

## ESTUDO DE CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA DE CHAPECÓ/SC: SUBSTITUIÇÃO DE ABRAÇADEIRA DE AÇO SAE1020 GALVANIZADO POR COMPOSTO DE NYLON COM 30% DE FIBRA DE VIDRO

Giolmar de Mello<sup>1</sup>  
Filipe Sehn Febras<sup>2</sup>

### RESUMO

Esta pesquisa foi realizada em uma agroindústria de Chapecó/SC, visando a substituição de uma abraçadeira fabricada em aço SAE1020 galvanizado à frio por polímero composto de nylon com 30% de fibra de vidro por processo de injeção, processo esse que a empresa já possui internamente. O estudo de campo foi realizado em três aviários de peru, três aviários de frangos e três chiqueiros da região de Chapecó-SC, para registrar as condições de ambiência e manejo dos animais utilizando a peça atual, para assim registrar os padrões e normas exigidos pelos clientes e organizações envolvidas. Neste trabalho foram realizadas análises em um software e ensaios mecânicos de tensão e cisalhamento, tendo em vista uma análise quantitativa para verificar a resistência mecânica do material. Foram realizados testes de condutividade elétrica para atestar o isolamento do polímero. Os resultados foram satisfatórios comprovando a importância da alteração do produto para poder garantir a satisfação do cliente e da empresa.

**Palavras-chave:** Abraçadeira. Qualidade. Produtividade. Confiabilidade.

### 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da automação na avicultura e suinocultura, a indústria de produção de equipamentos está buscando desenvolver produtos com alta tecnologia. O avanço da tecnologia dos fabricantes com maquinários e matérias primas inovadoras, abrem-se espaços para novos produtos que tem como objetivo facilitar a vida e lucros dos produtores.

Portanto, os fabricantes vivem reprojutando seus produtos, utilizando novas matérias primas que aparecem no mercado, oferecendo cada vez mais um produto que atenda a demanda do mercado com rapidez e qualidade necessária, sempre visando lucros e confiabilidade do cliente.

O tema deste trabalho foi realizado em uma agroindústria de Chapecó/SC, sendo abordado a substituição de uma abraçadeira fabricada em aço SAE1020 galvanizado à frio por polímero composto de nylon com 30% de fibra de vidro por processo de injeção, processo esse que a empresa já possui internamente.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: giolmar\_mello@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: filipe@uceff.edu.br

Segundo pesquisas, as situações problemáticas dos equipamentos agropecuários criam e são submetidos as várias intempéries (temperatura, umidade e pressão), criando assim um ambiente com alta concentração de agentes que facilitam o processo de corrosão dos produtos. Com isso, há perda de confiabilidade do produto galvanizado devido à presença prematura de corrosão.

Por muito tempo, antes das novas tecnologias de equipamentos ter esse representativo avanço, os produtos fabricados em aço carbono e pós galvanizado a frio atendiam o mercado. Na atualidade, o ambiente interno das edificações criada pelos equipamentos de climatização conseguem um controle refinado do clima e da pressão interna, levando em consideração estudos de melhoria para conversão dos animais. Com isso, o aumento dos polímeros em projetos tem auxiliado para a melhoria da qualidade contra intempéries.

Sendo assim, **quais os benefícios que a substituição do aço por composto de nylon trará para a empresa e será resistente a corrosão, anti-choque e esforços mecânicos submetidos do equipamento, tal qual as vantagens para empresa com a alteração?**

Este estudo justifica-se pelo alto número de insatisfação dos clientes que veem o produto como não confiável devido a corrosão superficial precoce. Com essas insatisfações, a empresa opta por fazer a troca desses produtos visando garantir a confiabilidade, arcando com custos do técnico que faz a substituição e da nova mercadoria.

Nesse sentido, para a execução desse projeto, faz-se necessário uma adequação das normas técnicas de construção e sanitários, visando o menor custo de produção, comprimento de prazos e com isso aumentando a vida útil do produto.

Com esse estudo, a empresa Edege Industria de Equipamentos Agropecuários poderá se beneficiar produzindo um produto de melhor qualidade e custo menor de produção com diferencial no mercado, garantindo um padrão e unificação das linhas de frangos, perus e suínos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO DE SUBSTITUIÇÃO DA MATÉRIA PRIMA**

A peça de estudo é usada em galpões de frango, suínos e perus para suspensão das linhas de comedouros, tendo contato direto com o clima interno das edificações, onde há uma grande concentração de gases e umidade que aumentam a incidência de pontos de oxidação

das peças metálicas como mostra a Figura 1, que ilustra o sistema automático alimentador de suínos.

**FIGURA 1 – GALPÃO DE SUÍNOS**



Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Já, na Figura 2, o sistema automático alimentador de peru onde as abraçadeiras fazem a suspensão dos mesmos

**Figura 2 - Galpão de perus**



Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Bem como, a Figura 3 mostra as abraçadeiras metálicas atuais usadas, no alimentador automático.

