

APERFEIÇOAMENTO E DIFUSÃO DE FOGÃO A LENHA DE QUEIMA LIMPA NO ESTADO DO AMAZONAS

Rubem Cesar Rodrigues Souza
Núcleo de Eficiência Energética – NEFEN, Universidade do Amazonas
Av. Gal. Rodrigo Octávio J. Ramos, 3000, Aleixo
CEP: 69070-000, Manaus-AM, nefen_ua@objetivomao.br, (0xx92)644-2194.

Gilmara de Araújo Pereira
Núcleo de Eficiência Energética – NEFEN, Universidade do Amazonas
Av. Gal. Rodrigo Octávio J. Ramos, 3000, Aleixo
CEP: 69070-000, Manaus-AM, nefen_ua@objetivomao.br, (0xx92)644-2194.

Breno de Souza França
Núcleo de Eficiência Energética – NEFEN, Universidade do Amazonas
Av. Gal. Rodrigo Octávio J. Ramos, 3000, Aleixo
CEP: 69070-000, Manaus-AM, nefen_ua@objetivomao.br, (0xx92)644-2194.

Gilberto Martins
Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Energia, Meio Ambiente e Sociedade - NIEMAES
Universidade Metodista de Piracicaba, Rodov. Santa Bárbara-Iracemápolis, km 01
CEP 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste – SP, gmartins@unimep.br, (0XX19) 430 17 69

RESUMO

Esse trabalho aponta a importância do tratamento adequado da questão relativa aos insumos energéticos utilizados para cocção de alimentos em comunidades rurais dentro da perspectiva de suprimento energético para desenvolvimento destas, tanto por razões dos custos que estes representam para a renda familiar, quanto por questões sócio-ambientais. A discussão é feita a luz da experiência obtida no projeto de pesquisa “Tecnologia Alternativas para o Meio Ambiente Rural: aspectos técnicos e sócio-econômicos”, financiado pelo MCT/CNPq no âmbito do Programa Trópico Úmido (PTU).

Palavras-chave: fogão a lenha, suprimento energético, Amazônia.

ABSTRACT

This work presents the historical and methodological approaches used in the development and dissemination of an improved woodburning cookstove within the scope of a

broader project of technology implementation and diffusion in rural communities the State of Amazon. The discussion is made in the light of the experience obtained in research “Alternative Technologies for the Rural Environment: technical and socioeconomic aspects”, financed by MCT/CNP in the scope of the Humid Tropical Program (HTP).

Key-words: Wood Stoves, Energy Supply, Amazon

INTRODUÇÃO

O interesse no estudo de fogões a lenha como equipamento térmico, aumentou na década de 70 quando programas de melhoria e disseminação de tecnologias eram motivadas por governos e organizações internacionais, com o objetivo de combater a escassez de lenha nos países em desenvolvimento. Nessa época, grande parte da população mundial utilizava fogões a lenha para preparação de alimentos.

Ainda hoje, apesar do desenvolvimento energético, a lenha continua sendo um insumo muito utilizado para a cocção de alimentos, porém seu uso está mais restrito às áreas rurais ou a comunidades

urbanas de baixa renda, onde a lenha é a principal fonte de energia.

No caso amazônico, as populações rurais estão sujeitas a condições bastante peculiares: longas distâncias, associadas a grandes dificuldades de locomoção e escassos recursos monetários favorecem o uso de recursos locais ao invés das opções industrializadas convencionais para o suprimento das necessidades básicas.

Nesse sentido, com relação à cocção de alimentos, tanto o combustível (lenha) como o equipamento onde ele é utilizado (fogão a lenha tradicional) são soluções locais. Estes fogões são em sua maioria rústicos, em fogo aberto, onde só pode ser feito um alimento por vez, além de produzir grande quantidade de fumaça que joga no ar produtos poluentes resultantes do processo de combustão incompleta que a longo prazo é prejudicial à saúde.

O PROJETO DE PESQUISA

O Projeto “Tecnologias Alternativas para o Meio Ambiente Rural: Aspectos Técnicos e Sócio-Econômicos”, financiado pelo Programa Trópico Úmido (PTU) do Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo CNPq, foi desenvolvido no período de dezembro de 1996 a dezembro de 1998 junto a pequenos produtores familiares do Projeto de Assentamento Iporá (PAI) do INCRA, situado entre os quilômetros 127 e 146 da rodovia AM-010, abrangendo parte dos municípios do Rio Preto da Eva e Itacoatiara no Médio Amazonas.

