

## PROPOSTA DE ESTUDO EXPERIMENTAL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE FOGÕES DOMÉSTICOS

**Fabiana Araujo dos Santos, araujofaby@gmail.com**

**Betina Veiga da Rosa, betina.veiga100@hotmail.com**

Colégio Estadual Vila Becker – Rua Bento Manoel, 2281, CEP 93315-310 – Novo Hamburgo – RS - Brasil

**Greice Martins Teixeira, greice.teixeira@hotmail.com**

**Felipe Roman Centeno, frcenteno@unisinis.br**

**Paulo Roberto Wander, prwander@unisinis.br**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – Av. Unisinis, 950, CEP 93022-000 – São Leopoldo – RS – Brasil

**RESUMO:** Considerando o atual cenário energético no Brasil, é proposto o presente projeto de avaliação de eficiência energética em queimadores de fogões domésticos abastecidos com GLP (gás liquefeito de petróleo). Sabe-se que a energia utilizada em fogões para cozinhar alimentos constitui uma parcela significativa da quantidade de energia utilizada em uma residência familiar. Tendo em vista o grande uso deste tipo de equipamento doméstico em todo o mundo, mesmo uma pequena variação na sua eficiência térmica pode levar a um impacto importante sobre o consumo global de combustível, que no presente estudo será o GLP. O presente artigo trata de uma experiência a ser desenvolvida entre estudantes de ensino médio e acadêmicos do curso de Engenharia de Energia através de uma abordagem de conteúdos de física aplicada articulados a vivências cotidianas dos alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** eficiência energética, GLP, fogões domésticos

**ABSTRACT:** *Considering the present energy scenario in Brazil, it is proposed this research project of energy efficiency in domestic stoves fueled with LPG (liquefied petroleum gas) burners. It is known that the energy used in stoves for cooking food constitutes a significant portion of the energy used in a family home. Given the extensive use of this type of household appliances worldwide, even a small change in its thermal efficiency can lead to a significant impact on overall fuel consumption, which in this study is LPG. This paper deals with an hands-on experience to be developed by high school students together with Energy Engineering through an approach to physics content articulated to daily experiences of students.*

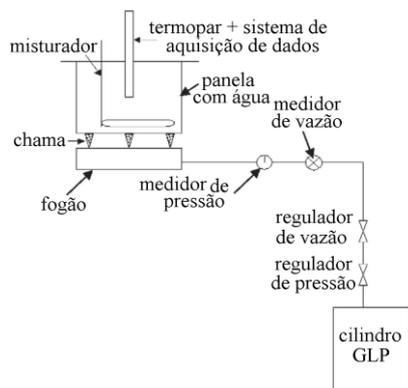
**KEYWORDS:** *energy efficiency, LPG, domestic stove*

### INTRODUÇÃO

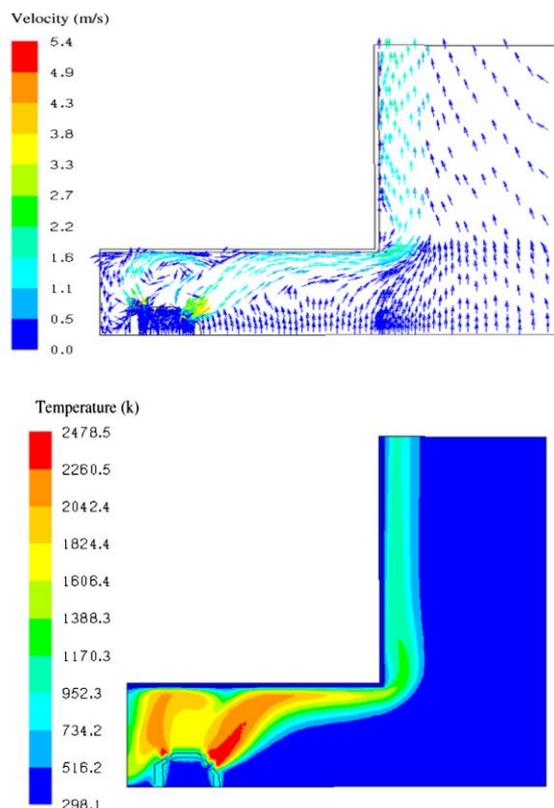
O objetivo principal deste projeto é a construção de uma bancada para estudo da eficiência térmica em queimadores de fogão doméstico, possibilitando o aprendizado e a divulgação de conhecimentos sobre os conceitos da termodinâmica e sobre conservação de energia. A Fig. 1 mostra um diagrama preliminar da bancada a ser montada para a realização dos estudos. Assim, este projeto visa à determinação da eficiência térmica de fogões domésticos do tipo cooktop, de diferentes fabricantes, e posterior comparação dos resultados para avaliação das diferenças construtivas entre os fabricantes, tais como tamanho dos queimadores, quantidade de orifícios em cada queimador, altura entre o queimador e o fundo da panela etc. Cabe salientar que a comparação entre os fogões dos diferentes fabricantes será feita utilizando fogões com queimadores de mesma potência e/ou fixando a vazão de combustível.