**FIGURA 3 - ABRAÇADEIRAS**



Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Como visto nas Figuras 1, 2 e 3, as abraçadeiras têm aplicações específicas onde obedece a configuração das linhas, tendo que suportar a esforços mecânicos, resistente ao clima interno que é propício ao aparecimento de corrosão, com acabamento que ao contato com o animal não cause lesões e também a importância da configuração dos furos para ancoragem das linhas, passagem do manejo e fio eletrochoque que são especificadas dos equipamentos da empresa.

## 2.1 MATERIAIS

Os materiais estão presentes em nosso dia a dia e em nossa cultura muita mais do que nos damos conta, como por exemplo transporte, habitação, vestuário, comunicação, recreação e produção de alimentos (CALLISTER, RETHWISCH, 2013).

Na antiguidade, sem estudo dos materiais o acesso era limitado, sendo que, os seres humanos somente utilizaram materiais que surgiram da forma natural, tais como: pedra, madeira, argila, peles e etc. E com o passar do tempo descobriam novos materiais e desenvolveram técnicas para alterar suas características, ajudando na criação de novos e diferentes produtos. (CALLISTER, RETHWISCH, 2013)

### 2.1.1 Polímeros

Polímeros são materiais produzidos através de um processo de polimerização, como exemplos borrachas (elastômeros) e muitos tipos de adesivos. Além de serem bons isolantes elétricos fornecem um bom isolamento térmico. Igualmente, tendo uma boa resistência mecânica, os mesmos possuem uma boa razão resistência / peso. Por outro lado, não são adequados a altas temperaturas e vários destes polímeros são bastante resistentes a produtos químicos. Podemos dividi-los em polímeros termoplásticos e termofixos (ASKELAND, PHULÉ, 2012).

A polimerização é a união de moléculas pequenas produzindo moléculas maiores chamando-se de polímeros. Essas moléculas se dividem em termoplásticos e termofixos, se diferenciando por sua ligação estrutural. Os termoplásticos têm estrutura com várias cadeias emaranhadas sem ligação interligadas e os termofixos formam redes tridimensionais ligados entre vizinhos covalentes (ASKELAND, PHULÉ, 2012).

Segundo Smidt e Hashemi (2012), materiais poliméricos de revestimentos são utilizados para proteção contra corrosão, choque térmico, impacto, desgaste e abrasão por ter baixo custo e se encaixar em várias aplicações.

Morassi (2013) demonstra na Tabela 1, os testes em laboratórios dos pesos médio moleculares dos polímeros que é levado em consideração no momento da escolha do material.

**Tabela 1 – Peso médio molecular**

<b>Polímero</b>	<b>Peso molecular (g/mol)</b>
Polietileno de Baixa densidade - LDPE	20000 - 40000
Polietileno de alta densidade – HDPE	20000 – 60000
Polipropileno – PP	30000 – 50000
Poliestireno – PE	50000 – 200000
Policloreto de vinila - PVC	40000 – 80000
Poliamida 66 – PA 66	10000 – 40000

Fonte: Morassi (2013).

Continuando, Morassi (2013) classifica os polímeros sob vários aspectos, tais como:

- Origem (natural ou sintético);
- Reação de preparação (poliadição, policondensação);
- Estrutura química (linear, ramificado, reticulado);
- Características de fusibilidade (termoplástico, termofixo);
- Heterogeneidade da cadeia (homopolímero e copolímero);
- Comportamento mecânico (plásticos, elastômeros e fibras).

Conforme, Canevarolo (2002) define os termoplásticos como de engenharia por ter grande aceitação em projetos devido à alta resistência mecânica e estabilidade dimensional. Através de ligações secundárias sua propriedade facilita a permeação de moléculas de água (P.A.), atingindo a saturação máxima de 2 a 9%, tornado as poliamidas higroscópicas. Com isso conforme a aplicação a importância de se atestar a condutividade elétrica desse material. Pode-se observar na Figura 4, o suporte e hélices do ventilador produzida em nylon 30% fibra de vidro que fazem parte da família das poliamidas.

**Figura 4 - Ventilador**

Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Além disso, nos materiais poliméricos são adicionados aditivos e reforços geralmente de origem mineral - dolomita, talco, quartzo, calcita, caulim, na forma de pó fino, servindo para aumentar dureza, volume e reduzir o custo. Além disso, se for necessário podem ser usados corantes para dar a cor desejado ao produto, (MORASSI, 2013).

Ademais, o reforço de fibra de e outras fibras sevem para aumentar a resistência mecânica do produto como resistência ao impacto e resistência a tração. As principais fibras utilizadas são fibra de vidro, fibra de carbono, kevlar e sistemas híbridos. (MORASSI, 2013)

Morassi (2013), apresenta na Tabela 2 as propriedades da fibra de vidro testado em laboratório.

