao processo preso no material, tal fato, é prejudicial tanto esteticamente quando afeta diretamente no processo de corrosão.

Tabela 01 – Tabela de Caracterização do Processo Manual



Figuras 5 e 6 – Processo de Metalização manual na Estamparia Industrial Aratell

Por todas as situações mencionadas, os robôs industriais são uma tendência no mercado atual para trabalho em condições insalubres.

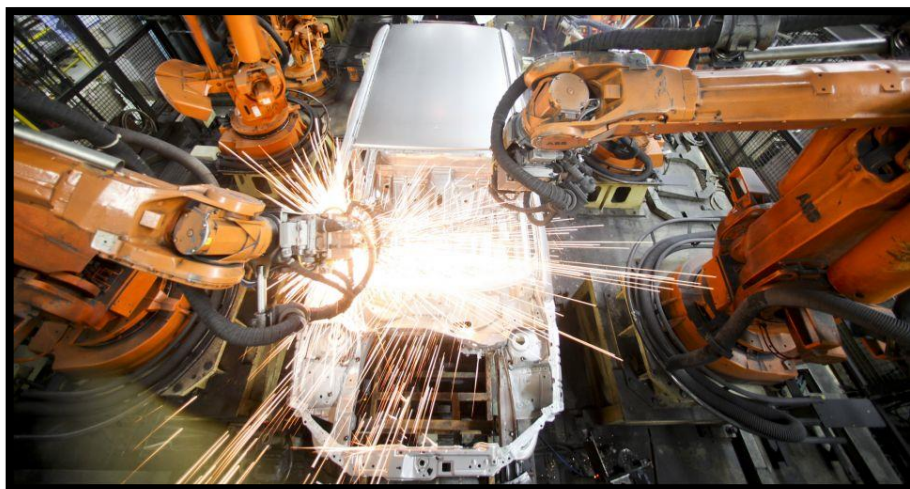


Figura 7 – Processo de Solda Automático

Fonte: <http://pebinhadeacucar.com.br/parauapebas-sedia-i-workshop-de-tecnologias-avancadas-em-fabricacao-por-soldagem/>

## 🚧 Plano de Ação – Objetivos, Metas e Estratégias

Devido a constante necessidade de inovação e melhoria contínua estabeleceu-se como meta a automatização da linha de metalização, com o objetivo de sanar os problemas existentes citados anteriormente almejando uma situação ideal, buscou-se trabalhar filosofias de processos industriais enxutos, com o menor desperdício possível, além de proporcionar uma maior qualidade em relação ao produto final e um ambiente de trabalho favorável a saúde ocupacional dos funcionários.

A instalação do sistema de metalização automático com manipulador de 6 eixos tem o intuito de poder emular os movimentos uniformes e por vezes complexos, que o operador executaria se estivesse realizando o processo de metalização com vantagens, tais como:

- Redução de retrabalhos.
- Aumento de produtividade, devido a agilidade do manipulador.
- Ganho de uniformidade na aplicação devido a repetibilidade do manipulador.
- Economia na aplicação de insumos.
- Redução no tempo de processo – Eliminação de Flash-Off



- Retirar o operador de uma condição de trabalho repetitivo evitando doenças ocupacionais.
- Economia com o custo do gás oxiacetileno – Insumo da aplicação do processo por aspensão térmica.
- Eliminação do risco de explosão como no processo por aspensão térmica pela utilização do gás combustível oxiacetileno.
- Retirada de operadores de um ambiente nocivo.
- Menores custos indiretos de processo (Máscaras, roupas de proteção, dentre outros).

## **Implementação**

O sistema de metalização automatizado foi desenvolvido de acordo com as necessidades do processo em questão, desde um manipulador robotizado ao controle da linha e seus parâmetros, englobando todos os dispositivos de automação envolvidos no processo atendendo as peculiaridades do processo.

### **❖ Sistema de metalização**

Metalização é a aplicação de um novo revestimento metálico por meio de deposição de material em superfícies previamente preparada, aumentando sua proteção contra corrosão e a desgastes. Esses metais são fundidos em uma fonte de calor gerado pelo bico de uma pistola apropriada.

O processo de Aspensão Térmica por chama oxi-acetilênica se dá por um metal em forma de arame que se funde pelo calor da chama provocado pelo gás acetileno e o oxigênio. Através de um forte jato de ar (ar comprimido) as partículas derretidas são pulverizadas chocando-se sobre a superfície da peça. Este processo é chamado “a frio” devido à superfície da peça não aquecer em demasia, evitando-se empenamento. O revestimento formado é um novo material metalúrgico, com propriedades físicas completamente diferentes do metal original.

