

## P03, “Conversão de Injetora Termoplástica – Projeto Piloto no Segmento Calçadista de Birigui”, Ciclo 2016/2017

Alexandre F. Schoubek<sup>1</sup>, Celso R. Bertinotti<sup>2</sup> & Paulo R. Tescaro<sup>3</sup>

1,2, Gas Brasileiro Distribuidora

3, Serviço de Aprendizagem Industrial, SENAI - Escola de Sertãozinho

**Resumo** – O projeto propiciou a conversão de uma injetora termoplástica típica do setor calçadista para produção de solado de calçado infantil. O sistema de aquecimento do canhão para fusão do plástico utiliza convencionalmente resistências elétricas tipo coleira as quais podem ser substituídas por um sistema de aquecimento a gás natural integrado ao próprio sistema de controle existente na injetora e complementado por um sistema de segurança para atendimento as normativas brasileiras para partida, operação e desligamento dos queimadores - NBR 12313.

**Palavras-chave:** injetora termoplástica, extrusora, plástico.

### Introdução

O projeto do Ciclo 2016/2017 desenvolveu uma aplicação inédita para uso do gás natural em substituição as tradicionais resistências elétricas para aquecimento do canhão de injetoras termoplástica no Brasil.



Marca: [Himaco](#)  
Modelo: [LVSC II 1200 740](#)  
Potência de cada canhão: [14,3 Kw](#)  
Quantidade de resistências em cada canhão: [7 no canhão e 1 no bico, total 8 resistências](#)  
Potência total da máquina: [50,6 kW](#)

A área de concessão da **GasBrasiliانو** compreende pelo menos 3 pólos calçadistas de expressão nacional: Birigui, Franca e Jaú. Somente nestes municípios estima-se que existam quase 2.000 injetoras termoplásticas produzindo solados para indústria calçadista.

As injetoras atualmente utilizam resistências elétricas para aquecimento do canhão e fusão do plástico. Os canhões são divididos por zonas de aquecimento os quais tem set-point de controle de temperatura individualizados por meio de um controle (liga-desliga) ou PLC, o qual também comanda as funções operacionais da máquina como um todo.

Dado a especificação do produto final injetado, a variabilidade de temperatura em cada uma das zonas do canhão deve ser baixa, +/- 5°C,

portanto um dos desafios tecnológicos do projeto seria garantir resposta adequada, similar ao sistema elétrico. Adicionalmente, dado a baixa potência térmica de injetoras de solado (reduzida massa injetada) a solução a gás deve ter baixo custo sem comprometimento da eficiência, para que possa concorrer com o preço da eletricidade.

Considerando a limitação de recursos financeiros para o projeto, a estratégia foi contratar uma empresa Colombiana que projetou e instalou sistemas similares em seu país (Econorte) e contar com uma entidade tecnológica responsável pela adaptação do sistema (**SENAI**), responsável pelas medições comparativas entre energia elétrica x gás natural e finalmente avaliar a qualidade das peças injetadas. Portanto a solução técnica já era existente e foi adaptada as condições do setor calçadista e teve seu desempenho avaliado.

Somente no estado de São Paulo existem mais de 40.000 injetoras e extrusoras conforme dados da revista Plástico Industrial edição 228.

A solução desenvolvida apresenta-se como uma alternativa tecnicamente viável ao tradicional uso de energia elétrica sem prejudicar o canhão de aquecimento dado o contato direto da chama do gás com o seu corpo metálico, já a viabilidade econômica deve ser tratada caso a caso.

## Desenvolvimento

A-) Visita de Reconhecimento e Análise de Desempenho Inicial: Avaliado a potência elétrica, diâmetro e comprimento de cada uma das zonas de aquecimento do canhão a fim de projetar e construir o sistema a gás natural compatível. Também foi avaliado o consumo de energia elétrica do sistema convencional.

Figura 1: Canhão de Aquecimento Elétrico Injetora SENAI

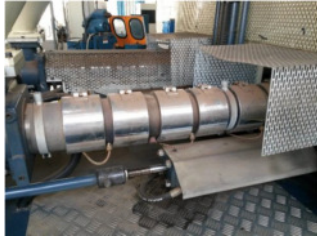


Figura 2: Medição de Consumo - Parceira Klin



B-) Fabricação do Sistema de Combustão: Construção do sistema de aquecimento customizado para a atendimento da injetora, modelo composto por 3 zonas de aquecimento.