**Tabela 2 - Características da fibra de vidro**

Propriedades	Unidades	Fibra de vidro
Força de nó	N	4,9
Força de laço	N	26,5
Absorção da umidade	N	0,3
Resistência à tensão	GPa	2,2
Módulo de tensão	GPa	68
Tensão de ruptura	%	3,2
Resistência à tração	kg/mm <sup>2</sup>	220
Densidade específica	g/cm <sup>3</sup>	2,55
Tenacidade	10 <sup>3</sup> psi	500
Elongação à ruptura	%	4,8

Fonte: Morassi (2013).

Semelhantemente, podem ser adicionados aos polímeros aditivos antichama, utilizados para eliminar ou retardar a inflamabilidade dos materiais e aditivos ANTI-UV que evitam a degradação do polímero expostos a radiação ultravioleta (UV), (MORASSI, 2013).

## 2.1.2 Propriedade Mecânicas

A primeira preocupação do engenheiro quando pensa em produtos novos é a resistência mecânica que agrega as propriedades dos materiais como elasticidade, ductilidade, fluência, dureza e tenacidade, (VLACK, 1970). Similarmente, para uso dos materiais em serviços devem ser feitos ensaios de tração, compressão e cisalhamento em condições de aplicação da carga e do ambiente. (CALLISTER, RETHWISCH, 2013)

### 2.1.2.1 Propriedades de condutividade elétrica

De acordo com Vlack (1970), a propriedade elétrica mais conhecida é a resistência, que é expressada em ohm.cm (ou ohm.pol), cálculo da resistência:

$$\text{Resistência} = (\text{resistividade}(\text{ohm.cm})) \frac{\text{comprimento (cm)}}{\text{área (cm}^2\text{)}}$$

$$\text{Resistência} = (\text{resistividade}(\text{ohm.pol})) \frac{\text{comprimento (pol)}}{\text{área (pol}^2\text{)}}$$

Conforme Vlack (1970), a definição de condutividade elétrica é a movimentação das cargas elétricas entre os pontos do material. Sendo estes carregados por íons ou elétrons que a mobilidade é variável para diferentes materiais, possuindo desde metais com bastante condutividade até os isolantes quase perfeitos.

### 2.1.2.2 Propriedade de condutividade térmica

Segundo Vlack (1970), é necessário saber a diferença entre calor e temperatura, sendo o calor a energia térmica e a temperatura o nível de atividade térmica. A escala que mais são usadas na engenharia são escalas em *Celsius* e *Fahrenheit*. Sendo o ponto de fusão e ebulição temperaturas importantes ao qual corresponde a transição de energia entre os arranjos estruturais nos materiais.

### 2.1.2.3 Deformação elástica e plástica dos materiais

Denomina-se deformação elástica quando um material é submetido a uma tração uniaxial ocorrendo uma deformação, quando retirada essa força retorna as dimensões originais. (SMITH, HASHEMI, 2012)

Diferentemente da deformação plástica onde o material através de uma força qualquer, quando liberado a força o material não retorna as dimensões iniciais. Dessa forma, os átomos do material metálico ordenam-se permanentemente em outros locais. (SMITH, HASHEMI, 2012).

## 2.2 CORROSÃO

De acordo Callister, Rethwisch (2013) a corrosão é a deterioração das propriedades de um metal pela reação química ou eletroquímica com o meio que o envolve.

### 2.2.1 Tipos de corrosão e sua ocorrência

A corrosão química acontece devido a reações químicas com o oxigênio, através da água, bases, solução aquosas, contato com gases (atmosfera), ou outros materiais quimicamente ativos, sendo acelerado a oxidação com ajuda da temperatura e impurezas (NIEMANN, 1971).

A Figura 5, representa a oxidação precoce das peças in loco por ações de intempéries.

**Figura 5 – Abraçadeiras atuais com corrosão**



Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Conforme Niemann (1971), a corrosão eletroquímica é feita através de metais interligados por meio de um líquido eletrólito, como por exemplo a água.

Através da identificação da ocorrência da corrosão pode ser escolhido o melhor anticorrosivo para combater esse problema.

