

[Home](#)"" """">

---

[home.cd3wd.ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

BIOMASSA FOGÕES: ENGINEERING DESIGNIO,  
DESENVOLVIMENTO DE , E DISSEMINATION

Por

Samuel F. Baldwin  
Princeton Universidade

Support para a publicação de  
pelo que este volume foi provido  
o General de Diretório  
para Cooperação de Desenvolvimento  
Ministério de de relações exterior  
Governo de do Países Baixos

VITA  
1600 Bulevar de Wilson, Apartamento 500,  
ARLINGTON, VIRGNIA 22209 E.U.A.  
TEL: 703/276-1800. Fac-símile: 703/243-1865  
Internet: pr-info@vita.org

Center Para Energia e Estudos Ambientais  
Princeton Universidade  
Princeton, Nova Jersey 08544 E.U.A.

Fogões de biomassa

Direito autorais [sup.c] 1987 Voluntários em Ajuda Técnica

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser produzida ou pode ser transmitida em qualquer forma ou por qualquer meios, eletrônico ou mecânico, inclusive fotocópia, registrando, ou qualquer armazenamento de informação e sistema de recuperação sem os escritas permissão do publicador.

Fabricada nos Estados Unidos de América.

Publicada por  
VITA  
1600 Bulevar de Wilson, Apartamento 500,  
ARLINGTON, VIRGINIA 22209 E.U.A.

Biblioteca de Dados de Catalogar-em-publicação de Congresso

Baldwin, Samuel F., 1952 -  
Biomassa fogões.

Bibliografia de : pág.

Inclúdes índice.

1. Fogões de biomassa--Designio e construção.  
2. Energia de biomassa--países em desenvolvimento. 3. Fuelwood--  
Conservação de --países em desenvolvimento. EU. Título  
TH7436.5.B35 1987 683 ' .88 87-6107  
ISBN 0-86619-274-3

Para minha irmã, Hannah

#### RECONHECIMENTOS

O trabalho apresentado neste volume começou em África Ocidental, debaixo dos patrocínios, de um projeto a longo prazo implementado por Voluntários em Ajuda Técnica (VITA) e o Comité Permanent Enterrer-etats de Lutte la de Contre Secheresse LE DE DANS SAHEL (CILSS). Desde então, numerosas pessoas e organizações têm ajudada a todo passo em seu desenvolvimento. Muitos dos contribuintes têm cuidadosamente notável nas referências detalhadas e assim não será here. However repetido, especial obrigado é devido o seguinte:

Para apoio financeiro enquanto na África: Agência de Estados Unidos para Internacional Desenvolvimento e IBM-Europa.

Para apoio institucional enquanto na África: CILSS, OUAGADOUGOU; L'INSTITUT Burkinabe de l'Energie (IBE), Ouagadougou; Missão Forestiere Allemand (MFA), Ouagadougou; d'Energie de Laboratoire Solaire (LESO), Bamako; Centro des Etudes et des Recherches des Energias Renouvelables (CERER), Dakar; Associação de de Bois Feu, Marseille; le de aguaceiro de Associação des de Developpement Energias en de Renouvelables Mauritanie (ADEREM), Nouakchott; Mundo de Igreja Serviço (CWS), Niamey; Agência de Estados Unidos para Desenvolvimento Internacional (USAID); e Estados Unidos Paz Corpo de exército.

Para apoio financeiro parcial no EUA: Recursos mundiais Instituem e a Rockefeller Irmãos Fundação, A Fundação de Hewlett, o Centro, para Energia e Estudos Ambientais de Universidade de Princeton, e VITA.

Para ilustrações e assistance: de gráficos Ellen Thomson, Thomas O. Agans, e Mike Freeman.

Para editorial e assistance: de produção Julie Berman, Margaret Crouch, Juleann Fallgatter, Maria Garth, e Jim Steward de VITA.

Para comentários de revisão e suggestions: Alfredo Behrens, Margaret Crouch, Gautam Dutt, Eric Larson, Precipicio Hurvich, Eric Hyman, Willett Kempton, Robert Morgan, H.S. Mukunda, Tom Norton, Kirk Smith, Bob Williams, e Timothy Wood.

Por prover equipamento esquadrinhando óptico: Charles Creesy de Princeton Universidade.

Para preparação e apoio de publicação: A Fundação de Hewlett, o Centro para Energia e Estudos Ambientais, e VITA.

Listando esses que ajudaram simplesmente, porém, não faz adequadamente descreva o papel crítico que tantos jogou neste trabalho. O original melhorou fogões projetam com CILSS começou em 1980 quando a IBM-Europa

VITA se aproximado com um pedido para projetar um programa com CILSS para o pesquisa e desenvolvimento de fogões melhorados como um modo para combater desmatamento. USAID depois contanto fundos continuem este programa indo. Era o previsão e apoio sem vacilar destas duas organizações--a ajuda agência e a corporação--isso permitiu este trabalho para acontecer nada.

Timothy Wood foi o primeiro Coordenador Técnico do VITA/CILSS projeto de fogão melhorado e eram o trabalho bom dele organizando muitos do projetos nacionais e começando o desenvolvimento de fogões de barro incendiados que, em grande parte, pavimentou o modo para o trabalho descreveu aqui.

Seguindo minha chegada na África Ocidental como o segundo o Coordenador Técnico, o trabalho descrito só foi tornado longe possível por ajuda acima e além da chamada de dever por: Issoufou Ouedraogo, Georges Yameogo, Frédéric, Yerbanga, e o Stephen e Cornelia Sepp em Burkina Faso; Yaya Sidibe, Cheick Sanogo, e Terry Hart em Mali; Massaer Gueye, Lamine Diop, e Susan Farnsworth no Senegal; Ralph Royer no Níger; Bill Phelan na Mauritània; e acima de tudo, Moulaye Diallo de CILSS e Sylvain Strasfogel de Associação de de Bois Feu. Ao mesmo tempo, eu recebi apoio soberbo de Paula Gubbins e Juleann Fallgatter a VITA headquarters. Muitos, muitos outros também ajudaram significativamente e para eles eu não tenho que me desculpar para especificamente citando os nomes deles/delas aqui.

Com meu retorno para os Estados Unidos eu continuei recebendo inestimável ajuda de muitos sources. Entre esses listadas anterior, especial obrigado é a Margaret Crouch devida, Gautam Dutt, Eric Larson, e Ellen Thomson. Em particular, Margaret e Gautam proveram horas incontáveis de editorial e ajuda de produção, e apoio incansável neste empenho longo.

Para todas estas pessoas eu dou para um thanks. sincero Esses enganos que permaneça no texto é só e de alguma maneira meu permaneça apesar de todos o ajuda editorial paciente que eu tenho received. Similarly, vários ilustrações de mais baixa qualidade permanecem--elas estão devido a minha mão trêmula e de alguma maneira permaneça apesar da ajuda profissional disponível para mim. EU espere o leitor entenderá os temas subjacentes deste trabalho apesar de estas faltas.

Eu também gostaria de agradecer minha irmã, Hannah, por me fazer atento primeiro de, os problemas em countries. em desenvolvimento Este livro é testemunho para o impacto profundo uma viagem simples para a visitar no Senegal em 1972 esteve usando minha carreira.

Finalmente, eu gostaria de agradecer minha esposa, Emory, para o amor dela, paciência, e entendendo durante os meses longos enquanto o que era pretendida que era um 50-página relatório técnico se transformou em um livro de 300-página.

SAM BALDWIN

1986 de novembro

ÍNDICE DE

Reconhecimentos

Índice

EU. INTRODUÇÃO DE E AVALIAÇÃO

II. FUELWOOD, CARVÃO, DESMATAMENTO, E FOGÕES

FUELWOOD

Carvão de

Impactos Ambientais

Economias de e Opções de Política

III. DESIGNIO DE FOGÃO

Condução de

Transmissão de

Radiação de

Combustão de

Outros Aspectos de Eficiência de Fogão

IV. FOGÃO CONSTRUÇÃO

Construção Opções

Modelo Designio: Fogões cilíndricos

Metal Fogão Produção  
Fired Produção de Fogão de Barro

V. FOGÃO PROVA  
Laboratório Testes  
Controlled Testes de Arte culinária  
Produção Testes  
Campo Testes  
Marketing Testes

VI. CARVÃO DE ABASTECEU SISTEMAS  
Carvão Fogões  
Fornos de Temperatura Altos

#### APÊNDICES

UM. Condução  
B. Transmissão  
C. Radiação  
D. Combustão  
E. Aqueça Exchangers  
F. Análise financeira  
G. Métodos estatísticos  
H. Equipamento testando  
EU. Unidades e Conversões  
J. Instituições

NOTAS, REFERÊNCIAS, E LEITURA ADICIONAL

#### ÍNDICE

CAPÍTULO EU

INTRODUÇÃO E AVALIAÇÃO

Países em desenvolvimento estão sofrendo sério agora e crescentemente correnteza desmatamento. além de degradação ambiental, perda de floresta

cobertura remove os recursos de energia de madeira em qual tradicional rural economias são baseadas. Com respeito às escassezes crescentemente sérias, programas para conservar fuelwood provêem e ampliar produção de fuelwood multiplicou, mas frequentemente foi ineficaz devido a uma falta de entendendo das complexidades econômicas, políticas, sociais, e técnicas destes problemas.

A intenção primária deste livro é solucionar alguns do técnico problemas de conservar supply(1 de fuelwood) . Isto é terminado usando o princípios de transferência de calor de engenharia moderna para redesenhar tradicional tecnologias de energia. Como mostrada, este matrimônio improvável do moderno e o tradicional é uma ferramenta poderosa por melhorar as vidas do Terço Mundo é pobre.

O livro é dividido em duas partes, o texto e os apêndices técnicos. O texto é escrito para generalists que precisa um qualitativo contudo detalhada entendendo de designio de fogão e testando. Os apêndices são escritos para especialistas que precisam de uma introdução à aplicação dos princípios de combustão e transferência de calor para designio de fogão. As duas partes são combinadas em um único volume para enfatizar a importância de técnico análise para designio de fogão, desenvolvimento, e dissemination. em resumo, o conteúdos são como segue.

---

(1) um volume de companheiro discute aspectos de política de usar energia de biomassa recursos para desenvolvimento rural (1). Planejamento de programa de fogão e implementação é discutida a comprimento em referência (2).

Capítulo II, Fuelwood, Carvão, e Desmatamento, revisões o papel de fuelwood em sociedades tradicionais, e o ambiental, econômico, e considerações de política de desmatamento crescente e fuelwood piorando escassezes. Embora demanda de fuelwood não é uma causa primária de desmatamento na balança global, pode aumentar pressões significativamente em arborize recursos, particularmente ao redor áreas urbanas em regiões áridas, localmente onde a demanda de fuelwood é grande e a produtividade de biomassa do terra é em troca small., desmatamento coloca um enorme financeiro e fardo físico em centenas de milhões das pessoas em países em desenvolvimento

como eles lutam obter materiais vitais de combustível com que cozinhar o deles/delas comida e aquece as casas deles/delas.

Respostas para estes problemas poderiam incluir plantação de árvore programa, melhorou administração de terra, ou a importação de combustíveis fósseis por cozinhar. Tudo de estes podem ser componentes importantes de qualquer estratégia a longo prazo para se encontrar o energia precisa de países em desenvolvimento (1) . Contudo em muitos rural e urbano áreas não podem ser implementados tais programas rapidamente bastante ou também podem ser caro superar o rapidamente déficits de fuelwood crescentes.

Melhorando a eficiência de energia de biomassa potencialmente fogões ardentes ofertas uma alternativa altamente custo-efetiva por aliviar o fardo de comprar abastecer por urbano pobre e colecionando combustível por rural pobre. Fogões melhores também prometa saúde importante beneficicia aos usuários deles/delas reduzindo fumaça emissões. Finalmente, fogões podem aliviar pressões em florestas como também ajuda mantenha produtividade de terra a longo prazo reduzindo a necessidade para queimar colheita resíduos e esterco.

Capítulo III, Designio de Fogão, discute os aspectos técnicos de combustão e transferência de calor como aplicado a melhorar biomassa cookstoves(2 ardente) . O são enfatizados pontos seguintes:

o Condução processa no fogão exija para o fogão ser como de peso leve como possível minimizar calor armazenado nas paredes e, onde possível, ser enfileirada com insulants de temperatura de peso leve, alto para reduzem perda de calor ao exterior. O peso claro deles/delas e transportability fácil permitem produção de massa centralizada com distribuição por canais comerciais existentes ou produção de massa descentralizada com Distribuição de por artesãos de setor informais.

---

(2) biomassa " como usado neste livro se refere para cru ou biomassa de unprocessed combustíveis como madeira, desperdícios agrícolas, ou dung. em contraste, abastece tal como carvão, ethanol, metanol e outros que são derivadas de cru biomassa é termed " processaram combustíveis de biomassa ".

Cookstoves " (ou simplesmente " fogões ") recorre principalmente a fogões projetados para



aquecendo Usos de water. poderiam incluir doméstico, restaurante, ou institucional arte culinária de balança (fervendo) ou aquecimento de água quente; comercial e industrial usos como cerveja se preparar, dyeing de pano, ou comida que processam (fervendo); e outros. não recorre a fogões por fritar comidas ou para woodburning fornos, nem aplica para espaçar fogões de aquecimento, embora muitos do mesmas considerações geralmente serão aplicáveis.

#### Introdução

o Transmissão processa no fogão requeira controle muito preciso em cima do fogão dimensão e emparelhando preciso do fogão para o pot. O grau alto de precisão precisado necessita produção de massa baseado em modelos standards.

Assim, por causa de princípios fundamentais de transferência de calor, local-construiu ou fogões volumosos são improváveis para mostrar desempenho aceitável; massa produziu fogões de peso leve com cuidadosamente aperfeiçoou e dimensões controladas são muito preferiu.

Além disso, são discutidos combustão e radiação calor transferência processos em Capítulo são apresentadas III and oportunidades para pesquisa adicional para aumente eficiência e reduza emissões.

Capítulo IV, Construção de Fogão, aplica os resultados técnicos de Capítulo III para os aspectos práticos de construção de fogão atual. Designio de modelo e passo por passo produção é descrita em detalhes para vários metal e fogões de barro incendiados desenvolveram recentemente e sendo disseminada agora em Oeste África. Additionally, são feitas sugestões para uma variedade de outro fogão configurações que podem vestir melhor condições em outras áreas.