No âmbito do projeto, várias tecnologias foram introduzidas na comunidade objetivando suprir diferentes demandas, dentre as quais destaca-se as seguintes: melhoria da infra-estrutura em escolas e postos de saúde, redução das despesas com energéticos (principalmente através da redução do consumo de GLP para cocção) e melhoria das condições de produção.

As tecnologias implantadas, dentre as quais se encontram o Fogão a Lenha de Queima Limpa (FLQL), sistemas fotovoltaicos, gasogênio à carvão vegetal e roda d'água, foram fruto de um processo de decisão que envolveu toda a comunidade e foram acompanhadas do repasse do conhecimento tecnológico e de estratégias que possibilitassem a gestão e difusão das tecnologias por parte dos usuários.

POPULAÇÃO ATENDIDA

A capacidade do Projeto Assentamento Iporá foi prevista para beneficiar 361 grupos domésticos (GD¹). De acordo com os dados levantados através de pesquisa de campo, existem

em torno de 350 GD's. No entanto, segundo o INCRA estão cadastradas 811 famílias no Projeto de Assentamento Iporá - PAI.

A discrepância entre os dados obtidos em campo e os fornecidos pelo INCRA, pode ser explicada pela dificuldade que este enfrenta de atualização de dados em vista da alta rotatividade de assentados que ocorre na área.

Estes grupos são oriundos de diferentes localidades, onde se destacam os municípios do Estado do Amazonas e a região Nordeste do Brasil.

As comunidades são de difícil acesso através de estradas de terra que geralmente encontram-se em condições precárias devido às fortes chuvas da região em alguns meses do ano. As casas são em geral feitas de madeira com cobertura de zinco e encontram-se em bom estado, o banheiro é externo. Grande parte da população possui costumes urbanos que pode ser evidenciado pela posse de equipamentos elétricos (rádio à pilha ou televisão) ou ainda possuir fogão a gás, apesar de utilizarem constantemente o fogão a lenha. Os GD's possuem renda, em torno de 1 (um) a 2 (dois) salários mínimos e praticam a agricultura de subsistência.

É importante observar que os custos com energéticos praticados na comunidade são maiores que os custos com a eletricidade em áreas já eletrificadas, no entanto, é difícil a percepção dessa realidade por parte dos consumidores. Esse fato é confirmado por Gouvello (1995), quando este afirma que *“O watt-hora contido numa pilha do tipo R6 custa ao consumidor rural cerca de 8.000 vezes mais do que a tarifa unificada cobrada pelo serviço público de energia elétrica”*.

O custo com energéticos chega a representar em média 30 % da renda familiar para aqueles que recebem até 1 (um) salário mínimo. Entre os energéticos de maior peso em termos de custo estão o GLP, custos para recarregar baterias de automóveis (utilizadas para acionar TVs e rádios), pilhas, velas e querosene.

Vale ressaltar que nos G.D.s que possuem geradores elétricos próprios (que são poucos), o custo do combustível (gasolina ou diesel) utilizado é o item de maior peso no custo energético mensal.

O consumo mensal de lenha por grupo doméstico verificado foi da ordem de 3 m³, entretanto, este item não tem peso algum no custo energético dos G.D.s devido à sua abundância na região.

O FOGÃO A LENHA TRADICIONAL

Os fogões utilizados nas comunidades são os tradicionalmente utilizados na região amazônica. Apesar de existir certa variação no formato dos fogões a lenha encontrados nesta região, estes são geralmente estruturas feitas de tijolos, pedras e barro prensado, montados diretamente no chão ou em armações de madeira. Geralmente são armadas duas

¹ Grupo Doméstico: Termo usado para designar um grupo de pessoas que moram na mesma casa com e/ou sem laço familiar.

fileiras paralelas de tijolos ou pedras para sustentar pedaços de zinco e/ou painéis; no espaço armado são queimadas torras de madeira.

A figura 1 apresenta uma foto de um fogão tradicional.