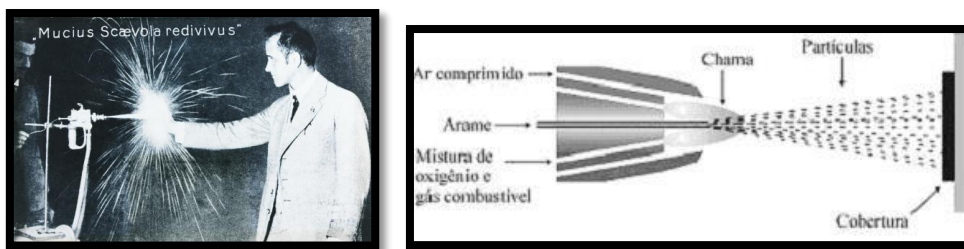


Figura 8 e 9 – Engenheiro suíço Dr. Max Ulrich Schoop em 1896 e  
Processo de Metalização oxiacetilênica

Já no processo atual, a fonte de calor para fundir o material de deposição é um arco elétrico. O arco elétrico é obtido no bico de uma pistola onde chegam dois arames do material de deposição. Provoca-se um diferencial de potencial abrindo o arco elétrico que funde os arames. Um sistema mecânico puxa os arames continuamente ao mesmo tempo que um forte jato de ar comprimido é dirigido na região onde se funde o material, atomizando-o e projetando-o contra a superfície.

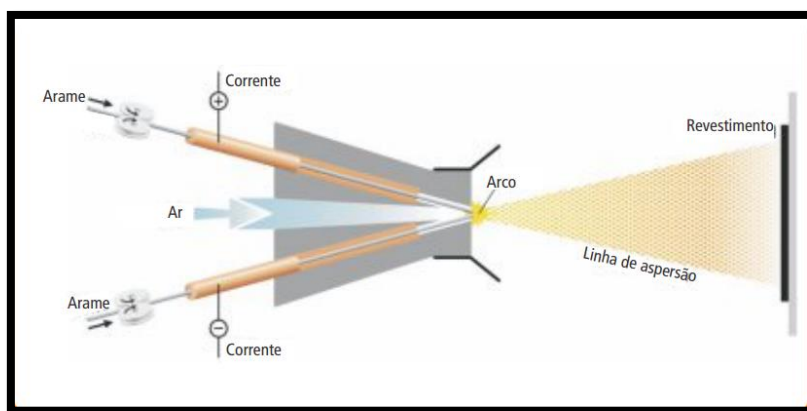


Figura 10 – Processo de Metalização por aspensão elétrica

As temperaturas geradas no arco elétrico são superiores às da chama oxiacetilênica. Quaisquer dos materiais empregados neste processo são fundidos e superaquecidos bem acima de seu ponto de fusão. As partículas superaquecidas ao se chocarem com a superfície promovem, já de imediato, uma difusão pelo material de base, e na continuação uma melhor ligação entre as partículas resultando daí camadas com menor porosidade e superiores propriedades mecânicas. As camadas obtidas por esse processo possuem

menor índice de inclusão de óxidos o que resulta em maior resistência a tração, embora com alguma perda de dureza em relação às camadas obtidas pelo processo a chama de gás.

### ❖ Robô de Aplicação

O robô utilizado na aplicação de metalização é o modelo Stäubli RX160L, o mesmo é adequado para manipulações que exigem precisão e flexibilidade, possui uma área de trabalho esférica onde permite a máxima utilização do espaço da célula. Com alcance de 2010mm, e carga nominal de 14kg, o RX160L torna-se o ideal para aplicação em questão.



Figura 11 – Robô RX160 Staubli

### ❖ Painel de automação

O painel de automação possui componentes dedicados para o melhor controle da aplicação, desde de dispositivos de comandos elétricos até equipamentos para a Interface Homem Máquina, onde o operador seleciona o modelo do recipiente GLP a ser metalizado.



Figura 12 – Interface Homem Máquina – IHM da aplicação

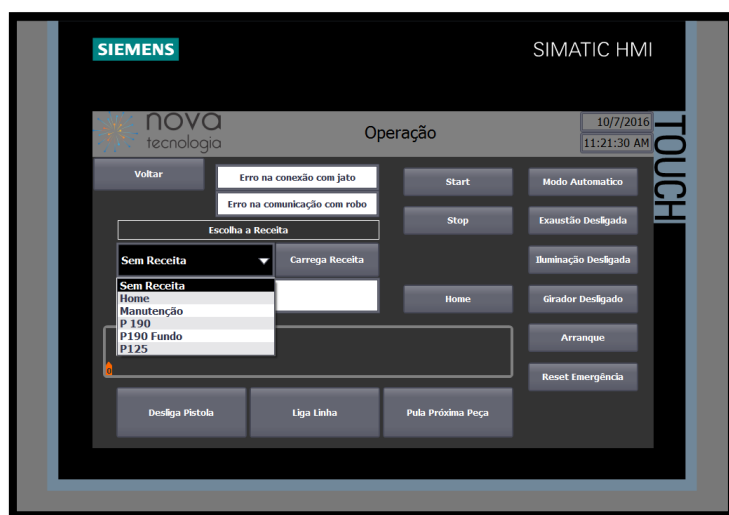


Figura 13– Interface Homem Máquina – IHM da aplicação

### ❖ Lógica de Programação

Toda a linha aérea do processo possui um funcionamento de forma sincronizada, respeitando o tempo do processo de cada etapa que são elas:

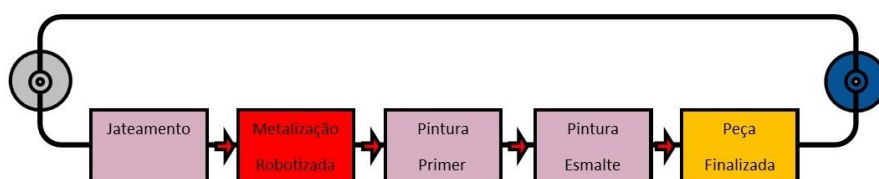


Figura 14– Layout da Linha

No início do processo o operador insere a peça na linha aérea onde a mesma passa pelo processo de jateamento, granelhas de aço removem toda carepa e oxidação existente na peça. Como na linha aérea a peça sempre precisa parar no mesmo ponto dentro da cabine de jateamento, no processo de metalização para efeito de correção de posicionamento da peça dentro da cabine de metalização fora instalado um encoder na linha, para identificar o quanto a peça se deslocou do ponto pré-programado para a trajetória do robô. Identificado este ponto, que pode ser um ponto dentro de uma faixa de 500mm, o robô corrige sua trajetória automaticamente ajustando as condições da linha aérea e mantendo a qualidade de aplicação de zinco na peça. Abaixo, a imagem ilustra o deslocamento da peça do ponto pré-programado.

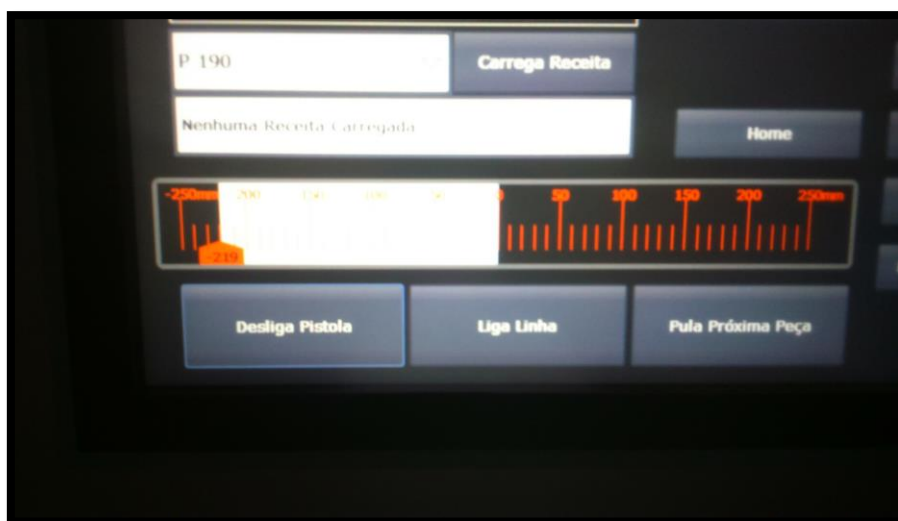


Figura 15– Interface Homem Máquina – IHM da aplicação

Os processos de aplicação de tinta tanto no primer como no esmalte após a aplicação de zinco nos botijões são manuais. Os operadores possuem botões que poderão parar a linha em qualquer instante, caso siga automaticamente, as peças para aplicação dos insumos param na posição para o pintor executar o trabalho, só liberando a linha para as peças seguintes quando todas as aplicações estiverem concluídas.

## Layout da Cabine de Metalização



Figura 16 – Layout da Aplicação



Figuras 17 e 18 – Layout da Aplicação



Figura 19 – Layout da Aplicação

## INDICADORES DE DESEMPENHO

A recente linha de metalização automatizada permitiu a Estamparia Aratell, um aumento considerável de sua produção de peças na fabricação dos recipientes atendendo as demandas existentes, além de também trazer uma economia de insumos com retrabalhos e desperdício. No processo anterior consumia-se 1,8kg de Zinco por peça, atualmente o processo consome 1,6 kg de material.

Comparando 25 dias de produção e uma produção de 48 peças por dia do recipiente P-190, no processo anterior tinha-se um custo médio de R\$ 52.723,00 levando em consideração custo com aluguel de cestas de oxigênio e acetileno, arame de zinco, e o custo dos aplicadores. Já no processo automatizado gasta-se em média R\$ 35.925,00 por mês, considerando custo com arame e energia elétrica, ou seja, uma economia de R\$ 16.798,00.



Figura 20 – Economia por mês

Existem diversos fatores que evidenciam esta melhora no processo, como a economia de recursos providos para o processo, uma grande melhora na ergonomia do trabalhador evitando o contato com um processo insalubre, o ganho produtivo por ganho no tempo de aplicação e também por não realizar o Flash-off de 1 dia como no processo anterior. Todas essas ações elevaram o ganho produtivo que por consequência consegue atender seus clientes com uma maior rapidez.