Em Capítulo V, Fogão Testando, passo por passo procedimentos são recomendados para protótipos de fogão testando e estabelecendo uma indústria de fogão rudimentar. Em são usados sumário, laboratório e testes de arte culinária controlados para selecionar particularmente prototypes. promissor Destes testes, modelos standards são desenvolvida isso conforme aos tamanhos de panela locais e formas. Uma produção teste é feito, enquanto produzindo 50, 100, ou mais fogões então para cada do mais mais panela popular sizes. Durante esta produção testam, uma análise detalhada é

executada dos custos, os problemas encontraram, e melhorias potenciais no método de produção.

Alguns dos fogões produzidas são distribuídas em um a curto prazo, temporário base para famílias selecionadas para campo que testa para determinar ambos seu aceitabilidade e o desempenho atual deles/delas.

Outra porção desses fogões é posta à mostra em comercial local saídas e vendido em uma comissão basis. que Tal marketing simultâneo pode permita alguma avaliação indireta em como os vizinhos das famílias selecionadas perceba o potencial. Marketing dos fogões técnicas como rádio e jornal anunciando, outdoor e outra publicidade, e demonstrações públicas a centros sociais, escolas, centros religiosos, e em outro lugar também deva ser attempted. Como interesse desenvolve, o promotor de fogão pode gradualmente retira, enquanto deixando o produtor de fogão em contato direto com o outlets. comercial vários Se interesse não desenvolve, modificações necessariamente esteja baseado no campo e pesquisas de mercado e qualquer outro informação que está disponível.

Deve ser enfatizado que prova detalhada, metódica de protótipo fogões; análise financeira e estatística cuidadosa dos resultados; e uso destes resultados melhorar protótipos subseqüentes é crucial se melhorou fogões serão disseminados prosperamente e amplamente. Em algumas áreas o prescrições testando providas precisarão ser modificadas; em outras áreas eles precisarão ser completamente reworked. Mas em todos lugares, cuidadoso, prova metódica e uso dos resultados são cruciais a entender e obstáculos superando para desempenho de fogão bom e aceitabilidade.

Capítulo VI examina melhorias brevemente em Carvão Abasteceu Sistemas tal como fogões e fornos de temperatura altos dos que podem economizar quantias grandes fuelwood quando desenvolveu.

Apêndices técnicos documentam o texto em detalhes e provêm o técnico leitor a fundação para Tópicos de understanding. mais detalhados discutidos inclua condutivo, convective, e radiative aquecem processos de transferência;

princípios de combustão; ar para arejar exchanger de calor projetado; e técnicas para análise financeira e estatística de teste de dados. Analíticas e soluções numéricas para aquecer transferem são descritas equações em detalhes e os resultados são apresentados no texto. referências extensas são notáveis para esses que desejam fazer trabalho mais detalhado e uma lista de instituições são contanto para contato com programas contínuos.

As tecnologias específicas discutidas neste livro estão por nenhum meios finalizadas: bastante elas são beginnings. Cada tem certas vantagens, como abastecer eficiência ou segurança, comparadas a formas tradicionais, mas também traz com isto certas desvantagens como flexibilidade reduzida ou aumentou custo. Se ou não a tecnologia melhorada é adotada em qualquer área vá dependa da provisão de combustível local, a economia local, e um anfitrião de outros fatores. Further, a resposta será dinâmica, enquanto mudando como condições mudam. Como recursos de energia de biomassa diminuem, porém, a demanda para mais combustível tecnologias eficientes devem adaptação de grow. e mais adiante desenvolvimento das tecnologias descrito aqui pode prover o vital serviços de energia precisados pelo mundo pobre em um crescentemente recurso mundo limitado.

Semelhantemente, este livro está por nenhum meios um estudo completado mas bastante é um introdução para a aplicação de análise científica moderna para tradicionais tecnologias. Nos exemplos discutidos abaixo, quando engenharia moderna transferência de calor é aplicada a tecnologias de energia tradicionais, novo, são desenvolvidas tecnologias com potencial enorme para melhorar as vidas de o mundo é pobre. Combinada com técnicas de produção de massa modernas que podem leve as frutas de um único esforço de engenharia dedicado para o inteiro mundo, esta lata potencial enorme seja percebida. Não há tempo para desperdício.

## CAPÍTULO II

### FUELWOOD, CARVÃO, DESMATAMENTO, E STOVES (1)

Desde então pessoas aprenderam controlar fogo eles têm desflorestado ativamente o ambiente deles/delas, usando fogo inicialmente para ajudar na caça e depois clarear terra para agriculture. del de Tierra Fuego ou " Terra de Fogo "

foi nomeada assim por Magellan em 1520 por causa dos numerosos fogos que ele viu lá fixe por Sul Americans. indigena savannahs Tropical e temperado gramados são, em grande parte, uma consequência de tal burnings repetido. Um calculou a metade dos desertos do mundo foi criada semelhantemente (1).

História registrada tem numerosos exemplos de tal desmatamento. Crete, uma vez, escassezes de madeira severas fortemente arborizadas, sofridas antes das 1700 AC devido ao demandas de uma população crescente. Chipre proveu o bronze precisado pelo gregos antigos para armamento. Wood escassezes são uma causa provável para a redução em bronze que funde lá antes das 1300 AC qual racionamento forçado no Continente grego e debilitou o Mycenaean a ataque externo. Aristóteles e o Platão documentou a destruição de florestas na Grécia e o consequências. Os romanos foram forçados a importar madeira de Norte a África, França, e Espanha para manter as indústrias deles/delas, banhos públicos, e exército operacional. Inglaterra sofreu desmatamento severo em muitas áreas durante o período industrial cedo dela--os cidadãos igualam se revoltada em cima de madeira ascendente preços--até a transição para carvão foi feita (2,3).

Hoje, as florestas do mundo enfrentam pressões sem precedentes. Enquanto potencialmente um recurso renovável, florestas estão desaparecendo mais rapidamente que eles estão sendo substituída. A Comida de Nações Unidas e estimativas de Organização de Agricultura isso arboriza está sendo perdida a agricultura, enquanto pastando, madeira comercial, queimando descontrolado, fuelwood, e outros fatores a uma taxa de mais que 11 milhões de hectares por ano, com 90% da terra clareada nunca replantadas, (4,5).

---

(1) o autor gostaria de reconhecer a ajuda de Timothy Wood preparando porções deste capítulo.

Como desaparecem florestas, o fardo financeiro e físico de obter madeira abasteça por cozinhar e aquecimento espacial aumenta para o mundo é pobre. Em resposta, muitas volta para semear desperdícios e esterco como uma alternativa, mas um isso tem consequências sérias potencialmente para fertilidade de terra de futuro (6,7).

Este não é um problem. Nearly pequeno ou isolado dois milhões de toneladas métricas (tonnes) de madeira, carvão, desperdícios de colheita, e esterco são diário queimado dentro

países em desenvolvimento, ou aproximadamente um quilograma cada dia para todo homem, mulher, e criança. Embora a energia obtida só representa aproximadamente 10% da energia consumiram mundial, é em cima de meio a energia consumida em uns 50 a 60 países em desenvolvimento e é até 95% do energia doméstica usou lá (6-9).

Biomassa abastece jogo assim um papel crítico nas economias do desenvolver países. Neste capitulo a provisão e demanda destes combustíveis, o deles/delas produção e economias, e as conseqüências ambientais do uso deles/delas é revisada em detail. Embora as estatísticas extensas apresentadas são eles não emotivo, a pessoa não pode ser não emotivo sobre o pedágio temeroso em bem-estar humano que eles represent. O custo alto de fuelwood representa comida, medicina, e roupa que o urbano pobre tem que anteceder. As distâncias longas caminharam e cargas pesadas levaram pelo rural pobre forrageando combustível representam tempo e trabalham comida crescente bem gastada ou bens produtores à venda em aldeia markets. As quantias grandes de fumaça emitida por fogões tradicionais represente o desconforto e infecte que esta fumaça pode causar o usuário. Só em tal um contexto largo possa o cheio impacto de combustíveis tradicionais e fogões em vida humana e bem-estar é apreciada.

#### FUELWOOD

O crescimento de anuário global total de biomassa de floresta foi variously calculada para ser aproximadamente 50 vezes consumo de madeira anual e cinco vezes consumo de energia anual total inclusive combustíveis de fóssil (Nota 142) (2) (10). Apesar da média grande provisão global, há agudo e crescente escassezes de regionally de fuelwood e localmente. Algumas regiões, como a Ásia, tenha muito pouco crescimento de floresta per capita acionário (Nota 143). Dentro regiões, alguns países estão bem dotados com recursos de energia de biomassa, e outros têm materiais totalmente inadequados, (Mesa 1); e dentro países eles, há abundâncias locais semelhantes e escassezes. Por exemplo, Zaire consome só 2% de seu rendimento sustentável de floresta biomassa mas tem desmatamento sério ao redor de Kinshasa (12).

Em áreas onde arborizam recursos não pode se encontrar a demanda, residuos de colheita e esterco animal é marginalmente melhor os substitutos suficientes. Em Bangladesh,

por exemplo, resíduos de colheita e esterco de animal podem prover aproximadamente 300 watts por capita (Mesa 1). Este é pouco bastante satisfazer necessidades mínimas.

(2) para não sobrecarregar o texto contudo ainda proveja o leitor com informação detalhada, várias Mesas são determinadas como começo de Notas em página 251.

#### MESA 1

Biomassa Energia Recursos em países em desenvolvimento Seleccionados  
 Rendimento Sustentável em Watts/capita de  
 População de Colheita de Animal de  
 Rural (millions) Resíduos de Wood Esterco de

Congo	1	18100	35	n.a.
Brasil	116	11100	257	507
Zaire	30	4300	29	35
Argentina	27	3900	793	1270
Tailândia	48	1170	295	124
Nepal	14	666	225	412
Burkina de Faso	7	317	162	231
Índia	694	222	174	200
Bangladesh	89	63	136	162
China	970	n.a.	216	108

Adapted de referência (20); n.a. --not disponível

Estimativas como estes são, claro que, só aproximações muito cruas. Como estes combustíveis tradicionais normalmente não movem por comercial monitorado mercados, estimativas da produção deles/delas e uso só podem ser feitas por medidas detalhadas no local em question. Further, há confusão considerável na literatura em cima das unidades media um determinado quantity. por exemplo, os couteiros geralmente usam unidades de volumetric para meça madeira mas às vezes não especifique se está em unidades de sólido metros cúbicos ou metros cúbicos empilhados (guia) . Nem é as espécies e densidade specified. Note (144) dá equivalências muito ásperas entre o duas unidades de volumetric para classes diferentes de madeira colhida. Semelhantemente,

carvão está normalmente medido através de volume, mas seu conteúdo de energia é determinado por sua massa que em troca é determinado pelas espécies de qual foi carbonizado (14), as temperaturas às quais foi carbonizado, i.e., seu conteúdo volátil residual (15), e sua densidade de embalagem.

Quando calcula de conteúdo de energia está baseado em peso, os preferiram, método, é semelhantemente vital para saber o conteúdo de umidade do combustível e se o peso está em uma base molhada ou seca (veja Capítulo III).

Calculando recursos de energia de biomassa deveriam ser feitas então por dirija medida. Forest que recursos podem ser medidos calculando de pé volumes ou cortando uma área e fazendo um peso direto ou volume medida (16-19). Semeie resíduos das mesmas espécies pode variar amplamente por tipo de terra e chuva como mostrada em Nota (145) e semelhantemente deveria ser diretamente weighed. Crescimento taxas podem ser calculadas através de numerosas repetições de tais medidas em amostras comparáveis, adjacentes em cima de um período de tempo. Finalmente, onde esterco animal é, ou poderia ser, usado como uma energia recurso, também, deveria ser medido Estimativas de directly. de esterco taxas de produção são determinadas em Nota (146) . valores Caloríficos para um número de combustíveis de biomassa diferentes é determinado em Apêndice D.

Foram calculados recursos de energia de biomassa para uma variedade de habitante, casos nacionais, e regionais como descrita em referências (4,7,9,13,20-28).

#### Fuelwood Demand

Foram feitas numerosas estimativas de demanda de combustível de biomassa no habitante, balança nacional, e regional (29-59) . A taxa de uso de energia pelo aldeão típico normalmente está na gama de 200-500 watts por pessoa e possa variar dramaticamente com a estação, clima, e disponibilidade geral de combustíveis vários. Resultados de pesquisa de energia são determinados para quase 40 cidades e aldeias em Nota (147). Muito desta energia é usado para arte culinária doméstica (Mesas 2,3,6) e estes valores são muito mais altos que as quantias de energia usada em países desenvolvidos por cozinhar (Mesa 4) . Isto é devido ao ineficiência de combustíveis tradicionais e tecnologias de fogão como também mudanças em dieta e estilo de vida que são possível com rendas mais altas.

Globalmente, combustíveis de biomassa são a fonte principal de cozinhar energia para a maioria dos países em desenvolvimento (Mesa 5) . Additionally, eles provêm energia para necessidades de casa como aquecer água de banho, passando a ferro, e outros usos. Embora talvez atípico, 60% de consumo de madeira doméstico em Bangalore, Índia, é usada para aquecer água de banho (45) .

Embora o uso principal deles/delas em países em desenvolvimento é doméstico, biomassa, também abastece muito da indústria. Como vista em Mesas 7 e 8, combustíveis de biomassa, dois-terços de indústria de Kenyan e comércio e é usado para tais coisas como cerveja se preparando, blacksmithing, colheita secando, e fogo de cerâmica.

#### MESA 2

Total Consumo de Poder, Ungra, Índia,  
WATTS/CAPITA (\*)

Source\Use Agricultura Domestic Lighting Indústria de Total de humano	7.26	17.08--	4.52	28.86
Man (5.11) (6.01)-- (3.92) (15.04)				
Mulher de (2.15) (8.70)-- (0.56) (11.41)				
Criança de -- (2.36)-- (0.04) (2.41)				
Animal (* *) 12.0 ---- 1.11 13.11				
Lenha -- 222.8-- 36.85 259.7				
Agro-desperdício -- 23.2---- 23.2				
Eletricidade 3.18 -- 1.17 0.37 4.72				
Querosene -- 0.19 6.88 0.97 8.04				
Diesel 0.04----- 0.04				
Carvão ----- 1.41 1.41				

total 22.5 263.3 8.05 43.23 339.

(\*) Baseado em uma população de aldeia total de 932 pessoas em 149 casas

(\* \*) Contanto por 111 bois, 143 vacas, 93 bezerros, 113 búfalo e 489

Ovelhas de e cabras.