Figura 1: Fogão de lenha regional amazônico

Estes fogões são pouco eficientes, sendo responsáveis por uma série de problemas. Como a queima da lenha não ocorre de maneira completa, tem-se uma quantidade elevada de fumaça que traz as seguintes consequências:

- a) Pode produzir doenças nos olhos como glaucoma, entre outras;
- b) deixa os utensílios recobertos com um material escuro que atua como um isolante térmico. Dessa forma, faz-se necessário uma quantidade de lenha maior para cozinhar o mesmo alimento;
- c) Como as cozinhas normalmente são abertas, isto é, não possuem paredes (diferentemente daquela apresentada na Figura 1), o vento prejudica a troca de calor convectiva entre o fogo e as panelas fazendo com que o fogão diminua sua eficiência;
- d) A fumaça que emana do fogão, não provido de chaminé de exaustão, faz com que a vida útil da palha utilizada na cobertura da cozinha diminua. Deve-se ressaltar que a palha utilizada na cobertura das casas normalmente é comercializada.
- e) Só é possível cozinhar um alimento por vez.

Apesar dos fogões estarem, em geral, situados em varandas apenas cobertas, a fumaça emanada pelo mesmo pode trazer inúmeros problemas de saúde. Segundo Borges (1994), *“em termos de monóxido de carbono, a equivalência encontrada para a exposição a fumaça foi a de se fumar dois maços de cigarro por dia. Com relação as substâncias orgânicas policíclicas, que são carcinogênicas, equívaleu a fumar vinte maços por dia; de material particulado, dois maços por dia; e de formaldeídos, cinco maços por dia. Esses inconvenientes foram constatados através de*

estudos realizados em diversos países, como Brasil, Venezuela, Nicarágua, Honduras, Índia, etc”.

ORIGEM DA TECNOLOGIA DO FOGÃO A LENHA DE QUEIMA LIMPA

Por volta do início dos anos 80, vários grupos de pesquisa iniciaram trabalhos laboratoriais procurando compreender os fenômenos físicos e químicos que ocorriam nos fogões, buscando metodologias de avaliação e desempenho, bem como utilizando instrumentação mais sofisticada.

Pesquisadores da Universidade Tecnológica de Eindhoven, Holanda realizavam testes com queimadores de lenha de diversos tipos, tentando obter uma combustão mais completa e limpa (Hasan Khan & Verhaart, 1989). Surgiram então alguns modelos de baixa emissão como o Tubular Stove e o Rocket Stove, sendo o primeiro de funcionamento facilmente perturbado e o segundo de construção difícil e operação complicada.

Ao final da década de 80, este grupo de pesquisa apresentou um queimador de lenha em fluxo dowdraft, onde o ar passa em fluxo co-corrente com esta, na grelha, que apresentava boas perspectivas tanto em relação às baixas emissões como com relação à eficiência e controle do processo de combustão (Prasad & Verhaart, 1989).

Com base neste processo de queima foi pesquisada a melhoria técnica de um fogão a lenha tradicional brasileiro. Uma vez que este objetivava obter uma queima com menor emanção de poluentes tóxicos para o usuário e para o meio ambiente, o fogão estudado foi denominado de fogão a lenha de combustão limpa - FLQL.

O estudo e primeiro protótipo em argila dessa tecnologia foi desenvolvido em 1992 nas comunidades de Mocambo e Caburi, no município de Parintins/AM (Martins et al., 1992). Posteriormente Borges (1994), deu prosseguimento aos estudos de Martins, Barros e Lima, avaliando e aperfeiçoando o desempenho do equipamento. Este trabalho avaliou o desempenho do FLQL através da análise de eficiência, balanço pela primeira e segunda Lei da Termodinâmica, analisando ainda o teor de CO nos gases efluentes.

ASPECTOS CONSTRUTIVOS

O fogão é uma estrutura composta basicamente de quatro partes: queimador, chaminé, jirau (estrutura de madeira sustentada por hastes) e chapa de ferro, ou outro metal, com três bocas. O queimador de lenha funciona próximo ao solo, onde na parte interna é depositada a lenha sobre a grelha, através da boca de alimentação.

Nesta parte, o queimador, ocorrem os processos de pirólise e combustão dos voláteis e combustão do carbono fixo, assim altas temperaturas são obtidas tanto na região da grelha. Os gases de

combustão a altas temperaturas são levados através de sua primeira chaminé até o jirau, e por isso na sua construção utiliza-se a técnica de cerâmica indígena². A figura 2 apresenta uma foto de um Fogão a Lenha de Queima Limpa construído no Assentamento.

Pode-se observar nesta foto as diversas estruturas: abaixo a direita está o queimador de lenha construído em argila, com a boca de alimentação de lenha voltada para a lateral do fogão. A lenha é depositada sobre a grelha e o ar entra pela mesma abertura, produzindo uma chama abaixo da grelha. A chama sobe então (por tiragem natural produzida pelas altas temperaturas e pela diferença de altura entre o queimador e o jirau) pela chaminé do queimador até atingir o jirau de madeira que foi previamente recoberto com argila.