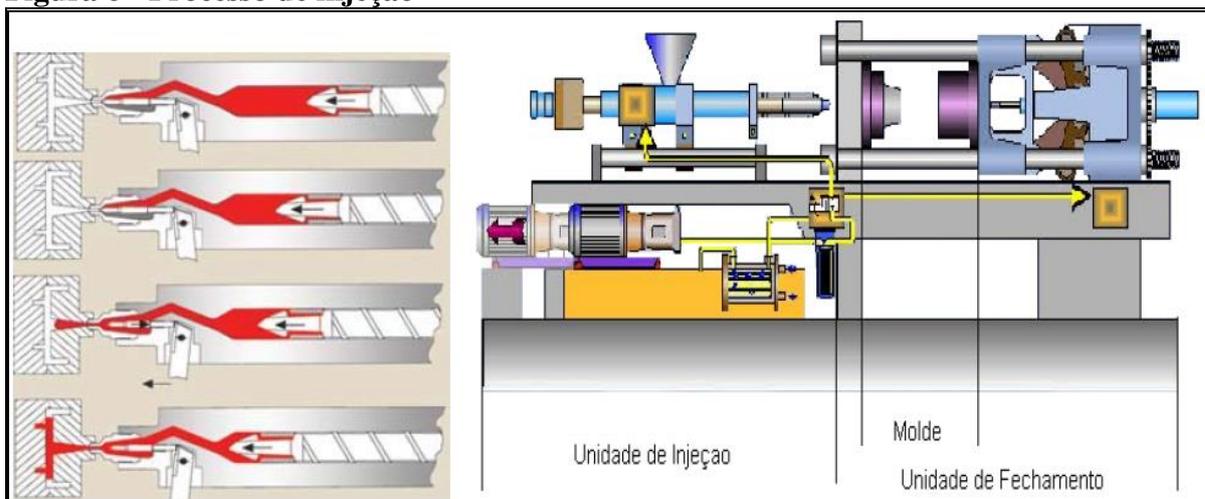
### 2.2.2 Proteção superficial

De acordo com Niemann (1971), quando se escolhe um material e sua resistência natural contra a corrosão não é o suficiente, torna-se necessário o uso de proteções adicionais, a seguir alguns tipos:

- Revestimentos de verniz podem ser feitos por meio de pintura, pulverização ou imersão e, eventualmente, podem adquirir resistência a choques, através de um tratamento térmico;
- A galvanização, especialmente a brilhante seguida de envernizamento com verniz transparente, é hoje preferida, como proteção de ferro e de aço contra a corrosão, à cromação, à cobreação e à niquelação;
- Revestimentos galvânicos de cobre, níquel, cromo ou cádmio. Os revestimentos são mais duros que os metais de que se originam. Está aprovado o uso da cromação dura como proteção contra o desgaste de ferramentas de corte, repuxo e medição;
- A difusão do alumínio no aço (alumitação, calorização, alitação) é feita para torna-lo resistente ao calor, ao oxigênio e ao enxofre; a difusão de cromo no aço (incromação) visa a torná-lo resistente ao enferrujamento e a formação de carepas, e a difusão de nitrogênio (nitretação) no aço protege-o do desgaste;
- O tratamento com cromatos, quase sempre seguido de um envernizamento, é um processo muito importante de proteção contra a corrosão, principalmente de ligas de magnésio, mas também de ligas de alumínio e de zinco;
- A folheação é empregada quando é excepcionalmente elevada a corrosividade do ambiente, e é obtida pela laminação conjunta do metal de revestimento e do metal básico.

### 2.3 PROCESSO DE INJEÇÃO

O processo de moldagem por injeção, o material polimérico é fundido e injetado com uma rosca recíproca para dentro de um molde metálico bipartido. Após a injeção o molde ainda fechado é esfriado solidificando o material. Após esse processo é aberto o molde e a peça fria é extraída do molde por extratores automáticos, como mostra a Figura 6, (MORASSI, 2013).

**Figura 6 - Processo de injeção**

Fonte: Morassi (2013).

A Figura 7, mostra o setor de injeção de polímeros da empresa em pesquisa com 2 injetoras com capacidades diferentes de trabalho, para poder atender melhor cada configuração de produto injetado, não tendo desperdício de força, tempo e dimensionamento de moldes.

**Figura 7 - Máquina de Injeção de Polímeros**

Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Através da reengenharia dos produtos devido ao avanço das matérias primas e moldes de injeção o setor vem com um crescimento significativo em relação aos demais setores da empresa, que estão migrando peças metálicas principalmente pela configuração difícil de atender sem uso de soldagem, assim criando um possível ponto de corrosão, onde no uso dos polímeros atende as configurações sem tais problema.

### 2.3.1 Vantagens e desvantagens da injeção

Para Harada; Ueki (2012) *apud* Ercico et al (2014), peças produzidas com altas taxas de produtividade, requerem pouco ou nenhum acabamento, produção das mesmas com grandes volumes, mão de obra com custo relativamente baixo. Para as desvantagens, competição do mercado oferece baixa margem de lucro, falta de treinamento do processo causa problemas nas peças e moldes possuem preço elevado.

### 2.3.2 Moldes para injeção

Para o produto feito em polímeros atender aos requisitos de qualidade técnicas e estéticas o principal e considerado o mais caro é o molde de injeção, levando em consideração que a empresa já possui as injetoras.

Um molde é constituído de, no mínimo, duas partes. Uma é instalada e fixa na máquina e a outra é móvel. Possui colunas e buchas guias, que direcionam o móvel a se juntar a fixa, em um ajuste perfeito. O alinhamento das duas partes é fundamental, evitando-se assim qualquer vazamento de material (HARADA; UEKI, 2012 *apud* ERCICO et al (2014)).

No projeto de molde são considerados as dimensões e o tipo de produto a ser moldado, sendo necessário que as dimensões dos mesmos fiquem compatíveis com a injetora em relação de tamanho e potência (HARADA; UEKI, 2012 *apud* ERCICO et al (2014)).

A Figura 8 mostra o estoque de moldes de injeção necessário para atender peças que a empresa produz conforme necessidade de vendas.

**Figura 8 - Moldes de Injeção**



Fonte: Adaptado de arquivo pessoal (2017).