Referência (50)

Estimativas da intensidade de energia de usos comerciais variam amplamente, mas tudo indique quantias significativas de fuelwood usadas e freqüentemente a muito baixo eficiências. A pessoa empilhou metro cúbico de madeira, por exemplo, é requerido



curar 7-12 kg de tabaco leaf. A eficiência de tabaco celeiros secantes na Tanzânia foi calculada para ser tão baixo quanto 0.5% (49) . Tabaco curando usos 11% de todo o fuelwood em Ilocos Norte, Filipinas e 17% do orçamento de energia nacional em Malauí (34,39,47,56,59) .

Chá processando exige asperamente para 9.5 GJ ou 500 kg de madeira seca produzir 30 kg de folhas de chá secas de 150 kg de folhas verdes (45,47) . Fish fumagem / secar é variously calcularam para requerer de 0.25 kg (39) para 3 kg (40) de fuelwood por quilograma de peixe secado (47,59) Obras de alvenaria de . requerem asperamente a pessoa empilhou metro cúbico de fuelwood para incendiar 20-25 panelas (39) ou 1000 tijolos (59) . Em Bangalore, dyeing do que um tonne de estame requer uns 8.3 tonnes fuelwood; padarias usam 0.58 kg de fuelwood por quilograma de tradicional pão produziu (45) . Na Tanzânia, cerveja se preparando requer um empilhada cúbico metro para produzir 180 litros (59), e a indústria se preparando em Ouagadougou usos 14% do fuelwood total usaram (60) . que Outros usuários principais incluem cozinhas institucionais, madeira que processa (45), e produção de açúcar, para o qual o próprio bagasse é used. Overall, biomassa abastece proveja até 40% da energia industrial usada em Indonésia, 28% na Tailândia, 17% em Brasil, e semelhantemente frações grandes em muitos outros países (9) (3) .

### MESA 3

Consumo de Poder Doméstico, Taruyan, Sumatra Ocidental,  
WATTS/CAPITA

Labor (*)	Firewood	Bagasse	Querosene	Total	de
cozinhando	8.6	181.	2.9	--	193.
Molhe	Collection	2.6	-----	2.6	
Roupa	suja	2.0	----	--	2.0
Wood	Collection	1.9	-----	1.9	
Food	entregando	0.6	-----	0.6	
iluminando	-----	52.1	52.1		
total	15.7	181.	2.9	52.1	252.

Porcentagem 6.2% 71.9% 1.1% 20.7% 100.%

(\* ) Calculated a 1.05 MJ/man-hora; 14.9 lenha de MJ/kg; 37.7 MJ/liter Querosene; 9.2 bagasse de MJ/kg.

## Referência (58)

---

variedade de (3)A de unidades, GJ (giga-joules), kg., [m.sup.3], tonnes, etc., é usou aqui para corresponder à literatura em lugar de usar um único jogo de unidades--preferivelmente GJ e watts. Conversão mesas para tudo estes unidades são determinadas em Apêndice eu, fatores empilhando aproximados para madeira e carvão é determinado em Notas (144,149), e valores caloríficos são determinados dentro Apêndice D. O autor lamenta a inconveniência.

## MESA 4

## Power Consumo por Cozinhar

## Combustível de Rural W/cap

Brasil LPG 55

o Brasil Wood 435

Canadá Gás 70

CAMEROON WOOD 435

França Gás 55

Alemanha Gás Ocidental 30

Guatemala Propano 50

o Guatemala Wood 425

Índia Querosene 50

o Índia Wood 260

Itália Gás 55

Japão Gás 25

Suécia Gas/kerosene 40

o Tanzânia Wood 590

Estados Unidos Gás 90

Referências de (63,64)

## TABLE 5

População Mundial através de Combustível de Arte culinária Principal, 1976  
(milhões das pessoas)

Comercial de  
 (Esterco de fossil) e  
 Total Energia de Fuelwood Colheita Desperdício

África Sul de Sahara 340 35 215 90  
 Índia 610 60 290 260  
 Resto de Sul Asia 205 25 95 85  
 Leste Pacific Ásia-em desenvolvimento 265 95 110 60  
 Ásia, Centralmente Planejou  
 Economias de 855 190 435 230  
 Oriente Médio, Norte Africa 200 105 35 60  
 A América Latina e Caribbean 325 230 85 10  
 Norte a América - OECD Pacific 365 365 0 0  
 Europe ocidental 400 400 0 0  
 Europeu, Centralmente Planejou  
 Economias de 340 340 0 0

total 3905 1845 1265 795

Referência (11)

MESA 6  
 Energia Consumo no Quênia  
 Por cento de de Total Nacional (\*) por Fim-use

Non - Biomassa de  
 Traditional  
 Fuel Wood Charcoal Other  
 Casa urbana  
 COOKING/HEATING 0.8% 1.0% 3.3%--  
 Lighting 0.6-----  
 Outro 0.2-- 0.5 --  
 Casa rural  
 COOKING/HEATING 0.2 45.3 2.8 2.7%  
 Lighting 1.1-----  
 Indústria

Grande 8.6 5.3 0.3 --  
 INFORMAL URBAN-- 0.1 0.6--  
 INFORMAL RURAL-- 9.1 0.1--  
 Comércio 0.6 0.5 0.1 --  
 Transporte 13.7 -----  
 Agricultura 2.5 -----  
 total 28.4% 61.3% 7.6% 2.7%

(\* )Total Consumo de Energia Nacional = 332 milhões de GJ  
 Por Capita Poder Consumo = 658 W  
 Referência de (24)

#### MESA 7

Consumo Anual de Fuelwood e Carvão no Quênia  
 através de indústrias caseiras Rurais, Watts/Capita

Fuelwood Carvão  
 Indústria de W/cap W/cap  
 Brewing 33.9 --  
 Brick fogo 1.9 --  
 BLACKSMITHING -- 1.9  
 Crop Secante 1.3 --  
 Fish que Cura 0.6 --  
 Tabaco de que Cura 1.3 --  
 Chacina de 7.6 1.9  
 Baking 4.1 --  
 Restaurantes de 5.4 1.3  
 Construção de Wood 15.9 --  
 Total 72. 5.1

Referência de (24)

Combustíveis de biomassa são cruciais às economias da maioria dos países em desenvolvimento.  
 Nota (148) lista 60 países nos quais combustíveis de biomassa provêm 30-95% do  
 energia total used. A energia que estes combustíveis provêm, porém, é só um  
 fração disso usada por combustível de fósil fundou economias (8,31). No

mundo desenvolvido, média uso de energia per capita é aproximadamente 6 kW enquanto em A África e Ásia apenas é um décimo disto (8); em Norte a América, uso de energia é mais de 10 kW, enquanto na África é aproximadamente 450 W (8,31).

Com estas taxas de uso de energia de biomassa e provê há um sério e escassez crescente de fuelwood em muitos areas. O UNFAO calculou isso o número das pessoas que sofrem uma escassez aguda de fuelwood aumentará de aproximadamente 100 milhões entre 1980 para mais de 350 milhões no ano 2000 (Mesa 9). Tais escassezes aumentam custos para moradores urbanos, alongue forrageando para combustível por camponeses, e rouba a terra de nutrientes como interruptor de pessoas semear desperdícios e esterco.

#### MESA 8

Fuelwood Consumo no Quênia  
através de Indústria Grande, Watts/Capita

Indústria de W/cap  
Chá de (média) 8.9  
Tabaco de 2.5  
Sugar 1.6  
Wood Processing 9.5  
Vara de 1.3  
Barro Tijolo 1.0  
Baking 9.5  
Total 34.3

Referência de (24)

#### MESA 9

A Escassez de Fuelwood em países em desenvolvimento  
(milhões das pessoas afetaram)

1980 2000  
agudo acute déficit deficitário  
Escassez de escassez de  
África 55 146 88 447  
Perto de Leste &

NORTH AFRICA-- 104 -- 268  
América Latina 15 104 30 523  
Ásia & Pacífico 31 645 238 1532

Total 101 999 356 2770

Referência de (6)

MESA 10

Fuelwood em Consumo de Poder de Mundo (1978)

Fuelwood Por cento de Comercial  
População de Consumed Poder de wood/total de Consumed  
Milhões de per capita per capita

mundial 4258 110 W 1913 W 5.4%

Desenvolvida

comercializam 775 21 5946 0.3 para

planejou 372 73 5118 1.4

Desenvolvendo

África 415 254 185 58.

Ásia 2347 101 508 17.

latim

América 349 232 1028 18.

Referência (8)

CARVÃO

Carvão é produzido aquecendo madeira na ausência de oxigênio até muitos de seus componentes orgânicos gaseifica, enquanto deixando para trás um preto poroso alto carbono residue. que assim O carvão produziu retém a mesma forma como o madeira original mas é tipicamente só um quinto o peso, um meio o volume, e um terço a energia original content. UM mais preciso relação é determinada em Nota (149).

O carvão tem um valor calorífico de 31-35 MJ/kg, enquanto dependendo em seu

conteúdo volátil permanecendo, comparou a 18-19 MJ/kg para forno-seque madeira. Mesa D-2 ilustra como a história de temperatura da carbonização processo afeta o conteúdo volátil e valor calorífico do resultar carvão.

Há duas classes diferentes de equipamento de carbonização, fornos e réplicas. Kilns queimam parte do ser de custo de madeira carbonizou para prover o calor necessário para a carbonização usam process. Retorts um separado abasteça fonte para prover calor e assim possa conservar a qualidade mais alta produto que é carbonizado usando um mais baixo combustível de qualidade como ramos e filiais para o heating. Uma revisão extensa é determinada em referência (156).

O sistema mais difundido usado no mundo em desenvolvimento é um forno feito de terra. Neste caso a madeira ou é empilhada compactly em uma cova ou em o chão plano, coberto com palha ou outra vegetação, e, finalmente, enterrada debaixo de uma camada de soil. que é acendido com brasas ardentes introduzidas a um ou mais pontos ao fundo do stack. A tarefa do carvão-fabricante ao longo da queimadura " resultando " é abrir e fechar um sucessão de buracos de abertura na camada de terra para puxar o fogo uniformemente ao redor a pilha de madeira, aquecendo a madeira enquanto queimando como pouco disto como possível. Outros sistemas incluem fornos de tijolo que são extensivamente usados em uso no Brasil (66,67).

O tamanho do forno pode ser até 200 bois (68) e a energia eficiência do processo de conversão é variously dado como 15% na Tanzânia (47), 24% no Quênia com uma perda adicional de 5% do próprio carvão durante distribuição (24), 29% no Senegal (69) e Etiópia (70), e em cima de 50% no Brasil com fornos de tijolo (67) . Advanced que são reivindicadas réplicas ser capaz de alcançar 72% eficiências de energia convertendo madeira a carvão se há recuperação completa de tudo dos subprodutos gasosos (67).

A variação grande em eficiências de forno informadas pode ser em parte devida para confusão sobre unidades--energia, peso, ou volume, e base molhada ou seca. Quando testes de lado-por-lado forem terminados, eficiências de energia estão tipicamente dentro o 30-60% gama como indicada em Mesa 11 (71,72) . O parente econômico desempenho de alguns tipos de fornos é determinado em Mesa 12. As economias pobres do forno térreo listado em Mesa 12 pode ser devido ao muito pequeno

classifique segundo o tamanho studied. Outros acharam fornos térreos tradicionais para ter razoavelmente desempenho alto e um retorno financeiro bom com relativamente pequeno trabalho (71). Porém, as desvantagens deles/delas incluem um rendimento variável e qualidade, queimaduras lentas, e disponibilidade sazonal (não durante a estação chuvosa). Não porém, assunto que sistema é resultados de carvão produtores usados dentro um mesmo energia líquida grande loss. em termos de conservar recursos de floresta, é sempre melhor usar madeira em lugar de converter isto primeiro a carvão.

#### Transporte de carvão

Freqüentemente foi discutido que é mais barato e mais eficiente para transporte carvão que madeira por causa de seu conteúdo de energia mais alto por unidade massa. Porém, Como mostrada debaixo da quantia de energia, se na forma de madeira ou carvão que podem ser levadas por truckload está aproximadamente o mesmo. Como custos de transporte estão principalmente devido a depreciação de veículo e manutenção, o custo de puxar madeira ou carvão está aproximadamente o mesmo por unidade de energia levada (150).

Assumindo custos de transporte a um US\$0.10 fixo por tonelada-quilômetro métrico, Conde achou que era mais barato para transportar energia na forma de carvão que na forma de madeira para distâncias maior que 82 km (13). CHAUVIN semelhantemente usada um custo fixo por tonelada-km. na análise dele das economias de transportar carvão da Costa de Marfim para Burkina Faso através de grade (60)

Expressando transporte vale em termos de tonelada-km é uma prática standard dentro estatísticas de transporte se agregadas, mas não é aplicável nisto situação. a Maioria da energia é usada para mover o próprio veículo, para supere resistência de vento, fricção interna e assim forth. Thus, um vazio caminhão usa quase tanta energia quanto um que é full. UMA regressão linear em dados apresentados em referência (73) espetáculos que a intensidade de energia de transporte através de trator-reboques no E.U.A. está aproximadamente relacionado para o carga útil para a gama 8-25 toneladas métricas pela equação

$$E = 23.6/M + 0.476$$

onde E é a intensidade de energia em MJ por tonelada-km métrico que a carga é movida, e M é a massa da carga em Transporte de tons. métrico é mais freqüentemente



limitada por volume que através de peso e isto é particularmente verdade dentro o mundo em desenvolvimento onde normalmente são enchidos veículos a alagar. Em este caso de volume limitou transporte, Mesa 13, 13% que mais energia pode ser, transportada por truckload de madeira que de carvão a um custo de uns 21% aumente em uso de combustível.

Porém, custos de combustível são só uma parte pequena dos custos de transporte totais e pelo menos em alguns casos, não aumente substancialmente até mesmo em unimproved estradas (74) Manutenção de . e conserto de veículos são um fator grande (74) e depreciação de veículo e trabalho são até maiores (75).

#### MESA 11

Energia Eficiências de Sistemas de Carbonização Sortido  
Tailândia, 1984,

Total Carvão de como Charcoal Número  
Volume de Energia de % de Production de  
[m.sup.3] o Wood Seco Taxa kg/hr Tentativas

Amure Colméia 1 8.3 61% 11.1 3  
Amure Colméia 2 2.0 63 5.6 35  
Brasileiro, modified 8.3 55 10.7 2  
Mark V(2) 2.6 43 10.1 7  
Colméia de lama 3 2.2 56 5.1 27  
Único Drum 0.2 38 5.9 7  
Terra Mound 0.7 51 4.6 5

Referência (72). Também veja (72) para dados em 12 outros tipos de fornos.