No jirau existe um canal esculpido na argila sobre o qual é colocada a chapa com três bocas. Esta é a região onde haverá a troca de calor entre os gases quentes e as panelas. Ao final do canal é colocada uma Segunda chaminé (neste caso de cerca de 40 cm apenas) para promover a tiragem dos gases da região de troca de calor com a s panelas para o ambiente. É possível utilizar chaminés mais altas visando retirar os gases para fora da cozinha, o que inclusive beneficia o comportamento do fogão.

A chapa de ferro é comercializada e tem forma e tamanhos variados. Convém escolher o tamanho um pouco menor que a base do jirau.



Figura 2 . FLQL recém construído.

ESTRATÉGIA PARA INTRODUÇÃO DO FLQL

Em um primeiro momento, de implantação do projeto, foram realizadas atividades que propiciassem uma perfeita iteração entre os membros da equipe de pesquisa e a comunidade, sendo esclarecido quais os objetivos do projeto de pesquisa como um todo e qual deveria ser o compromisso da comunidade.

Vencido esse primeiro momento, utilizou-se inúmeras técnicas de investigação visando a obtenção das informações necessárias para o reconhecimento e análise dos hábitos de consumo de energéticos, bem como, do modo de vida da população local.

Em seguida, todo o diagnóstico sócio-econômico e energético da comunidade produzido foi apresentado e discutido com a comunidade, objetivando chegar-se a um consenso sobre suas reais demandas e potencialidades.

Dando prosseguimento ao trabalho, foram apresentadas à comunidade diversas opções tecnológicas para as necessidades diagnosticadas, destacando-se pontos positivos e negativos relativos ao uso das mesmas. Nesse momento a comunidade tinha plena liberdade para opinar quanto a introdução ou não da tecnologia.

Uma vez escolhida a tecnologia iniciaram-se então os procedimentos metodológicos utilizados para a implantação, acompanhamento e avaliação da mesma.

Sempre que se fazia necessário a comunidade era mobilizada para participar do processo de tomada de decisão. A mobilização era realizada através de cartazes, contatos com líderes comunitários e/ou informantes chaves.

Considerando que a proposta consistia em fazer também o repasse do conhecimento tecnológico, vários cursos foram realizados. Normalmente aproveitava-se o momento da implantação das tecnologias para dar o treinamento, aproveitando-se assim da atividade prática. Nestes cursos e treinamentos buscava-se atingir grande parte da população, procurando-se identificar agentes multiplicadores dos conhecimentos.

No que refere-se aos fogões, os primeiros tiveram sua construção financiada pelo projeto de pesquisa e foram doados aos GD's que se disponibilizaram a participar dos testes e fornecer informações sobre o seu funcionamento.

Na figura 3 pode-se observar uma foto de um treinamento sobre a confecção do queimador em cerâmica indígena sendo ministrado para os assentados.

² A técnica indígena consiste na mistura de argila e cinza da casca do caraipé (árvore da região), na mesma proporção.



Figura 3. Pesquisador ministrando treinamento.

Se construídos com matéria prima disponível (argila, barro, prego, pedaços de madeira e zinco) o custo do FLQL fica em torno de R\$ 55,00, entretanto este custo varia de acordo com o material disponível. Deve-se salientar que nesse custo, R\$ 40,00 corresponde ao preço da chapa metálica onde são colocados os utensílios utilizados para cozinhar os alimentos.

PROCESSO DE DIFUSÃO

O processo de difusão têm início com a realização de um curso de construção, operação e manutenção da tecnologia. Para cada curso ministrado foi definido um período de mobilização, objetivando uma maior organização e participação dos assentados. No primeiro curso adotou-se a estratégia de mobilização dos comunitários abrangendo diferentes localidades, afim de repassar o conhecimento da tecnologia e identificar agentes multiplicadores. Entretanto, devido aos problemas logísticos preferiu-se, posteriormente, concentrar as ações de cada curso em uma única comunidade.

O curso era iniciado com a apresentação do projeto e a realização de uma dinâmica de grupo³. Abordavam-se inicialmente os conceitos teóricos sobre o processo de queima limpa, seguido de uma demonstração do funcionamento do fogão. Eram ainda apresentados os aspectos práticos referentes às técnicas de manuseio com a argila.