Os moldes são peças pesadas que foram locadas ao lado das injetoras para com o uso da ponte rolante que possui guincho de içamento faz o deslocamento dos mesmos para a injetora facilitando a troca e diminuindo o setup da máquina.

### 2.3.3 Produção

Operar uma injetora, o mesmo deve qualificar-se na função técnico de injeção. Essas máquinas trabalham com ciclos de segundos, sendo assim, cada segundo é valioso nesse processo (HARADA; UEKI, 2012 *apud* ERCICO et al (2014)).

A injeção de cada peça se determina em ciclos de segundo. É essencial para um bom funcionamento da injeção um sistema de resfriamento e um suprimento de ar comprimido, sem estes, é pouco provável que a máquina funcione de acordo com as expectativas, a água gelada é responsável pelo resfriamento do molde e do óleo, a maioria dessas máquinas é hidráulica e o ar comprimido possui a finalidade de expelir a peça injetada (HARADA; UEKI 2012 *apud* ERCICO et al (2014)).

## 3 METODOLOGIA

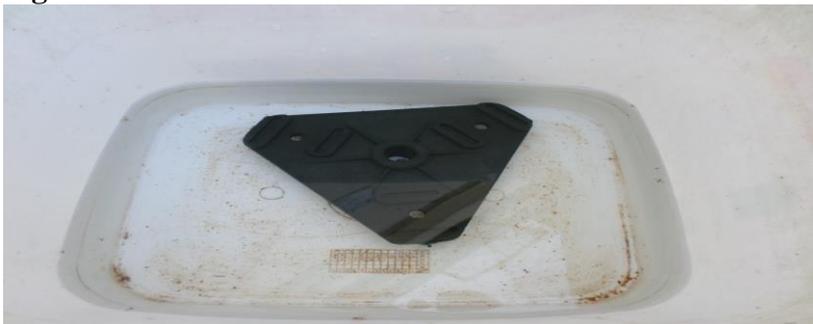
O estudo de campo foi realizado em três aviários de peru, três aviários de frangos e três chiqueiros da região de Chapecó-SC, onde foram levantando dados dos clientes e dos técnicos de manutenção da Edege Industria de equipamentos Agropecuários Ltda que estavam acompanharam in-loco este processo, para garantir a melhor configuração do produto final.

Neste trabalho foram realizados análises em software e ensaios mecânicos de tensão e cisalhamento tendo em vista análise quantitativa a resistência mecânica. Continuando, foi realizado testes de condutividade elétrica para atestar o isolamento do polímero a eletricidade usada nos cabos do eletrochoque que passará em contato com a peça. O protótipo foi projetado em Solidworks e impresso em 3D com material polimérico PLA para observações em tamanho real.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Teste de umidade e condutividade elétrica, este teste consiste em testar uma peça com propriedades iguais ao que será utilizado no novo modelo de abraçadeira, foi efetuado teste de condutividade elétrica, começando com submersão completa do protótipo por 96 horas em água com temperatura ambiente como visto na imagem 9, o objetivo é conseguir o máximo de absorção de umidade pela peça.

**Figura 9 – Teste de Umidade e Condutividade Elétrica**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Após este período foi secada a mesma em forno tipo câmara conforme a Figura 10, pelo tempo de 30 minutos com temperatura média de 47° Celsius, com isso obter o modelo mais seco possível.

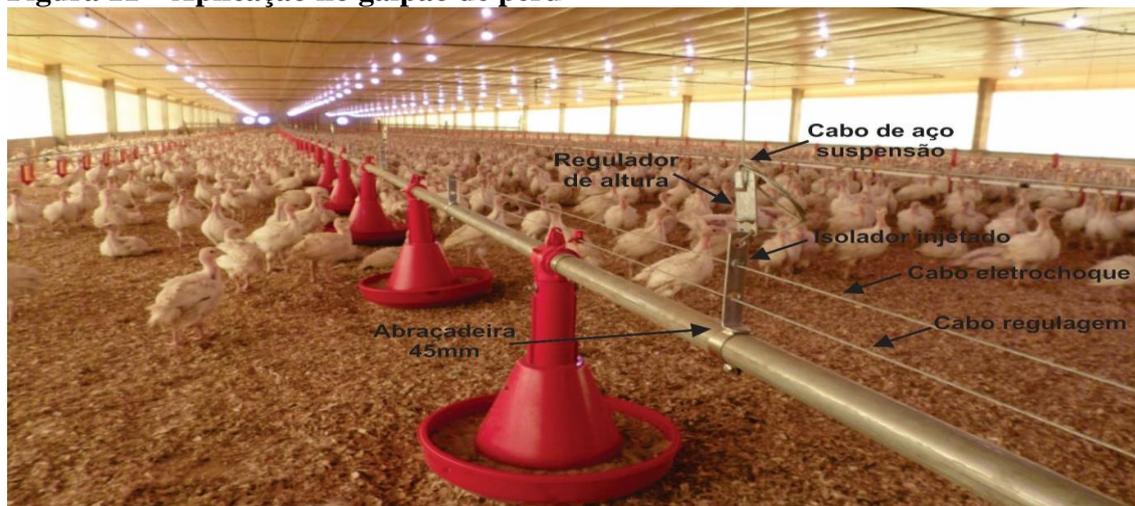
**Figura 10 – Secagem em Forno**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Foi efetuado este processo levando o modelo aos extremos da realidade para garantir qualidade estrutural do produto durante variação de umidade e temperatura. Onde o principal quesito foi que a peça se mantivesse isolante à condutividade elétrica, que ficará em contato com o fio do eletrochoque da linha de automáticos de peru tal qual visto na Figura 11.