#### MESA 12

Carvão Produção Economias  
Tailândia, 1984,

Por Queimadura o Wood (\*) Capital de (\* \*) Labor (\* \* \* Carvão de )  
INVESTMENT US\$/TONNE  
Amure Colméia 1 \$52. \$1.67 \$9.00 \$65.  
Amure Colméia 2 15. 0.66 3.70 75.

Brasileiro, modified 54. 1.13 9.80 71.  
 Mark V(2) 33. 3.15 4.70 90.  
 Lama Colméia 3 16. 0.17 4.10 74.  
 Único Drum 1.80 0.18 1.95 195.  
 Terra Mound 3.70 -- 2.35 114.

(\* )Wood vale US\$8.30/stere; (\* \* taxa de )Interest é 15%; (\* \* \* )Labor é US\$0.40/man-hr.  
 Referência (72) . Also vêem (72) para dados em 12 outros tipos de fornos.

MESA 13  
 Energia de Exigiu Transportar o Wood e Carvão

Factor Wood Carvão

Gravity de volumetric assumido 0.7 0.33(a)  
 Density de embalagem assumido 0.7 0.7 (b)  
 Gravity de volumetric efetivo 0.49 0.23  
 Conteúdo de energia por truckload 390. GJ (\* ) 345. GJ (C)  
 Peso por truckload 24.5 MT (\* \* ) 11.5 MT (d)  
 Transporte energia por truckload-km 35.3MJ/km 29.1 MJ/km  
 Transporte energia por km/energy  
 conteúdo de load 91x[10.sup.-6] 84x[10.sup.-6]

(\* )GJ é um gigajoule ou 1 bilhão joules; (\* \* )MT é uma tonelada métrica, 1000 kg, um) baseado em (14).  
 b) Para madeira baseado em (13). Carvão pode ter uma embalagem mais alta ou mais baixa Densidade de que depende de seu tamanho e se ou não é ensacado para transportam. que normalmente é ensacado para transporte.  
 c) Assumed valor calorífico para madeira, 16 MJ/kg; carvão, 30 MJ/kg, ; ambos inclusive umidade.  
 d) baseado em um volume de carga útil de 50 [m.sup.3] . Isto é menos que um padrão trator reboque, mas era escolhido para permanecer dentro dos limites da correlação de peso para transportar energia, contudo corresponda para o caso para a maioria dos países em desenvolvimento de volume limitou transporte para madeira ou carvão.

TABLE 14

Transport Custos de Wood e Carvão  
Por cento de de Total

## Wood Carvão

Labor e administração 12% 12% (um)

Fuel 18 15 (b)

Manutenção de e conserto 40 30 (c)

Licenses e soa 1 1

Veiculo depreciação 42 42

Total vale 113 100

Energia de puxou 113 100 (b)

um) De referência (75) usando carvão como a linha base.

b) De Mesa 21.

c) Estimated de referência (75) dados em depreciação de pneu e veiculo conserto custos que assumem que estes custos aumentam proportionately para o peso de veiculo total.

Quando estes custos são considerados, Mesa 14, o custo de puxar energia, se na forma de madeira ou carvão, é virtualmente idêntico. Em pratique, fatores como tamanho de veiculo, trabalho e combustível vale, parte-carga ou parte de trás-puxe de bens, e muitos outros complicarão esta análise.

Quando são incluídos custos de produção, carvão é mais caro que fuelwood. que Estes custos são refletidos nos preços relativos deles/delas: o preço por GJ de carvão isso é tipicamente duas vezes de fuelwood (76).

## Demanda de carvão

Apesar de seu preço mais alto, carvão é um combustível muito popular, particularmente em áreas urbanas onde as pessoas têm um dinheiro income. de acordo com um 1970 relatório de Tailândia, 90% do corte de madeira para mercados urbanos foram convertidas em carvão (34) . Na Tanzânia que figura é 76%, com 10-15% de toda a madeira corte converteu a carvão (40,59) . No Senegal, 15% de todo o corte de madeira são convertida a carvão para Dakar só, transportou para Dakar de até onde

600 km fora, e usou lá antes de 90% das casas a uma taxa de 100 kg/person-ano (77,78) . No Quênia, 35% do corte de madeira são convertidas carvão (24) .

Embora fogões de carvão tradicionais têm uma eficiência (15-25%) um pouco mais alto que o fogo de madeira aberto (15-19%), isto não compensa para o perda de energia drástica na conversão inicial de madeira (79,80) .

Há uma variedade de razões por esta popularidade apesar de custo alto e energia inefficiency. Unlike algumas espécies de madeira como as que devem ser usadas dentro pequeno como um mês de secar para evitar perdas significantes a térmitas, carvão é impérvio a ataque de inseto (21) . que pode, então, é por exemplo, preparou longe com antecedência da estação chuvosa quando outros combustíveis é unavailable. Even mais importante é aquele carvão é um muito conveniente abateça a Carvão de use. é quase sem fumaça. Podem ser feitas Cozinhando em lugar fechado em conforto relativo sem enegrecer as paredes com fuligem. Metal painelas fique relativamente limpe, e não há nenhuma irritação de fumaça a olhos ou pulmões. Embora pode haver uma produção alta de monóxido de carbono perigoso que é uma periculosidade em cozinhas ventiladas mal, isto não causa como desconforto óbvio para o user. Additionally, uma vez é iluminado, um carvão fogo precisa de pouca atenção adicional do cozinheiro, enquanto um fogo de madeira requer ajustando freqüente do combustível.

A vontade de moradores urbanos para comprar carvão caro deve assim encoraje os desenhistas de fogões melhorados que estão tentando para eliminar fume, alivie a maçada de cozinhar, e mais adiante reduza custos de combustível. Ao mesmo tempo, deveria servir como uma advertência a esses que prestam atenção só abastecer eficiência.

Carvão também é usado extensivamente commercially. Em Brasil, uns 19, milhões de metros cúbicos de carvão eram usados durante 1983 produzir porco passe a ferro, foram usadas 2.5 milhões para produzir cimento, e 600,000 eram usados para metalurgia. Overall, aproximadamente 18% da energia usaram no aço brasileiro indústria é aproximadamente de charcoal. 17% deste carvão foi gerada de plantações (43,67,82) .

São comerciadas internacionalmente como bem quantias grandes de carvão. Em 1981,

Indonésia, Tailândia, e a Filipinas cada exportou 44-49 mil tonnes de charcoal. importadores Grandes incluem Japão, com 52,000 tonnes, e Hong Kong, com 23,000 tonnes (65).

#### IMPACTOS AMBIENTAIS

Há desmatamento rápido e crescente agora ao redor do mundo. O UNFAO (5,83) calculou total desmatamento global anual às aproximadamente 11.3 milhões de hectares (Mesa 15). Outros calcularam isto para ser tão alto quanto 20 milhões de hectares e mais por ano (7). Entre as causas são o seguinte. Agricultura inconstante danifica ou destrói 0.6% aproximadamente de tropical forestland anualmente e contas para uns 70% de perda de floresta na África (84). Opening pastureland para cultivar carne de boi anualmente para exportação clareia uns 2 milhões de hectares por ano na América Latina (85-87). madeira Comercial operações clareiam asperamente anualmente 0.2% de forestland tropical (84), e vias de acesso de madeira abrem as áreas a fazendeiros que conduzem para adicional degradação (87). A Costa de Marfim, por exemplo, está perdendo uns 6.5% de seu florestas anualmente (5,83). Finally, queimando descontrolado é acreditada responsável para a criação de muito do savannah do mundo e gramado (1,88,89). Tal brushfires nos gramados africanos queimam mais que 80 milhões de toneladas de forragem anualmente, volatilization de causa de nitrogênio orgânico, e permite lixiviar excessivo de valiosos sais (90). que Isto pode ser particularmente danificando em muito do Sahel onde crescimento já é fortemente limitada pelas quantidades disponíveis pequenas de nitrogênio e fósforo (91).

O uso de pressões de aumentos de fuelwood em biomassa de floresta e pode conduzir desmatamento local (12,88), particularmente em regiões áridas ao redor urbano áreas onde demanda é alta e taxas de crescimento de biomassa são low. Generally, fazendeiros de subsistência rurais causam relativamente pequeno dano para florestas como eles levam só membros pequenos, etc., e estes freqüentemente de hedgerows ou de se aproxime o farmlands. deles/delas, no Quênia, por exemplo árvores fora da floresta proveja meio a demanda de madeira (37); na Tailândia em 1972, 57% da madeira consumida veio de fora das florestas (40). em contraste, comercial fuelwood e operações de carvão, iguale relativamente em pequena escala, corte, árvores inteiras e pode danificar ou pode destruir áreas grandes de floresta.

Entre os impactos potenciais de desmatamento é erosão, enquanto inundando, mudanças climáticas, desertification, e escassezes de fuelwood (92-94). Essentially nenhuma terra ou chuva está perdida de áreas naturalmente arborizadas. However, quando sobe em árvore cobertura é quantias afastadas, volumosas de terra podem ser lavadas fora como a chuva flui pelas Medidas de surface. na Tanzânia indicou que até meio a chuva estava perdida como segundo turno de alqueive nu (3.5[degrees] declive), levando uns 70 tonnes/ha de terra com isto (95). impactos Semelhantes esteve em outro lugar notável (5,81,87,88,96,97).

Erosão sufoca vias fluviais e reservatórios a jusante com lodo, enquanto os fazendo até mesmo menos capaz de manipulação os volumes aumentados de corrida de água diretamente fora as bacias (2,7) . Em 1982, inundação e dano de erosão devido a clarear as florestas de Índia foi calculada somar \$20 bilhões em cima do previamente 20 years. Esta estimativa incluiu perda de terra de topo, perda de propriedade para inundações, e encurtou vidas de reservatório (5). Other calcula coloque os custos diretos de consertar dano de inundação a mais que \$250 milhões por ano (98) . UMA revisão geral deste problema na Índia é determinada em referência (99) .

Como dois-terços de toda a chuva é gerada de umidade bombeada atrás em a atmosfera através de vegetação, desmatamento pode causar sério climático mudança (1,100) . O reflectance de superfície também é mudado e é afetado clima (1) . sem obscurecer, temperaturas de terra sobem dramaticamente e lata grandemente reduza a atividade biológica vital na terra (87,101).

Desmatamento seguinte, overgrazing e tropel podem destruir depressa o grama layer. Sem a proteção de cobertura de chão, a terra recebe a força completa de bater pingos de chuva, trazendo partículas de barro para o superfície e causando superfície endurecendo e marcando que sementes não podem penetre (102,103) . O resultado de fim é frequentemente desertification. Durante o últimos cinquenta anos, um calculou 65 milhões de hectares de uma vez terra produtiva foi perdida para abandonar só ao longo da extremidade sulista do Saara assim (104,105). dados Adicionais para a África são determinados em referências (90,106) .

Como recursos de floresta estão perdidos, se para agricultura, madeira, fogos de escova, ou como fuelwood, são forçados crescentemente os aldeões a usar mais baixa qualidade combustíveis como desperdícios de colheita e esterco para satisfazer as necessidades mínimas deles/delas por

cozinhar

e outro purposes. Globally, um calculou 150 a 400 milhões de tonnes de esterco de vaca é agora annually. queimado O queimando de cada tonne de esterco desperdícios bastantes nutrientes potencialmente produzir um 50 kg adicional de grão. que O esterco de vaca agora queimado na Índia desperdiça que nutrientes igualam a mais que um-terço do fertilizante químico usou (7).

Uso crescente de resíduos agrícolas para combustível pode causar dano sério a soils. assunto Orgânico em terras provê a maioria do nitrogênio e enxofre e até meio o fósforo precisado por plants. aumenta o cation trocam capacidade da terra, enquanto ligando minerais importantes como magnésio, cálcio, potássio e amônio que seriam lixiviados caso contrário fora. Isto pára-choques o pH de terras, e melhora a retenção de água e outras características físicas (151).

#### MESA 15

Estimated taxa anual Comum de Desmatamento de Florestas Tropicais, 1980-1985, em Milhões de Hectares, e Por cento de Floresta Parada Total

Tropical	Tropical	Total	Tropical
Categoria a América Africa Asia (76 países)			
Forest fechado	4339	1331	1826 7496
(0.64%)	(0.62%)	(0.60% )	(0.62%)
Forest aberto	1272	2345	10 3807
(0.59%)	(0.48%)	(0.61% )	(0.52%)
Todo o forests	5611	3676	2016 11303
(0.63%)	(0.52%)	(0.60% )	(0.58%)

#### Referência (31)

A destruição de florestas também pode ter conseqüências sérias em termos de perda de recursos genéticos, perda de potencial produtos médicos novos, e outros. Estes são revisadas em referência (5).

O queimando de combustíveis de biomassa tem impactos ambientais sérios devido ao fumaça libertou (107-112) . Embora houve numeroso anedótico

contas de saúde doente associaram com combustão de biomassa em recinto fechado, só, recentemente tenha estudos científicos sistemáticos do problema começados (112). Resultados para datar indicam isso em casas de aldeia, concentração em recinto fechado de monóxido de carbono, particulates, e hidrocarboneto podem ser 10-100 e mais tempos mais alto que Organização de Saúde Mundial (QUEM) Padrões (111). Mais adiante, cozinheiros que usam biomassa tradicional fogões ardentes podem ser expostos muito mais monóxido de carbono, formaldeído, benzo(a)pyrene de carcinogenic, e outro tóxico e carcinogenic compõe que até mesmo os fumantes de cigarro pesados.