Durante o curso, os comunitários que mais se destacavam no domínio das técnicas de construção eram escolhidos como agentes multiplicadores. Estes eram convidados a participarem dos próximos cursos juntamente com o GD contemplado com o fogão construído em mutirão durante o curso, para repassar aos membros

³ Dinâmica de Grupo são brincadeiras que trazem mensagens de grupo, com o objetivo de descontrair os participantes.

da comunidade como transcorreu o processo de adaptação da tecnologia.

Ainda como estratégia de difusão tem-se buscado atualmente introduzir o FLQL em projetos que estão sendo concebidos pelas cooperativas que estão sendo formadas nas comunidades do Assentamento.

VANTAGENS COMPARATIVAS

As vantagens do fogão de queima limpa em relação aos tradicionais são: a substituição da lenha por gravetos secos que podem ser facilmente catados, acarretando a redução do consumo de lenha; menor tempo dispendido na coleta de lenha e na cocção; segurança do usuário na manipulação do fogão; preparação de vários alimentos ao mesmo tempo; eliminação da fumaça dentro da casa; facilidade de limpeza das panelas e incorporação de outros membros da família no trabalho da cozinha.

RESULTADOS OBTIDOS

Foram realizados cinco cursos de construção, manutenção e operação de Fogão a Lenha de Queima Limpa, em áreas distintas do assentamento. Verificou-se que a adoção do FLQL leva a uma redução no consumo de lenha para cozinhar alimentos em aproximadamente 70% com relação aos fogões tradicionais. Alguns aperfeiçoamentos estão sendo feitos no design dos fogões a partir das informações que estão sendo fornecidas pelos usuários. A adaptação do usuário em geral ocorreu de maneira extremamente satisfatória.

Os problemas decorrentes do uso do FLQL, como a necessidade de manutenção mais intensiva no primeiro mês de uso, não foi fator de rejeição da tecnologia por parte dos usuários.

Um dos fatores que levou ao insucesso nos primeiros fogões construídos na comunidade (o desenvolvimento de rachaduras nos queimadores construídos em cerâmica indígena) foi perfeitamente superado pela determinação da proporção adequada de argila e caraipé. Deve-se salientar que outros aditivos para a argila, utilizados na indústria de refratários foram testados, no entanto, o melhor resultado foi obtido com o caraipé.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É incontestável a importância da introdução de tecnologias melhoradas de fogões a lenha em localidades remotas, haja visto os benefícios que estes podem trazer para a comunidade, os quais podem ser comprovados através, tanto da experiência relatada, como de outras experiências internacionais que são descritas por Souza, et. al. (1999). Segundo Souza, et. al. (1999) “a tecnologia que está sendo difundida no projeto realizado no estado do Amazonas, apresenta vantagens comparativas com

relação as outras tecnologias aqui apresentadas (experiências na Venezuela e Honduras). “Dentre essas vantagens tem-se a não emissão de fumaça, pois a queima de lenha se dá por completo, e a área que fica aquecida é somente aquela na qual fica a panela”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Borges, T. P. F. **Fogão a Lenha de Combustão Limpa**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP/SP/Brasil, 1994.
- [2] **Relatório Final de Atividades do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Tecnologias Alternativas para o Meio Ambiente Rural: “aspectos técnicos e sócio-econômicos”**. Universidade do Amazonas - Faculdade de Tecnologia / Instituto de Ciências Humanas e Letras. Brasil /fev/ 2000.
- [3] Souza, R.C.R.; Pereira, G.A; Martins, G. e França, B.S. “**Experiências de difusão de fogões alternativos a lenha**”. I Encontro de Ciência e Tecnologia da Amazônia – I ECTA. Anais em CD. Belém, PA, 20 a 23 de setembro de 1999.
- [4] Martins, G.; Barros, I. F. R.; Lima, M. D. “**Design Social Vs Novas Tecnologias**” Anais do Workshop Internacional Renovacao Tecnologica, Curitiba, PR, 1992.
- [5] Hasan Khan, A. M. & Verhaart , P. “ **Clean Combustion of Wood?** “ Woodburning Stove Group, Report , Eindhoven Technological University, 1989.
- [6] Prasad, K. K.; Verhaart, P. “ **Combustion and Heat Transfer in Small Scale Woodburning Devices**” Woodburning Stove Group, Report Eindhoven Technological University,1989.