Conforme se observa na Fig. 2, onde estão mostrados o campo de velocidades e a distribuição de temperatura ao redor de uma panela posicionada sobre um queimador de GLP obtidos em uma simulação numérica [1], uma parcela importante dos gases quentes escoam para a região lateral da panela, o que ocasiona uma redução na eficiência térmica. Desta

maneira, outro objetivo deste projeto é a proposição e implementação de modificações simples nos conjuntos queimadores/fogões, tais como a utilização de placas desviadoras de fluxo colocadas sobre o fogão na região abaixo da panela, e painéis com fundos não planos, contribuindo para a retenção e recirculação dos gases quentes com o objetivo de aumentar a eficiência térmica. Alternativamente à modelagem numérica realizada em Boggavarapu et al. [1], no presente projeto pretende-se utilizar uma câmera termográfica para determinar as distribuições de temperatura ao redor da panela, conhecendo assim o caminho percorrido pelos gases quentes e então saber a posição ideal onde as placas desviadoras de fluxo devem ser colocadas, possibilitando assim analisar o efeito destas placas e o efeito da alteração da geometria do fundo das painéis sobre o escoamento de gases quentes.



**Figura 1.** Diagrama preliminar da bancada a ser montada para os testes



**Figura 2.** Campo de velocidades e distribuição de temperatura ao redor de uma panela posicionada sobre um queimador de GLP [1]

Como objetivos secundários teremos o envolvimento e consequente despertar do interesse científico nas estudantes de ensino médio e graduações participantes, direta ou indiretamente, do projeto. O professor de ensino médio poderá utilizar os diversos aspectos do desenvolvimento do projeto para ilustrar suas aulas na instituição parceira, além de poder levar, quando concluído, o próprio experimento para demonstração.

## METODOLOGIA

O projeto detalhado deverá ser elaborado pelas estudantes de engenharia e de ensino médio, com a supervisão de professores. Durante o período de elaboração, os conceitos básicos de combustão, combustíveis, segurança, transferência de calor e conservação de energia deverão ser revisados e estabelecidos sua aplicação ao projeto.

Considerando que a eficiência térmica dos fogões será calculada em função da quantidade mássica de água na panela, temperaturas inicial ( $T_i$ ) e final ( $T_f$ ) da água, quantidade de gás consumido durante o aquecimento da água de  $T_i$  até  $T_f$ , e do poder calorífico do gás, diversos instrumentos serão necessários para obter tais parâmetros e assim possibilitar os cálculos. Além disso, observa-se a importância da utilização de instrumentos com precisão compatível com a aplicação, uma vez que a variação na eficiência térmica será na faixa de 1% - 7%, ou seja, os instrumentos precisam ter alta precisão para não comprometer os resultados finais.

O material utilizado será:

- Cilindro com GLP devidamente instalado conforme normas de segurança e com tubulações até o laboratório onde a bancada de ensaios será construída
- Câmera termográfica
- Medidor de pressão
- Medidor de vazão
- Válvula reguladora de pressão
- Válvula reguladora de vazão
- Termopar conectado a um sistema de aquisição de dados, preferencialmente conectado em um notebook ou PC, para medição da temperatura da água no interior da panela
- Termopar na tubulação de GLP
- Misturador de água
- Jogo de quatro panelas (com mesmo diâmetro e mesmo volume)
- Três fogões domésticos de diferentes fabricantes (incluindo estrutura para suporte)

## Procedimento experimental

Será construída uma bancada de inox onde esta será a base para instalação de três fogões com dois queimadores cada, porém os testes de eficiência serão realizados separadamente em cada queimador (não serão simultâneos), fazendo com que os custos com instrumentação de medição e controle sejam reduzidos. A bancada será instalada no Laboratório de Motores, Combustíveis e Combustão, na Unisinos. Este laboratório possui uma instalação de GLP, necessitando mínimas alterações para incluir a bancada de eficiência térmica de fogões proposta no presente projeto. Os fundos de três panelas serão conformados para alterar a geometria e estudar o efeito sobre o escoamento dos gases quentes e consequente aumento da eficiência. Contudo, deverá ser observado que todos os testes sejam realizados no mesmo período para

garantir que a composição do GLP seja a mesma em testes que estejam sendo comparados (não fazer testes com diferentes cilindros de GLP alimentando o sistema). A cada teste, serão utilizados os EPI's (Equipamento de Proteção Individual) necessários de acordo com a norma ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) sobre cuidados e proteção para aparelhos de cocção a gás.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Além dos aspectos técnicos relacionados aos resultados esperados da presente pesquisa, este projeto possui grande potencial para atrair e motivar jovens estudantes a cursar engenharia. A partir da experiência e das dificuldades que surgirão durante a execução do projeto, muitos aspectos da temática energética poderão ser apresentados, ampliando seus horizontes quanto à aplicabilidade do que é aprendido na academia e preparando os estudantes para enfrentar os desafios do ensino superior.

Espera-se ter, ao final do projeto, uma bancada para estudo de eficiência térmica em fogões domésticos, devidamente instrumentada e com um procedimento detalhado de utilização, com a exibição da mesma em feiras e salões de ciências.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas e recursos financeiros.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] BOGGAVARAPU, P., RAY, B., RAVIKRISHNA, R.V., Thermal Efficiency of LPG and PNG-fired burners: Experimental and numerical studies, **Fuel**, v. 116 p. 709–715, 2014.

## **DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

Os autores são os únicos responsáveis por este artigo.