**Figura 11 – Aplicação no galpão de peru**



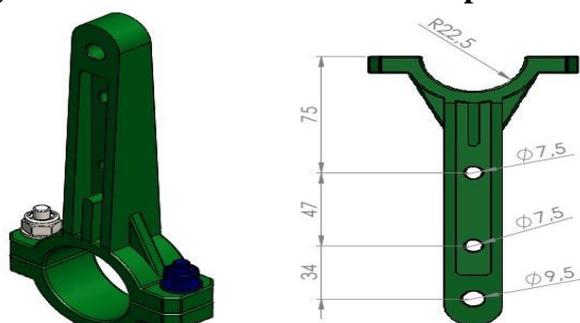
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Assim com o isolamento elétrico a nova peça deixará de utilizar o isolador injetado atualmente usada para evitar o contato com o metal da abraçadeira.

#### 4.1 MODELAGEM

A modelagem da peça tridimensional da abraçadeira foi feita em software Solidworks considerando a utilização nylon com 30% de fibra de vidro, sendo o material injetado mais resistente que a empresa possui em seu estoque, que já é usada na produção de outros produtos, com isso mantendo a mesma gama de matéria prima. A partir da peça atual com mudanças na espessura da mesma, mas mantendo as dimensões padrões de furação e fixação na linha conforme detalhamento visto na Figura 12, que é específico de sua aplicação.

**Figura 12 – Detalhamento do Protótipo**



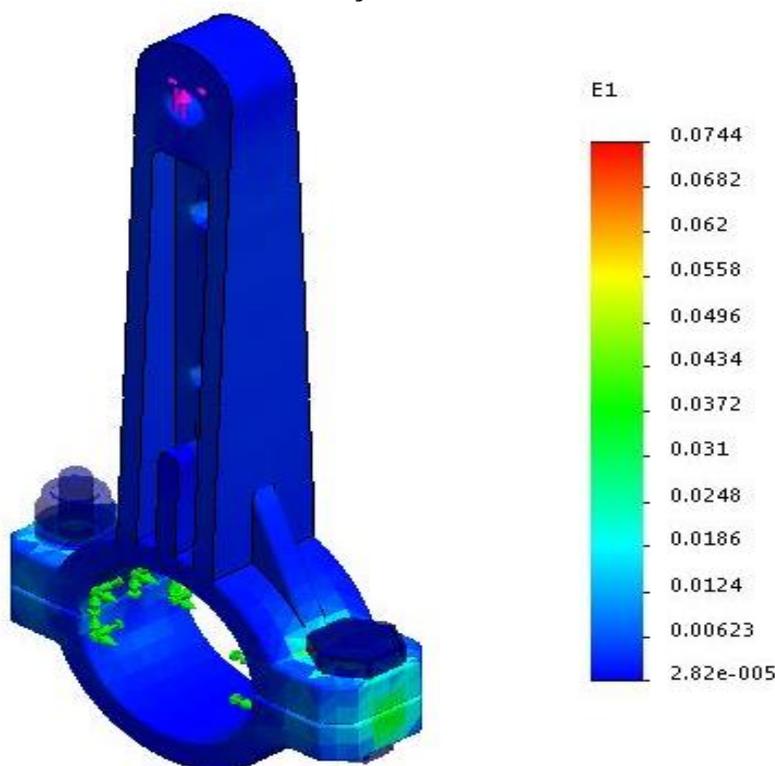
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Por fim, foi confeccionado um novo produto com as mesmas características funcionais sendo resistente à corrosão, tensões necessárias para sua aplicação e isolante elétrico.

#### 4.2 TESTE DE RESISTÊNCIA MECÂNICA

Este teste consiste em atestar a resistência mecânica da peça submetida a esforços denominados necessários para atender os requisitos mínimos de utilização da mesma. Assim, os testes foram efetuados no programa de simulação do software Solidworks conforme propriedades do material e aplicação em campo, tal qual é necessário suportar a força de 200N. Assim, na Figura 13 o teste de deformação pela força aplicada foi mínimo, se concentrando o esforço maior na fixação dos parafusos, mas sem evidencia de danos.