Disto é esperado que fumaça é um fator significativo em doente-saúde em countries. em desenvolvimento As doenças implicaram gama de bronchiolitis e broncopneumonia para pulmonale de cor crônico para formas várias de câncer (110,111). Indeed, o QUE cita doença das vias respiratórias agora como o maior

bsex21.gif (600x600)



TABLE 16  
Typical Air Pollution Emissions for Various Fuels and Combustion Systems

System/Fuel	Efficiency	Fuel Used to Deliver 1 GJ of Useful Energy	Particulates grams per GJ De-livered Fuel Burned		Sulfur Oxides grams per GJ De-livered Fuel Burned		Nitrogen Oxides grams per GJ De-livered Fuel Burned		HydroCarbons grams per GJ De-livered Fuel Burned		Carbon Monoxide grams per GJ De-livered Fuel Burned	
			GJ De-livered Energy	kg	GJ De-livered Energy	kg	GJ De-livered Energy	kg	GJ De-livered Energy	kg	GJ De-livered Energy	kg
<b>Industrial (&gt;20kW)</b>												
Wood	70%	89kg	500	6.	53	0.6	400	4	400	4	450	5.
Bituminous Coal	80	43kg	2800	65	820	18	320	8	20	0.5	45	1
Residual Oil	80	33 liters	94	3	1300	42	240	8	4	0.1	20	0.6
Distillate Oil	90	31 liters	8	0.3	1100	41	80	3	4	0.1	20	0.7
Natural Gas	90	28 m <sup>3</sup>	7	--	--	--	100	--	2	--	8	--
<b>Residential (&lt;5kW)</b>												
<b>Heating Stoves</b>												
Wood	50	130 kg	2700	21	30	0.2	100	1.4	6800	50	17000	130
Anthracite Coal	65	49 kg	46	1	200	4	250	5.	100	1.3	1000	20
Bituminous Coal	65	53 kg	550	10	1100	30	270	3.	530	10	5300	100
Distillate Oil	85	33 liters	11	0.4	1200	41	70	2.5	4	0.1	20	0.7
Natural Gas	85	30 m <sup>3</sup>	7	--	--	--	38	--	4	--	10	--
<b>Cooking Stoves</b>												
Wood (Tropical)	15	420 kg	3800	9	250	0.6	300	0.7	3200	7.5	34000	80
Cowdung (Hawaiian)	15	530 kg	10000	20	3200	6	?	?	?	?	44000	83
Coal (Indian)	20	220 kg	280	1.2	2200	10	460	2.	2200	10.	27000	120
Coconut Husk	15	480 kg	17000	35	?	?	?	?	?	?	54000	110
Natural Gas	80	32 m <sup>3</sup>	0.5	--	--	--	10	--	5	--	250	--

Reference: Adapted from (111)

\*Wood, 15% moisture (dry basis), 16 MJ/kg  
 Bituminous coal, 10% ash, 1% Sulfur, 29.2 MJ/kg  
 Anthracite coal, 0.2% Sulfur, 31.5 MJ/kg  
 Indian coal, 0.5% Sulfur, 23 MJ/kg  
 Hawaiian cowdung, 0.3% Sulfur, 15% moisture, 12.5 MJ/kg  
 Coconut husk, 15% moisture (dry basis), 14 MJ/kg  
 Residual oil, .944 specific gravity, 40.1 MJ/kg  
 Distillate oil, .867 specific gravity, 45.9 MJ/kg

causa de mortalidade em países em desenvolvimento (112) Mesa de . 16 ar de listas emissão de poluição fatora para uma variedade de combustíveis e sistemas de combustão. Reduzir e controlar exposição a emissões de combustível de biomassa devem ser um consideração primária em qualquer fogão program. que informação Adicional é disponível do Centro de Leste-oeste (Apêndice J).

#### ECONOMIAS E OPÇÕES DE POLÍTICA

A escassez de fuelwood crescente tem uma variedade de impactos econômicos em ambos moradores rurais e urbanos, a mão-de-obra rural, e a economia nacional.

Para o morador de subsistência rural, depleção de recursos de fuelwood locais meios que forrageiam mais muito tempo já times. There são numerosas estimativas destes tempos variando tão alto quanto 200-300 dias de pessoa por ano por casa dentro Nepal ou 7% de todo o trabalho (22,46,98) e semelhantemente taxas de trabalho altas em Tanzânia (59) e outros países (99) . correlações relacionando Aproximado distância forrageando para a densidade de população local é desenvolvida facilmente por comparando o consumo comum por uma população para a área requereram proveja um rendimento contínuo, como mostrada em nota (114) . que UM segundo exemplo é cedida referência (115) . Em regiões áridas com uma baixa taxa de crescimento de biomassa um aldeia de como poucos como 500-1000 as pessoas podem usar para cima todo o fuelwood dentro um distance. Forragear ambulante também é trabalho pesado; em Burkina Faso, típico, headloads pesam 27 kg (113).

Quando madeira ficar escassa, desperdícios de colheita e esterco são os aldeões só alternativa; não há nenhum dinheiro para combustíveis comerciais, nem faz o a longo prazo custos ambientais de usar desperdícios agrícolas excedem em valor o imediato deles/delas valor como fuel. Na Índia, foi calculado que um tonne de esterco de vaca aplicada aos campos resultaria em valor de produção de grão aumentado US\$8, mas se queimado eliminaria a necessidade por lenha valor \$27 dentro o mercado (116,117). Alguns discutiram isso devido à relativamente baixa eficiência de vaca - esterco provendo nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, e zinco para a terra em uma forma de useable, faz sentido melhor queimar isto (117) . Isto, porém, ignora outras contribuições importantes de materiais orgânicos para sujar fertilidade (151).

Com um valor de mercado alto para biomassa abastece, o pobre e landless são

acesso às vezes negado para as fontes de combustível tradicionais deles/delas (118). que tem até mesmo informada que os trabalhadores de fazenda em Haryana, Índia, antigamente pagou salários de dinheiro, às vezes é pagada ao invés resíduos de colheita ser usada para combustível (99)--combustível que eles receberam livre previamente.

Em contraste, moradores urbanos têm freqüentemente nenhum escolhido mas comprar o deles/delas combustível. Again, há numerosas estimativas do fardo financeiro isto impõe percorrendo até tão alto quanto 30% de renda de família total em Ouagadougou (34), para 40% na Tanzânia (39), para quase meio em Bujumbura, Burundi (36). Durante os anos setenta o custo de madeira e carvão aumentou a uma taxa de 1-2% por ano mais rápido que outros bens (76) . devido à escalação de preço rápida deles/delas durante os anos setenta, combustíveis fósseis não são freqüentemente alternativas viáveis. Em Malauí, o uso de querosene recusou 24% entre 1973 e 1976, supostamente, devido a preços mais altos (34) . Outros notaram impactos semelhantes (71).

O uso de combustíveis tradicionais é importante estimulando o rural economia. O valor de fuelwood e carvão excede 10% do Total Produto doméstico em países como Burkina Faso, Etiópia, e Ruanda, e excede 5% na Libéria, Indonésia, Zaire, Mali, e Haiti (76). Isto bombas quantias grandes de dinheiro na economia rural e provê muito emprego precisado para camponeses (Mesa 17) . para prover Ouagadougou com por exemplo, madeira durante 1975 requereu uns 325,000 pessoa-dias de trabalho e gerou mais de \$500,000 diretamente em renda e um adicional \$2.5 milhões em renda por transporte e distribuição (34). Em Uganda, um calculada são produzidos 16 tonnes de carvão por pessoa-ano (13). Other estimativas são determinadas em Mesa 18 e referências (71,72) . Em muitos países, pessoas nas áreas mais pobres onde condições não permitem expansão de colheita ou produção de animal e a vegetação lenhosa natural é o único recurso, dependa pesadamente de vendas de lenha para a renda deles/delas (34,99). que Qualquer programa é posto em lugar para conhecer a escassez de fuelwood, será necessário levar o emprego imprensa em conta.

#### Alternativas

Conhecer a escassez de fuelwood crescente (Mesa 9), os governos poderiam importar combustíveis fósseis como um substituto; planta árvores rápido-crescentes e melhora o administração de florestas existentes; e desenvolve mais combustível fogões eficientes e

outro equipamento de woodburning, entre outras ações.

Se toda pessoa que usa fuelwood agora trocasse a petróleo fundou combustíveis, o consumo adicional seria há pouco 3.5% de 1983 produção de óleo mundial. O custo de querosene e gás de petróleo de liquified (LPG) para todas as necessidades domésticas seja 15% de exportações de mercadoria totais ou menos para Quênia, Tailândia, Zimbábue, e muitos outro countries. Importing combustíveis por cozinhar podem então seja uma resposta importante em tais áreas (152).

Em contraste, para o Níger, Burundi, e outros, um interruptor para combustíveis de petróleo, quase para necessidades de energia domésticas absorveria todos exportação de mercadoria salários (152) Esforços de . para estimular uso de gás de butano por subsídios começou na África Ocidental mas provou ser um fardo financeiro pesado (34,119). There também é evidência que tais subsídios beneficiam o rico muito mais que o poor. Em Sumatra Ocidental em 1976, o mais pobre 40% do população usou só 20% do querosene embora fosse pesadamente subsidiada (58) . Contudo sem tais subsídios, combustíveis de petróleo são além o alcance do poor. Nestes áreas, são precisadas de outras ações.

Como uma segunda resposta, podem ser plantações de rápido-cultivar espécies de árvore desenvolvida para prover combustível (123-126) . dados Extensos em espécies, o deles/delas padrões de crescimento, e os usos deles/delas são determinados em referências (5,12,102,123,124) Agências de doador estão gastando uns \$100 milhões agora por ano silvicultura acesa projetos (116), e consolidação de dívida flutuante grande adicional é provida pelo nacional porém, governos themselves. que A ONU calculou que \$1 bilhões por ano é precisada satisfazer as necessidades mínimas do ano 2000 quando um escassez de cerca de 1 bilhões metros cúbicos por ano é esperada sem intervenção (6) . para manter esta soma em perspectiva, porém, deve ser comparada aos \$130 bilhões por ano precisado para todo o setor de energia desenvolvimento em países em desenvolvimento (154) .

#### MESA 17

Desarranjo de de Fuelwood Custo Fatores para Niamey, Níger

\$US/TONNE (\*)

Labor por cortar, empacotando, e  
que puxa a estrada (price) 8.30 à margem de estrada  
Labor para loading/unloading 2.80

Transport licença .35  
Transport 5.30  
Cutting licença 5.50  
Profit 5.50  
Total \$27.75

Referência de (121); (\*) Assume 450 CFA/US \$

#### MESA 18

Labor Exigências para a Produção de Combustível de Floresta  
Pessoa-days/Hectare, Uganda  
Maximum Mínimo  
FUELWOOD 120 50  
Carvão de (kilns) portátil 210 88  
Carvão de (terra coloca no forno) 308 128

#### Referência (38)

Plantações podem prover emprego rural (115) de uns 150-500 pessoa-days/hectare durante os primeiros três anos e quase duas vezes aquela quantia durante colher (127) . Additionally, plantações e plantando árvores geralmente possa prover benefits. ambiental muito importante Entre estes está estabilizando e está protegendo terras de vento e erosão de água, provendo, proteção para pássaros (que pode comer colheita-destruindo insetos--ou as próprias colheitas) e outros animais, e provendo terra importante nutrientes. Estes são revisadas dentro (155).

Porém, plantações de Monocropping ignoram o muitos non-combustível tradicional usos de florestas como comida, fibra, medicinas, e outros (128). Alguns espécies rápido-crescentes como Eucalipto, entretanto produtivo e forte, possa também esvazie materiais de água de chão e terras, seja não comestível como gado forragem, e impede crescimento de colheita vizinho (5,99) . Para outras espécies, porém, interplanting com colheitas podem ser valuable. Acácia albida podem rendimentos de aumento de millet e sorgo por até 3-4 vezes fixando nitrogênio e bombeando outros nutrientes de fundo dentro da terra. Additionally provê quantias grandes de forragem de gado durante a estação seca (102). Outras valiosas espécies incluem o Tamarisk, usado no Irã sulista

controlar salinidade (129).

Alguns países começaram a desenvolver plantações significativas. Brasil, para exemplo, plantou 5 milhões de hectares prosperamente, principalmente rápido-crescente Eucalipto, para combustível e polpa desde 1970 (67) . em contraste, na Tanzânia um calculou foram precisados de 200,000 hectares de plantação em 1983 para se encontrar as necessidades do país, mas só 7300 seriam plantadas (47) . Substantial progresso está sendo feito, apesar de às vezes custos altos--mais de \$1000 por hectare em lugares, rendimentos que às vezes foram distante debaixo de expectativas (127,130), e numerosos outros problemas (5,99,116,125,131,132,155). Em por exemplo, partes de Quênia woodlots individual estão sendo agora estabelecidos

bsex25.gif (600x600)

TABLE 19  
Cooking Energy Supply and End-Use Options

Cost US\$/GJ	Fossil Fuels		Renewable Fuels	
			Processed	Raw (Wood)
	\$13 Kerosene, Brazil, 1982 <sup>a</sup>		\$13-16 ethanol	\$1-1.50 Eucalyptus plantation
	\$ 5 LPG, Brazil, 1982 <sup>a</sup>		from sugar cane,	(11.8 m <sup>3</sup> /
	\$ 8 Kerosene, Kenya, 1984 <sup>d</sup>		Brazil, 1985 <sup>b</sup>	ha.yr.), Brazil
	\$13 LPG, Kenya, 1984 <sup>d</sup>		\$2.91 charcoal,	1981 <sup>c</sup>
	\$ 8 Kerosene, Honduras, 1983 <sup>e</sup>		Kenya, 1984 <sup>d</sup>	
Energy Input (agriculture)	-----		16 GJ/ha.yr. for ethanol <sup>c</sup>	0.23 GJ/ha.yr. for plantation <sup>c</sup>
Energy Output (Gross)	-----		99 GJ/ha.yr. for ethanol <sup>c</sup> (4700 liters)	212 GJ/ha.yr. plantation <sup>c</sup> (11.8 m <sup>3</sup> )
Net Energy Production	-----		83 GJ/ha.yr. for ethanol <sup>c</sup>	212 GJ/ha.yr. plantation <sup>c</sup>
Overall Stove Efficiency %*	Kerosene Wick 35-53 <sup>f</sup> Kerosene Pressurized Gas, 50-70 <sup>g</sup>	45-55 <sup>f</sup>	Ethanol 58 <sup>h</sup> Charcoal, Traditional 15-25 <sup>i</sup> Charcoal, improved 25-35 <sup>i</sup>	Traditional 17 <sup>j</sup> Improved 30 <sup>j</sup> Best prototypes 42-52 <sup>k</sup>
Cost of Delivered Energy <sup>l</sup> US\$/GJ	Kerosene Wick \$16-37 Kerosene Pressurized LPG \$7-26	\$15-29	Ethanol \$22-28 Charcoal, Traditional \$12-19 Charcoal, Improved \$8-12	Traditional \$6-9 Improved \$3-5 Best Prototypes \$2-4

\*Note that the thermal efficiencies of the best wood stove prototypes are now approaching those of kerosene and gas stoves, although control efficiencies will generally be somewhat less (Chapter III).