Figura 3: Sistema de Aquecimento a Gás



C-) Aquisição do Sistema de Segurança - NBR 12313: Adequação quanto a norma de segurança para partida, operação e desligamento dos queimadores.

D-) Conversão - Instalação Mecânica, Elétrica e Integração: Retorno da empresa Colombiana para instalação mecânica e elétrica do sistema.

Figura 4: Preparação do Canhão - Conversão



Figura 5: Instalação Sistema a Gás



Figura 6: Controladora de Combustão - 4 entradas



E-) Análise, Otimização e Validação do Processo de Injeção: Etapa executada pela Entidade tecnológica visando avaliar o desempenho do sistema a gás e bateria de injeção plástica visando análise da qualidade final do solado injetado.

F-) Análise de Desempenho - Gás Natural: Medição do consumo específico de gás natural e energia elétrica para uma mesma massa plástica injetada (determinação do consumo específico).

G-) Ajuste Fino do Sistema de Combustão e Controle: Retorno da empresa Colombiana, visando realizar ajustes finos na qualidade de combustão dos queimadores atmosféricos e melhora da transferência e retenção de calor no canhão.

Figura 7: Cobertura Térmica Instalada no Sistema





H-) Emissão de Relatório de Análise NR-12:  
Avaliado que a conversão da injetora para gás

natural nada altera as condições de operação e segurança do profissional que opera a máquina.

I-) Treinamento de Representante Econorte Local: Selecionado a empresa Holamaq Queimadores Industriais como parceiro de mercado para realização de prospecção na Colômbia e treinamento para construção e operação do sistema. Trata-se da empresa qualificada a instalar sistemas em empresas que se interessam pela conversão, bem como o aprimoramento da solução.

## Resultados

Tabela 1: Variação Máxima de Temperatura em Relação ao Set Point:

Resistencia Elétrica	Gás Natural
+ 1°C	+4°C
- 2°C	- 4°C

Tabela 2:  
Tempo de Aquecimento Inicial – Partida a Frio

Resistencia Elétrica	Gás Natural
9 minutos	19 minutos

Tabela 3: Consumo Específico: kcal / kg Material

Resistencia Elétrica	Gás Natural
62,2 kcal / kg	85 kcal / kg

Tabela 4: Rendimento / Aproveitamento de Calor:

Resistencia Elétrica	Gás Natural
*90%	65%

\*Como não há especificação de rendimento da resistência elétrica, estimamos em 90%. O importante é definir a diferença de rendimento gás natural x energia elétrica ~25%.

## Conclusões e Contribuições

A solução a gás natural para aquecimento de canhão de injetoras termoplásticas se mostrou tecnicamente viável e pode ser reproduzida em injetoras de todos os portes e extrusoras, resultado da confiabilidade demonstrada durante a sua operação, boa resposta no controle da temperatura e manutenção da qualidade final de peças injetadas.

A utilização de uma cobertura para retenção do calor é fundamental para melhorar o rendimento térmico do gás natural (resultando na redução do

Consumo de gás em 49% para um mesmo trabalho realizado.

Dado o baixo volume equivalente de gás natural demandado pelas máquinas de solado (reduzida massa das peças injetadas) e diferentes custos de energia elétrica pago pelas Empresas, a viabilidade econômica deve ser realizada caso a caso.

O consumo elétrico utilizado para aquecimento representou apenas 10% do consumo total da máquina injetora.

Observou-se que a resistência elétrica convencional tem vida útil de 2 a 3 anos dependendo das condições de operação, já a solução a gás embora também possa gerar custos de manutenção no que se refere a substituição de bobinas de solenoides e sensores de chama, se mostra reduzido, apenas ¼ do custo do em relação ao sistema elétrico. Quando avaliado o ciclo de vida do equipamento (15 anos) os custos de manutenção evitados no sistema a gás podem representar quase a totalidade do custo de instalação do sistema a gás.

Apenas as zonas de aquecimento foram convertidas, já o bico do canhão dado seu pequeno diâmetro e comprimento, continua com o aquecimento convencional.

Assim como ocorre com qualquer solução inovadora na indústria do gás, a Distribuidora deve desenvolver plano de marketing afim de incentivar a adoção dessas novas tecnologias.

## Referências

Tescaro, R., Paulo, Conversão de Injetora Termoplástica – Projeto Piloto no Segmento Calçadista de Birigui, SENAI Escola Sertãozinho – 2017.