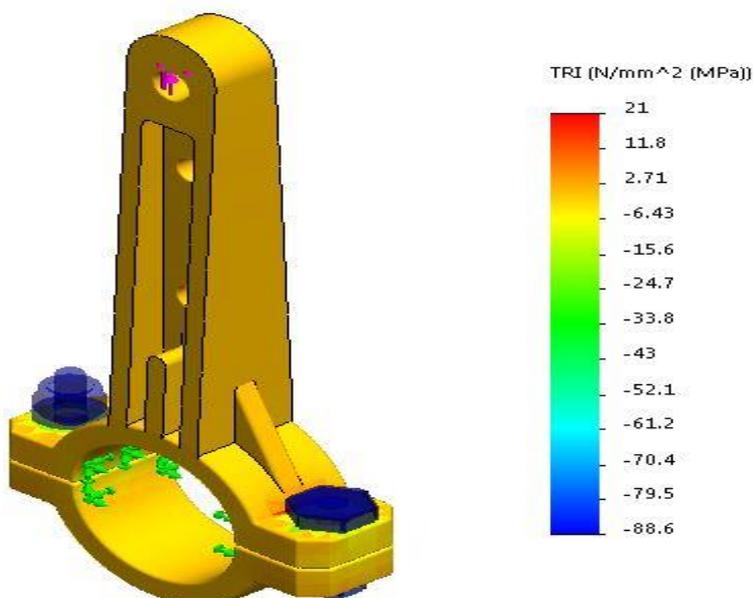
**Figura 13 - Teste de Deformação mecânica**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Já, a Figura 14, ilustra os resultados do teste de tensão, onde o ponto de risco fica nas fixações dos parafusos, mas não chegando ao limite de escoamento do material se mantendo intacto aos esforços submetidos.

**Figura 14 – Teste de Tensão mecânica**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Foram realizados ensaios mecânicos de tração na máquina de ensaio universal EMIC, de uma peça com características mecânicas iguais aos do projeto e o uso do cabo de ancoragem conforme aplicação em campo do mesmo, assim analisar a resistência do polímero Nylon com 30% de fibra de vidro, como pode ser visto na Figura 15.

**Figura 15 – Teste de Tração**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Assim, com a realização do ensaio podemos confirmar através dos resultados visto na Figura 16 a boa resistência a tração do material, atendendo muito a cima do necessário a aplicação do mesmo.



#### 4.4 PRODUÇÃO DO PROTÓTIPO 3D

O protótipo ilustrado na Figura 18, foi produzido em impressora 3D com material PLA em escala real, com o objetivo de analisar o tamanho, estética, posicionamentos da furação e sua fixação.

**Figura 18 – Protótipo impresso em 3D**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O protótipo ficou grande em comparação com os modelos em aço, criando uma estética robusta e abrindo a necessidade de remodelar a mesma mais compacta para usar menos material e melhor aproveitamento do molde de injeção, aumentando a produtividade e baixando custo da peça, tal qual comprovado a resistência mecânica bem superior a necessária.

#### 4.5 CUSTO DE FABRICAÇÃO

Foram analisados e demonstrado na Tabela 3 a quantidade e os valores de vendas das abraçadeiras atuais nos últimos dois anos para obter uma média de peças e o valor de venda média anual, que serviram para análise de viabilidade dos moldes para nova peça. Constatado em pesquisa na empresa que 95% do valor da peça estava sendo gasto na produção da mesma, com isso 5% realmente são lucros.

**Tabela 3 – Preço Abraçadeira metálicas**

MODELO	2016 (QTD)	2017 (QTD)	MÉDIA (QTD)	PREÇO	PREÇO TOTAL
ABRAÇADEIRA 45MM SIMPLES C-SUORTE P/DESEMPLEIRADOR	12732	15689	14210,5	R\$ 1,80	R\$ 25.578,90
ABRAC.45MM SIMP. C-SUP.P/DESEMPULERADOR C 3 FUROS	10281	7238	8759,5	R\$ 2,30	R\$ 20.146,85

ABRAÇADEIRA 50MM SIMPLES C-SUPORTE P/SUINOS	4466	4944	4705	R\$ 5,30	R\$ 24.936,50
ISOLADOR INJETADO	23013	22927	22970	R\$ 0,40	R\$ 9.188,00

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme tabela consta o custo extra com isoladores, usados um para cada abraçadeira, que serve para isolamento da linha de comedouros não entrar em contato com o fio do eletrochoque. Posteriormente com o uso da nova abraçadeira se eliminará o uso do mesmo e com isso seu custo.

Portanto, com o custo alto de produção devido a vários processos manuais, usando máquinas antigas com baixo rendimento e problemas em isolamento contra corrosão encarassem o produto inviabilizando o mesmo que devido sua necessidade de uso, o custo é diluído no valor do sistema de comedouro para continuar sua produção baixando a lucratividade da empresa.

Nos casos de garantia por apresentar corrosão, o custo da peça aumenta significativamente por ter que substituir a mesma e arcar pelo técnico, que engloba horas de serviço, refeições, estadias em cidades distantes, deslocamento além de comprometer a confiabilidade nos produtos oferecidos pela empresa. Todas as análises comparativas entre o material da peça atual e do protótipo podem ser vistas na Tabela 4.