Notes to this Table are listed under (157).

amplamente (140) . Em Mesa são comparados 19 vários fósfil e combustíveis renováveis em base do custo deles/delas e o desempenho dos fogões usados com eles. Como vista lá, fuelwood é longe menos caro que petróleo fundou combustíveis ou outra energia renovável options. Embora isto valeu vantagem diminua em regiões áridas, será provável ainda significante. Woodlots de aldeia podem reduzir o custo de fuelwood mais adiante (Nota 157-C) . Assim, madeira será uma fonte de energia primária em países em desenvolvimento para o futuro previsível.

Como uma terceira resposta, melhorando a eficiência com que combustíveis de biomassa são usada grandemente poderia estender recursos de floresta e a um muito baixo custo. Em este caso, a vantagem de custo de madeira como um combustível de arte culinária se torna mais até mesmo aparente (Mesa 19) . A importância dos resultados mostrada em Mesa 19 não possa ser overemphasized. Nenhum outro recurso de energia vem perto do vantagem de custo de madeira usou em combustível fogões eficientes. Certainly, como rendas sobem a limpeza e conveniência de qualidade mais alta abastece tal como querosene, será pagado LPG, ou ethanol alegremente; mas isto não é agora uma opção viável para muitos do poor. Thus do mundo, um esforço significante deve ser focalizada no desenvolvimento de fogões que queimam madeira, mas faz assim completamente e seguramente, com eficiência alta, e aquele é facilmente controlado.

O custo de economizar energia usando um fogão melhorado também pode ser comparado para o custo de fuelwood. produtor UMA casa típica de oito pessoas que usam fuelwood por cozinhar em um fogão tradicional (eficiência térmica de 17%) a uma taxa de 300 watts/person aproximadamente 150 GJ de energia consumirá dentro um dois-ano period. Alternatively, se esta mesma casa fizesse o deles/delas cozinhando em dois \$3 woodstoves de canal-tipo melhorado que observaram poupanças de combustível de 30-40% no campo (eficiência térmica de 30%, Capítulo, V), eles consumiriam só 90-105 GJ em cima da vida de dois-ano destes fogões. que As poupanças de energia seriam alcançadas a um custo de só \$0.10-0.13/GJ --um fator de 10 menos que o custo de plantação produziu fuelwood (Mesa 19) . que A energia precisada produzir estes fogões não faz mude este result. Currently, 0.022-0.027 GJ/kg é precisado produzir acere de minério cru e processos industriais novos poderia reduzir isto para 0.009-0.012 GJ/kg (136) . UM fogão típico poderia usar 2-3 kg de aço e assim exige para 0.1 GJ que produzam enquanto salvando 25 GJ ou mais em cima de seu vida.



Não é pretendida que comparando estas opções desta maneira discute isso fogões melhorados são um substituto por plantar trees. são precisadas Ambos agora e ambos são componentes importantes de qualquer estratégia de energia de longo-termo.

O custo de prover tal combustível fogões eficientes para toda família em terra usando biomassa agora abastece por cozinhar seria menos que um 1 GW típico planta de poder nuclear, ainda economize uns 10-20 vezes como muita energia cada ano como o reator produziria durante sua vida inteira (153). O designio, produção, e disseminação de barato, combustível fogões de biomassa eficientes e outras tecnologias são os assuntos dos capítulos seguintes.

### CAPÍTULO III

#### DESÍGNIO DE FOGÃO

Neste capítulo os princípios físicos básicos de combustão e calor transferência será aplicada ao designio de cookstoves que queima biomassa crua combustíveis como madeira e desperdícios agrícolas e diretrizes por melhorar a eficiência deles/delas será developed. Estas diretrizes formam a base para o desenvolvimento de altamente combustível stoves. eficiente que Estes são, porém, diretrizes only. para determinar os efeitos com precisão em desempenho de modificações de designio várias e aperfeiçoar um designio requer diligente testando como descrita em Capítulo V. A combustão atual e transferência de calor processos que acontecem em um fogão são muito complicados, muito altamente interdependentes, e muito variável para modelar e predizer easily. Testando é um imperativo.

Começar a entender como melhorar o desempenho de um fogão, ambos o limites teóricos como também os limites práticos atuais para fogão desempenho deve ser understood. que Os limites teóricos são examinados primeiro.

Por exemplo, considere arroz de arte culinária ou porridge. Como mostrada em Mesa 1, aquecendo as quantias apropriadas de grão seco e molha a ferver e induzindo as reações químicas necessárias requer, neste caso ideal, o equivalente de cerca de 18 gramas de madeira por quilograma de comida cozida. Contudo, arte culinária controlada testa com o fogo aberto requereu uns 268 gramas de madeira por quilograma de comida cozinhada e até mesmo melhorou fogões de metal têm

usada uns 160 gramas--nove vezes a exigência teórica. (Capítulo V e referência 2).

Determinar onde o resto desta energia está perdido requer detalhado trabalho experimental, incluindo monitorando temperaturas de parede de fogão, gás de cano de chaminé, temperaturas e volumes, e emissões, e só foi terminado em alguns

bse1x290.gif (600x600)

FIGURE 1: Heat Balances In Cooking Stoves



Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

- Gains:
  - 8% absorbed by water and food
  - Losses:
  - 10% lost by evaporation from pot
  - 82% lost to environment
- Reference (6)

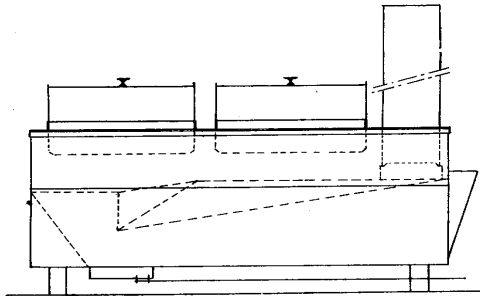


Figure 1b: Two pot uninsulated metal wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
  - 17.6% absorbed by first pot
  - 10.3% absorbed by second pot
  - the fraction lost by evaporation from pots is unknown
  - Losses:
  - 2 % absorbed by stove body
  - 40.4% lost by convection and radiation from stove body
  - 22.2% lost as thermal energy in flue gases
  - 7.8% lost due to incomplete combustion
- Reference (5)

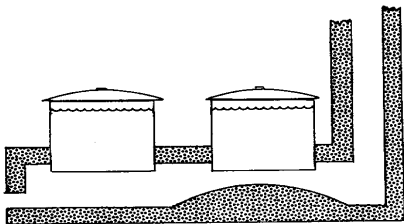


Figure 1c: Two pot massive wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
  - 11.8% absorbed by first pot
  - 3.6% absorbed by second pot
  - Losses:
  - 29.2% absorbed by stove body
  - 1.9% lost by convection and radiation from stove body
  - 39.0% lost as thermal energy in flue gases
  - 2.7% lost due to incomplete combustion
  - 11.8% unaccounted for
- Reference (5)

casos especiais (3-5) . debaixo do que Alguns destes são esboçadas em Figura 1.

#### MESA 1

Energia de Requereu Por Cozinhar

Temperature	Energia Especifica Required	Wood Equivalent	Total
Heat para Cooking	Químico (gramas)		
Comida kJ/kg[degrees]C de Change	[degrees]C Reactions	Energia por Comida de kg	
KJ/kg de kJ/kg Cooked			
Arroz 1.76-1.84	80 172 330 (*)	18	
Polvilhe 1.80-1.88	80 172 330 (*)	18	
Lentilhas 1.84	80 172 330 (* )	18	
Carne 2.01-3.89	80-- 160-310	9-17	
Batatas 3.51	80-- 280	16	
Legumes 3.89	80 -- 310	17	

(\*) Isto inclui água suficiente por cozinhar mas nenhum para evaporação

(\* \*) Para madeira com um valor calorifico de 18 MJ/kg.

Referências (1,3) .

Destes aquecem equilíbrios, podem ser feitas várias observações.

o Generally que a perda maior, 14-42% da energia de contribuição, está através de batida  
Condução de em e pelo walls. Em fogões volumosos

bselc290.gif (486x486)

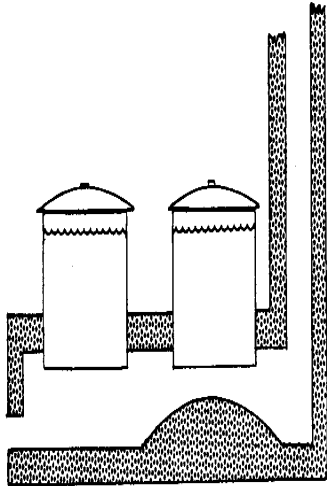


Figure 1c: Two pot massive wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

Gains:

- 11.8% absorbed by first pot
- 3.6% absorbed by second pot

Losses:

- 29.2% absorbed by stove body
- 1.9% lost by convection and radiation from stove body
- 39.0% lost as thermal energy in flue gases
- 2.7% lost due to incomplete combustion
- 11.8% unaccounted for

Reference (5)

bse1bx29.gif (486x486)

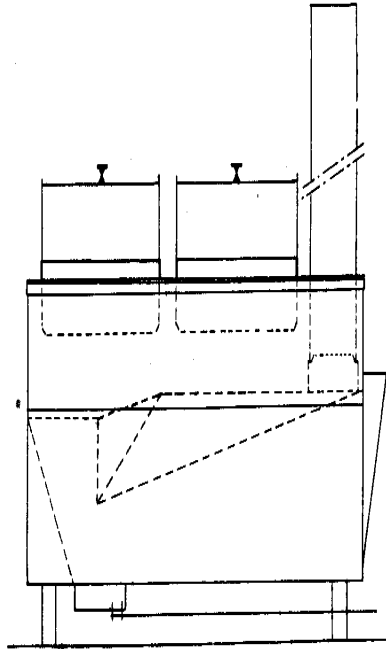


Figure 1b: Two pot uninsulated metal wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

Gains:

- 17.6% absorbed by first pot
- 10.3% absorbed by second pot
- the fraction lost by evaporation from pots is unknown

Losses:

- 2 % absorbed by stove body
- 40.4% lost by convection and radiation from stove body
- 22.2% lost as thermal energy in flue gases
- 7.8% lost due to incomplete combustion

Reference (5)

Fogão de (1b de Figura) é administrado por e perdido do exterior

bsela.gif (388x432)



Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

Gains:

8% absorbed by water and food

Losses:

10% lost by evaporation from pot

82% lost to environment

Reference (6)

se aparecem.

o A perda de energia em contas de gás de cano de chaminé quentes para uns 22-39% do somam contribuição ao woodstove. que A eficiência de energia de um fogão pode ser aumentou dramaticamente fazendo uso da energia neste gás de cano de chaminé quente por convective melhorado aquecem transferência à panela.

o Embora não explicitamente detalhou em Figura 1a, em fogos abertos brilhante

bsela.gif (353x437)

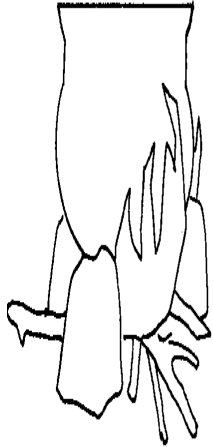


Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

Gains:

8% absorbed by water and food

Losses:

10% lost by evaporation from pot

82% lost to environment

Reference (6)

aquecem transferência é o mecanismo para dois-terços da transferência de calor para a panela e grandemente não pode ser aumentada (7).

o As perdas de energia devido a combustão incompleta são relativamente pequenas, tipicamente menos que 8% da contribuição energy. O maior problema com combustão incompleta é a emissão de monóxido de carbono venenoso e Hidrocarboneto de --muitos dos quais é carcinogenic tóxico, plano (8).

o Typically meio a energia que entra na panela está perdida na forma de vapor

bsela290.gif (281x432)



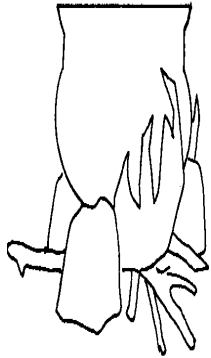


Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

Gains:

8% absorbed by water and food

Losses:

10% lost by evaporation from pot

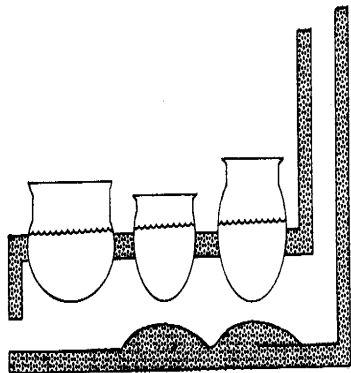
82% lost to environment

Reference (6)

Perdas de também acontecem entrando aquela energia no pot. Eliminating isto cozinham em vapor perda controlando o fogo mais cuidadosamente pôde, em principio, reduzem uso de energia total por meia. Similarly, convective aquecem perdas de a superfície da panela é bastante importante (Figura 1d) . Para panela típica

bseldx30.gif (437x486)

Figure 1d: Three pot mass wood stove with chimney.



Final Energy Balance:

- Gains:
- 6 % absorbed by water and food
- Losses:
- 4 % lost by evaporation from pots
  - 2.1% lost from pot surfaces
  - 13.9% absorbed by stove body
  - 30.2% lost as thermal energy in flue gases
  - 1.1% lost as carbon monoxide
  - 1.9% lost to evaporate moisture in fuel
  - 5.9% lost as latent heat of vaporization of water produced by combustion
  - 11. % lost as charcoal residue

Reference (3)

Perda de taxa de  $700 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$  (42,43), um 28-cm-diâmetro panela cilíndrica com 10-cm exposto a ar ambiente energia perderá à taxa de 100 W. Durante uma hora, este é energeticallly equivalente para 20 gramas de madeira.

FIGURE 1: Calor Equilibra Cozinhando Fogões

Figure 1a: Fogo Aberto tradicional

Equilíbrio de Energia final:

Gains:

8% absorvidas por água e comida

Perdas de :

10% perdidas por evaporação de panela

82% perdido a ambiente

Referência (6)

Figure 1b: Dois metal de uninsulated de panela  
fogão de madeira com chaminé.

Equilíbrio de Energia final:

Gains:

17.6% absorvidas por primeira panela

10.3% absorvidas por segunda panela

a fração perdida por evaporação

de panelas é desconhecido

Perdas de :

2% absorvidas por corpo de fogão

40.4% perdidas por transmissão e radiação

de corpo de fogão

22.2% perdido como energia térmica em

cano de chaminé gases

7.8% perdido devido a combustão incompleta

Referência (5)

Figure 1c: Dois panela madeira volumosa  
fogão com chaminé.

Equilíbrio de Energia final:

Gains:

11.8% absorvidas por primeira panela

3.6% absorvidas por segunda panela

Perdas de :

29.2% absorvidas por corpo de fogão

1.9% perdidas por transmissão e radiação

de corpo de fogão  
39.0% perdido como energia térmica em  
cano de chaminé gases  
2.7% perdido devido a combustão incompleta  
11.8% unaccounted para  
Referência (5)

Figure 1d: Três madeira de massa de panela  
fogão com chaminé.

Equilíbrio de Energia final:  
Gains:  
6% absorvidas por água e comida  
Perdas de :  
4% perdidas por evaporação de panelas  
2.1% perdido de superfícies de panela  
13.9% absorvidas por corpo de fogão  
30.2% perdido como energia térmica em  
cano de chaminé gases  
1.1% perdido como monóxido de carbono  
1.9% perdido evaporar umidade dentro  
abastecem  
5.9% perdido como calor oculto de vaporização  
de água produziu  
através de combustão  
11.% perdido como residuo de carvão  
Referência (3)

Figure 1e: Fogão de carvão tailandês.

Equilíbrio de Energia final:  
Gains:  
3.1% absorvidas por água e comida  
Perdas de :  
4.6% perdidas por evaporação de panela  
0.2% perdeu através de transmissão e  
Radiação de de tampa de panela

13.0% absorvidas por corpo de fogão  
 1.3% perdidas por transmissão e radiação  
 de corpo de fogão  
 2.1% perdido como energia térmica em  
 cano de chaminé gases  
 0.7% perdido como dívida de monóxido de carbono  
 para combustão incompleta  
 75.% perdido na conversão de  
 Madeira de para carvão  
 Referência (4)

Melhorando a eficiência de combustível de um fogão assim requer atenção para um número de factors. diferente Entre estes é:

Combustão Eficiência: de forma que como muito da energia armazenada no combustível como possível é libertada como calor.

Heat Eficiência de Transferência: de forma que como muito do calor gerada como possível é transferida de fato aos conteúdos do pot. Isto inclui condutivo, convective, e radiative aquecem processos de transferência.

Control Eficiência: de forma que só tanto calor quanto é precisada cozinhar o Comida de é gerada.

Panela Eficiência: de forma que como muito do calor que alcança os conteúdos da panela como possíveis restos lá cozinhar a comida.

Cooking Eficiência de Processo: de forma que como pouca energia como possível é causava a physico-substância química muda ocorring cozinhando comida.

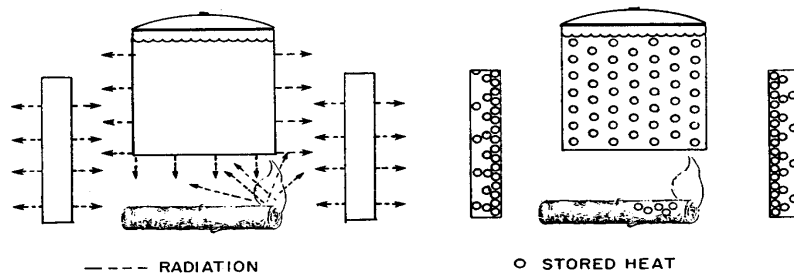
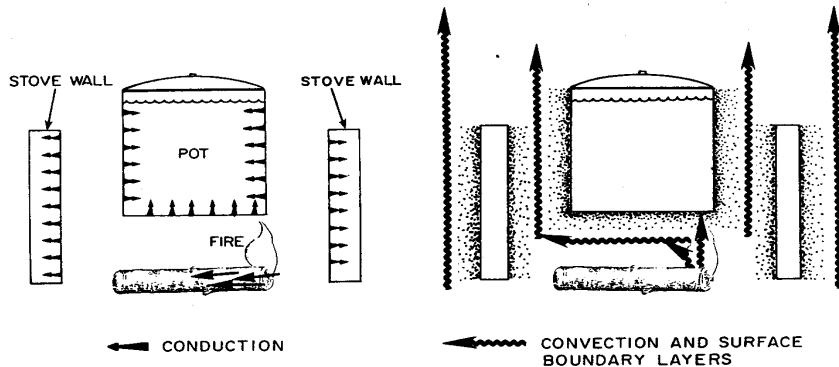
A combustão e eficiências de transferência de calor são combinadas freqüentemente para conveniência e é então termed a eficiência térmica do fogão. Quando eles também são combinados com a eficiência de controle, os três são junto termed o fogão efficiency. testes Diferentes medem combinações diferentes deste factors. água de poder Alta testes ferventes, por exemplo, meça o efficiency. High/low térmico dão poder a água testes ferventes e testes de arte culinária controlados são dois métodos diferentes de medir o fogão

eficiência.

A eficiência de transferência de calor será discutida primeiro em termos do condutivo, convective, e radiative processa andamento em dentro e ao redor do fogão. do que Estes processos são esboçados em Figura 2. Os outros aspectos

bse2x32.gif (600x600)

FIGURE 2



HEAT TRANSFER PROCESSES IN A STOVE

será discutida eficiência em turn. Os apêndices documentam o texto dentro detalhe e provê referências extensas para mais adiante leitura.

#### CONDUÇÃO

A temperatura de um sólido, líquido, ou gás é uma medida de como rapidamente o átomos e moléculas dentro disto são moving: o mais rápido eles estão movendo o mais quente a substância is. Em gases e líquidos, transferência de calor condutiva acontece quando moléculas de velocidade altas colidem fortuitamente com moléculas mais lentas, cedendo deste modo para cima algum do energy. deles/delas, calor é gradualmente transferida de regiões de temperatura mais altas a esses a mais baixas temperaturas. Por causa da baixa densidade deles/delas e a baixa taxa de colisão conseqüente entre moléculas, gases têm uma baixa condutividade térmica. qualidade Alta isoladores tiram vantagem disto apanhando milhões de ar de miniscule bolsos em uma matriz de (muito poroso ou esponjoso) material: a maioria de tal isoladores são na realidade air. O material sólido é lá só segurar o areje em lugar--prevenir correntes de ar que aumentaria o calor transfira rate. Thus, tais isoladores perdem algum do valor separando deles/delas se eles estão comprimidos que reduz o tamanho das bolsas de ar ou adquire molhe que enche as bolsas de ar com água de condutividade mais alta.

#### MESA 2

que Propriedade Tipica Avalia às 20[degrees]C

material Densidade de Térmica Calor Especifico

Condutividade de kg/[m.sup.3] J/kg[degrees]C

Metais W/m[degrees]C (\*)

Steel Liga 35 (10-70) 7700-8000 450-480

Sólidos de Nonmetallic

Cement 0.8-1.4 1900-2300 880

Isoladores

Fibra de vidro de 0.04 200 670

Líquidos

Water 0.597 1000 4180

Gases

Air 0.026 1.177 1000

(\*) Veja Apêndice eu para a definição e conversão de unidades.



Referência (9). Uma mesa mais completa é determinada em Apêndice UM.

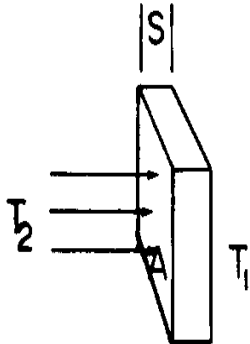
Em um sólido, calor é administrado como átomos rapidamente vibrando excite e acelere a taxa de vibração de mais lentamente vizinhos comoventes. Additionally, em calor de metais é administrada como elétrons grátis com um movimento de velocidade alto de regiões a uma temperatura alta em regiões a uma mais baixa temperatura onde eles colidem com e excitam atoms. em geral, condução de calor por tais elétrons são muito mais efetivo que que átomos excitando adjacente cada other. por isto, metais (que administram eletricidade) tenha muito condutividades térmicas mais altas que sólidos eletricamente isolantes.

Uma mesa breve de condutividades térmicas e outros fatores é apresentada dentro Mesa 2 above. que Os pontos há pouco fizeram sobre a baixa condutividade de gases, a condutividade alta de metais, e isoladores de qualidade que são principalmente ar (note a baixa densidade) pode ser vista claramente nesta mesa.

Condutividade Térmica calculando

bse3x33.gif (317x317)

FIGURE 3: Parameters for  
Conductive Heat Transfer



A condutividade térmica de uma lata de objeto seja expressada aproximadamente pela equação

$$Q = \frac{kA([T.SUB.1] - [T.SUB.2])}{s} \quad (1)$$

onde  $Q$  é a taxa de transferência de calor,  $k$  é a condutividade térmica do material,  $Um$  é a área,  $s$  é a espessura do conteste por qual calor está sendo administrado, e  $([T.sub.1]-[T.sub.2])$  é a diferença de temperatura entre o sides. Thus quente e frio, vemos nós que se o prato é grande e magro ( $A/s$  grande) a taxa de tranfer de calor será grande. Se o

prato é pequeno em área e grosso, mais como uma vara (A/s pequeno), a taxa de transferência de calor também será small. com os que A transferência de calor varia diretamente a condutividade térmica e a temperatura diferenciam pelo objeto (Apêndice UM).

Porém, usando esta equação só para a transferência de calor por um fogão parede conduziria a valores que também são muitas vezes large. A transferência de calor em e fora de um objeto depende das condutividades para e do superfícies como também a condutividade dentro do próprio objeto (Apêndice Um). Em alguns casos, sujeira ou camadas de óxido podem reduzir a transferência de calor pela superfície; em outros casos, o ar à própria superfície significativamente reduz o calor então transfer. Taking isto em conta dá

$$A([T.SUB.1] - [T.SUB.2])$$

$$Q = \frac{[T.SUB.1] - [T.SUB.2]}{\frac{1}{h} + \frac{1}{k} + \frac{1}{h}}$$

$$[H.SUB.1] K DE [H.SUB.2] (2)$$

onde [h.sub.1] e [h.sub.2] é os superfície calor transferência coeficientes internos e exteriores (Apêndice B) . valores Típicos para h ainda são 5 W/[m.sup.2][degrees]C dentro areje a mais de 15 W/[m.sup.2][degrees]C em um 3 m/s moderado wind. O inverso avalia 1/h e s/k são o resistências térmicas para aquecer transfer. valores Típicos da corrente térmica resistências (s/k) para paredes de fogão diferentes são 0.0000286 [m.sup.2][degrees]C/W para 1-mm-grosso acere, 0.04 [m.sup.2][degrees]C/W para barro incendiado 2-cm-grosso, e 0.10 [m.sup.2][degrees]C/W para um Wall. concreto 10-cm-grosso em contraste, a resistência térmica do ar à superfície da parede de fogão (1/h) é 0.2 [m.sup.2][degrees]C/W para ainda areje e 0.0667 [m.sup.2][degrees]C/W para um 3 m/s wind. para o que Estes valores devem ser dobrados então responda pelo interior e fora de superfícies.

Assim, é a resistência de superfície, não a resistência para aquecer transfere de o próprio material, que principalmente determina a taxa de perda de calor pelo fogão wall. Isto é verdade até muito baixa condutividade (alto resistência térmica) materiais como isolamento de fibra de vidro são usados. Por exemplo, fibra de vidro tem uma resistência térmica (1/k) tipicamente aproximadamente 25 m[degrees]C/W ou, para um forro 4-cm-grosso, uma resistência total (s/k) de cerca de mim [m.sup.2][degrees]C/W. Neste caso o isolamento, não a resistência da superfície,

camadas de ar, é o primário determinante da taxa do fogão de perda de calor.

A taxa estatal fixa de perda de calor por uma parede de fogão de metal pode ser agora crudely estimated. Se a parede tem uma área de  $1\text{m} \times 0.2\text{m} - 0.2[\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$ , uma temperatura diferença de  $500[\text{degrees}]\text{C}$  entre o interior e fora de, e está em ainda ar

(.2) (500)

$Q = \text{-----} = 250 \text{ watts}$

$(.2) + (0.0000286) + (.2)$

Se a resistência da camada de limite de superfície de ar tivesse sido ignorada, um taxa de perda de calor 14,000 vezes maior teria sido calculada--um valor absurdamente grande.

Transferência de calor condutiva também leva calor pela panela para seus conteúdos. Painéis de alumínio de condutividade altas podem economizar energia comparada a barro painéis porque eles administram o calor do fogo mais prontamente à comida. Porém, ao mesmo tempo painéis de alumínio sofrerão maior perda de calor que painéis de barro do interior morno para as porções do exterior expostas para air. ambiente frio Estas porções da panela poderiam ser separadas reduza este calor loss. O coeficiente de transferência de calor global de alumínio foram calculadas painéis para ser aproximadamente  $18 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}][\text{degrees}]\text{C}$  comparou a  $9.7 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}][\text{degrees}]\text{C}$  para painéis de barro (3,10) . Em arte culinária controlada testa com painéis de alumínio, combustível, poupanças eram aproximadamente 45% (3) comparou a usar barro pots. Coating alumínio painéis com lama para proteger o brilho deles/delas, ou permitindo uma camada grossa de fuligem para construa no lado de fora reduza a eficiência de energia das painéis e deveria ser desencorajada. além do desempenho alto deles/delas e facilidade de cozinheiros de uso prefira painéis de alumínio porque, painéis de barro incendiadas tradicionais distintas, eles, não vá break. Em uns muito poucos anos a produção e uso de painéis de alumínio esparramou amplamente em muitos países em desenvolvimento.

Armazenamento Térmico calculando

Outro fator de importância em cálculos de transferência de calor condutivos é a habilidade de um material para armazenar energia térmica, medido como seu heat. específico O calor específico de um material é a quantia de energia

exigida elevar a temperatura de 1 kg de sua massa antes das 1[degrees]C. Para um determinado teste, a mudança no calor total armazenado é então determinada por

DE - [MC.SUB.P] (dT) (3)

onde M é a massa do objeto, [C.sub.p] é seu calor específico, e (dT) é seu mude em temperature. Thus, se a parede de uns 3 kg metal fogão aumentos antes de 380[degrees]C durante uso, está a mudança em energia armazenada em sua parede

DE = (3kg) (480Ws/kg[degrees]C) (380[degrees]C) = 547200 Ws ou 547.2 kJ

Assim, a condutividade térmica leva energia térmica por um material; o calor específico e massa de uma loja de objeto esta energia de calor. O maior a massa e calor específico de um objeto o mais energia que pode armazene para uma determinada mudança em temperature. Thus um de modo térmico volumoso (grande [MC.sub.p]) objeto esquenta lentamente para cima; um de modo térmico de peso leve (pequeno [MC.sub.p]) objeto

esquente rapidamente. Isto é chamada a inércia térmica de um objeto e é um parâmetro de designio importante em fogões.