**Tabela 4 – Análise Comparativa do material atual e o material do protótipo**

MATERIAL	AÇO	POLÍMERO
CORROSÃO	ALTO	BAIXO
ASSISTÊNCIA TÉCNICA	ALTO	BAIXO
RISCOS FÍSICOS	ALTO	BAIXO
MATÉRIA PRIMA	ALTO	BAIXO
ESTOQUE	ALTO	BAIXO
PRODUTIVIDADE	BAIXO	ALTO
ESTÉTICA	BAIXO	ALTO
COMERCIAL (VENDAS)	BAIXO	ALTO
CONFIABILIDADE NA EMPRESA	BAIXO	ALTO

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Continuando, foram realizados orçamentos com três empresas fabricante de moldes de injeção, onde tais valores estão apresentados na Tabela 5, sendo os mesmos para conclusão do serviço e material, considerando uma configuração de capacidade total com quatro abraçadeiras completas de Ø45mm por ciclo de injeção extração automática das peças.

**Tabela 5 - Orçamentos de moldes**

ORÇAMENTOS SEM IMPOSTOS			
PROPOSTA	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C
MATERIAL E SERVIÇO	R\$ 29.200,00	R\$ 34.852,47	R\$ 45.000,00

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Comparando as empresas, seus trabalhos apresentados in-loco e orçamentos onde a empresa A é localizada na cidade de Chapecó-SC, empresa B localizada à 200km de distância na cidade de Erechim-RS e empresa C à 50km na cidade de Pinhalzinho-SC, optou-se por contratar a empresa B por apresentar uma melhor qualidade em seus serviços e produtos finais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados foram satisfatórios comprovando a importância da alteração do produto para poder garantir a satisfação do cliente e da empresa. A corrosão pode ser eliminada completamente do produto, mantendo um aspecto intacto por vários anos.

A Assistência técnica prestada periodicamente para substituição das peças em condição de garantia, geram custos com peças novas, deslocamento e mão de obra, as quais prejudicam consideravelmente a marca da empresa por sua vez acumulando prejuízos através deste produto.

Além disso, os riscos físicos proporcionados pelo aço que, em contato com as aves, causam fraturas ou marcas que condenam a carne. O aço pode também entrar em contato com fio do eletrochoque causando um choque perigoso nos animais e nos colaboradores que fazem o manejo dos mesmos.

Já, o estoque de chapas e barras chatas para confecção da peça atual, podem ser substituídas por pequeno estoque de bolsas de granulados de material polimérico que a empresa já possui, não alterando o *layout* do setor de injeção.

Há necessidade de manter um grande estoque de peças acabadas, para poder atender o comercial nos prazos necessários de vendas. Pois, o processo de produção é lento, tendo que passar por quatro etapas de processo de fabricação, corte, dobra, soldagem, galvanização. Podendo substituí-los, unicamente pelo processo de injeção locado na própria empresa aumentando a produtividade e diminuindo automaticamente o estoque de peças acabadas.

A empresa com a substituição da peça pelo novo projeto terá diminuição significativa em gastos com processos de produção e manutenção, além disso podendo aumentar o valor por peça por apresentar novas qualidades técnicas e estética. Por fim, abrindo um mercado para comercialização do mesmo em equipamentos novos com lucratividade e explorando a reposição nos equipamentos antigos que não estão em garantia, justificando o investimento do molde necessário.

## REFERÊNCIAS

ASKELAND, Donald R.; PHULÉ, Pradeep P., **Ciência e Engenharia dos Materiais**. 1. São Paulo, SP: CENGAGE Learning, 2012.

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência Engenharia de materiais uma Introdução**. 8. Rio de Janeiro, RJ. LTC, 2013.

CANEVAROLO Jr., Sebastião V. **Ciência dos polímeros: um teste básico para tecnólogos e engenheiros**. São Paulo, SP: Artliber Editora, 2002.

ERCICO, J; SANTOS, P. P; COL, L. D.; LUIZ, E.; ANSCHAU, C. T.. **Analisar a viabilidade na aquisição de um equipamento no desenvolvimento de novos produtos: um estudo de caso**. Revista Tecnológica. v. 2, n. 1, p. 49-67, mar. 2015. ISSN 2358.

MORASSI, Odair José. **Polímeros termoplásticos, termofixos e elastômeros**. São Paulo, SP: Conselho Regional de Química IV Região (SP), 2013. Disponível em: [http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila\\_pol%C3%ADmeros\\_0910082013\\_site.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila_pol%C3%ADmeros_0910082013_site.pdf). Acesso: Nov. 2017.

NIEMANN, Gustav. **Elementos de Máquinas**. 1. São Paulo, SP: Blucher, 1971.

SMITH, William F.; HASHEMI, Javad. **Fundamentos de Engenharia e Ciência dos Materiais**. 5. Porto Alegre, RS: AMGH, 2012.

VLACK, Lawrence Hall Van. **Princípios de ciência dos materiais**. 1. São Paulo, SP: Blucher, 1970.