Cálculos de Perda de parede

Reduzindo a perda de calor em e pelas paredes de fogão para o exterior requer uma análise detalhada do processo de condução que é apresentado em Apêndice A. revisando estes cálculos, é importante a nota primeiro que eles estão baseado em um particular assumida câmara de combustão geometria e fluxo de calor do fire. por causa disto, os valores listaram debaixo de está em watts, graus, etc., em lugar de em unidades de dimensionless. Segundo, para simplicidade e conveniência os cálculos eram assumindo terminados que o fogo é persistido em um único nível de poder todo o time. Thus, o resultados listados são intermediário entre esses observadas em prática para o poder alto fase fervente e o baixo poder que cham fase devido ao valores assumidos para o calor fluxes. Embora são trocados os valores dados por estes fatores, eles mostram tendências que permanecerão não obstante o mesmo para qualquer câmara de combustão.

Quando cozinhando começar, as paredes do fogão são cold. Com tempo que eles esquentam

em uma taxa determinada pela massa deles/delas e calor específico como discutida sobre. paredes De peso leve têm uma baixa inércia térmica e esquentam depressa. Paredes grossas, pesadas esquentam mais slowly. Heat perda da câmara de combustão é determinado por como depressa estas paredes esquentam e subsequente quanto aqueça a parede perde de seu fora de surface. para Isto é mostrada claramente dentro

bse4x37.gif (600x600)

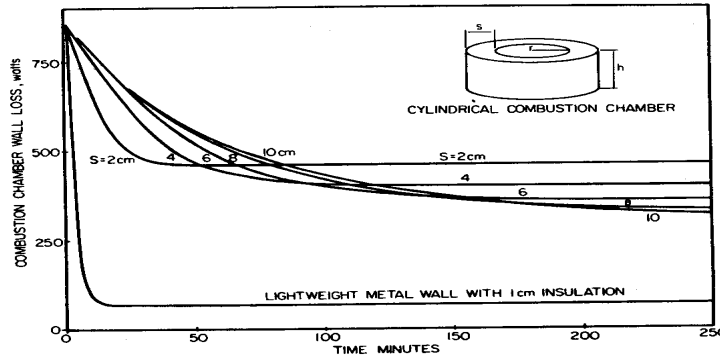


FIGURE 4A: Heat loss into and through massive concrete combustion chamber walls of varying thicknesses as a function of time elapsed since starting the fire. Heat loss from a lightweight metal wall is shown for comparison. Parameters are given in Table A-5

FIGURE 4B: Heat loss into and through combustion chamber walls of varying materials as a function of time elapsed since starting the fire

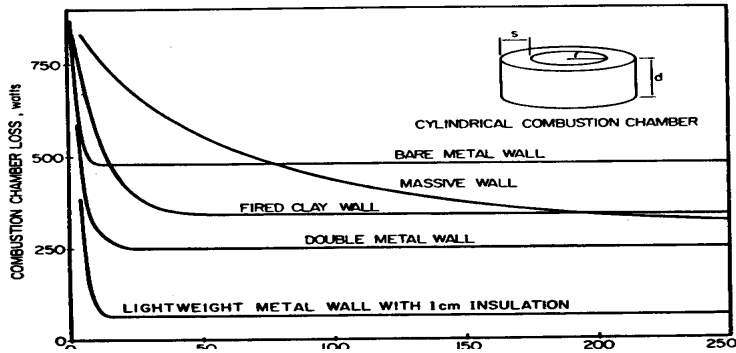


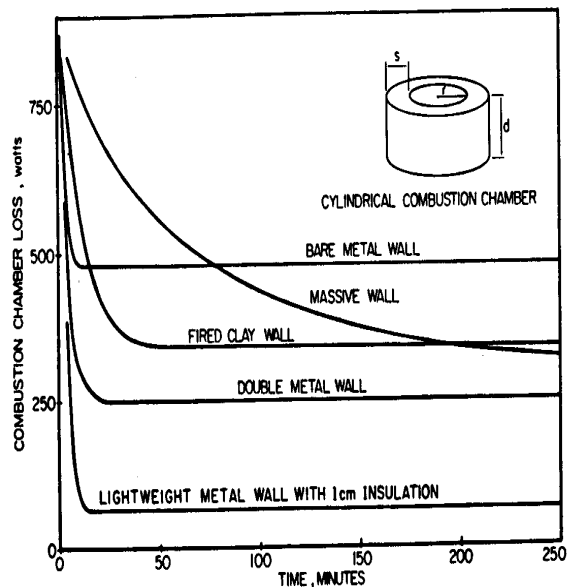
Figure 4, onde o mais grosso a parede o mais lentamente esquenta.

Embora uma parede grossa de material de calor específico alto denso pode ter ligeiramente mais baixa perda de calor que uma parede mais magra depois de várias horas (Veja Apêndice UM), ocupa muitas horas mais para a mais baixa perda de calor eventual de a parede grossa para compensar para seu muita maior absorção de calor para esquentar até este state. Thus, sempre é preferível para fazer o sólido (non-isolador) porção da parede como magro e ilumina como possível. Adicionalmente, o uso de insulants de peso leve como fibra de vidro ou

bse4bx37.gif (486x486)



FIGURE 4B: Heat loss into and through combustion chamber walls of varying materials as a function of time elapsed since starting the fire



construção de parede dobro pode abaixar perda de calor dramaticamente (Figura 4B).  
 Materiais como areia-barro ou solidifica que tem um calor especifico alto e densidade, e que deve ser formada em seções grossas para ser suficientemente forte apoiar uma panela ou resistir ao fogo, deveria ser evitada então.

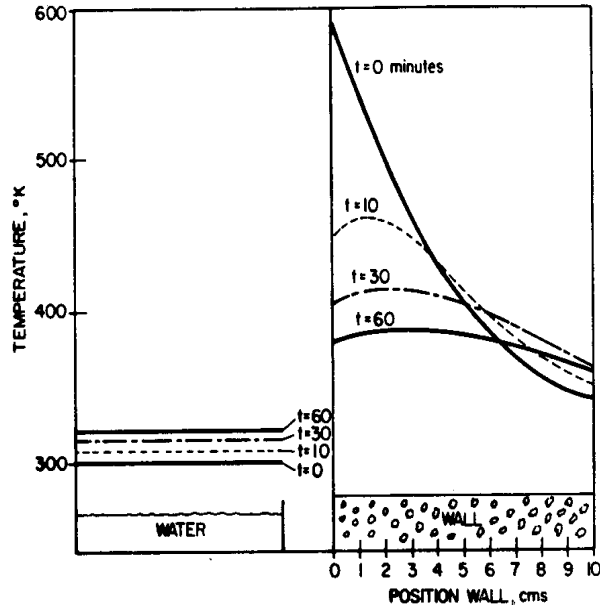
### Aqueça Recuperação

Freqüentemente foi discutido que as quantias grandes de calor absorveram por as paredes de um fogão volumoso que extinguem deveriam ser utilizadas por qualquer um o fogo cedo e usando este calor para completar arte culinária ou usando depois isto para aquecer water. Water aquecimento testa em fogões volumosos quentes, porém, tenha mostrada para isso só 0.6-1.3% da energia libertadas pelo fogo de qual talvez um-terço foi armazenado na parede volumosa, poderia ser recuperada--aquecendo a água antes de tipicamente 18-19[degrees]C (2) . o que é pensada freqüentemente que é aquecer ou cozinhar através de recuperação de calor são realmente terminados o permanecendo carvão do fogo.

Aquela recuperação de calor de paredes volumosas é tão difícil pode ser facilmente entendida considerando o following. First, condução de calor por a parede está lenta (Apêndice UM) de forma que pouca energia pode ser transportada a panela directly. Second, ar é um insulator. Thus relativamente bom, pequeno, calor pode ser levado da parede no espaço de ar dentro do fogão e então para o Terço de pot., ambos estes caminhos de calor são reduzidas a velocidade mais adiante pelo diferença de temperatura relativamente pequena entre a parede e a panela. O baixa temperatura da parede também reduz a transferência brilhante à panela. Finalmente, o calor armazenado na parede cuida de equilibrate dentro da parede e então escoo ao outside. que O resultado de todos estes processos é mostrado

bse6x39.gif (600x600)

FIGURE 6: Heat recuperation from a massive wall. At time  $t=0$  minutes, a cold pot of water is placed on a hot massive stove that has been running for one hour at a medium power level. Plots of the temperatures within the pot and stove wall are shown for times  $t=0, 10, 30,$  and  $60$  minutes. As seen, the water recuperates little energy from the wall. Note (39) describes how this calculation was done.



em Figura 6 e concorda muito bem com os dados experimentais citados acima.

Em lugar de depender de baixa eficiência fogões volumosos (Mesa V-1) para cozinhando e tentando recuperar calor para água quente então, tal água, aquecendo podem ser feitas muito mais eficazmente diretamente com um desempenho alto fogão. Further, pode ser feito então quando precisou em lugar de ser amarrada a arte culinária schedule. Similarly, usando calor armazenado para completar arte culinária é uma técnica extremamente ineficiente comparou a usar uma eficiência alta fogão de peso leve e possivelmente um " fogão de haybox " (discutiu abaixo abaixo

OUTROS ASPECTOS).

Porém, recuperação de calor é claramente desejável quando pode ser feito eficazmente, valha efetivamente, e sem interferir excessivamente com o propósito primário do device. por exemplo, aquecendo água através de calor recuperação poderia ser feita eficazmente formando a parede de um alto fogão de metal de desempenho isto em uma água Calor de tank. que vai caso contrário seja perdida em e pela parede seria então ao invés diretamente absorvida pelo water. Se ou não a mais baixa combustão comum temperaturas de câmara reduziram a panela que aquece eficiência significativamente ou interfere com combustão precisaria ser testada.

Assim, paredes de peso leve têm o potencial intrínseco para muito mais alto desempenho que paredes volumosas devido à mais baixa inércia térmica deles/delas. Isto porém, necessariamente não significa que um fogão de peso leve vai automaticamente economize energia ou que um fogão volumoso cannot. Para um de peso leve fogão para economizar energia sua perda de calor para o exterior também deve ser minimizado e devem ser aperfeiçoadas o convective e transferência de calor de ponto luminoso para sua panela. Reciprocamente, fogões volumosos podem e às vezes economizam energia apesar do deles/delas parede grande losses. Tais fogões podem economizar energia se o convective e radiative aquecem transferência à panela é aperfeiçoada cuidadosamente.

Perdas de Parede reduzindo

Se uma única parede de peso leve (metal) fogão é manchado pesadamente e sooted

bse5x39.gif (600x600)



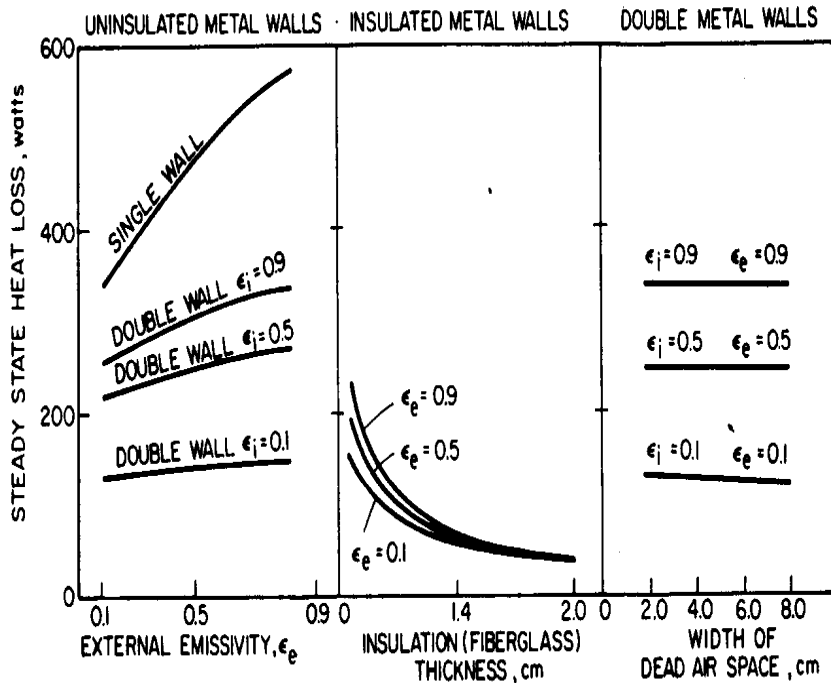


FIGURE 5: Steady state heat loss from combustion chamber walls as a function of various parameters. The emissivity,  $\epsilon$ , is defined

no lado de fora sua perda de calor exterior pode estar bastante grande (Figura 5). Isto perda de calor está devido à emissão de energia brilhante (veja Apêndice C) e pode ser reduzida polindo quimicamente ou mecanicamente ou cobrindo o superfície exterior para deixar um finish. metálico luminoso Embora tal um fim possa ter atração comercial, sua efetividade reduzindo perda de calor vai só dure tão longo como é mantido relativamente limpe e livre de fuligem e enferruje, etc. que deveria ser notado que a maioria das pinturas, até mesmo pintura branca, vai de fato aumente a perda de calor brilhante de um fogão e deva ser evitada; para diminuir perda de calor brilhante, a superfície deve ser metálica.

Lighweight únicos fogões de parede são fáceis construir, seja valida baixo, e tenha desempenho relativamente alto quando convective aquecem que transferência é aperfeiçoada. Porém, durante uso eles podem ter no lado de fora bastante calor e lata

bsex40.gif (600x600)

TABLE 3  
Wall Temperatures During Operation\*

Wall Type	Parameters	Inner Wall	Outer Wall	Rate of Heat Loss	Notes
Massive**	10 cm thick	217°C	57°C	525 W	After 60 min
	$\epsilon_g = .93$	252	108	324	After 240 min
Fired Clay	2 cm thick $\epsilon_g = .93$	250	148	340	Steady State
Bare Metal	2 mm. thick $\epsilon_g = .5$	231	231	477	Steady State
Double Wall	2 mm. thick $\epsilon_1 = .5, \epsilon_g = .5$	263	154	250	Steady State
Insulated	2 mm thick metal 1 cm thick fiberglass insulation, $\epsilon_g = .5$	287	105	66	Steady State

\*Parameters are listed in Table A-5.



queime o usuário como também seja incômodo usar (Mesa 3) . para reduzir calor perda e assim reduz este perigo, qualquer construção de parede dobro ou podem ser usados insulants de peso leve como fibra de vidro ou vermiculite.

Construção de parede dobro com metal só pode reduzir calor significativamente perda (Figura 5), desconforto de usuário, e o perigo de queimaduras (Mesa 3). O parede dobro serve duas funções reduzindo calor loss. First, o morto, espaço de ar entre as duas paredes é um isolador moderadamente bom. que deve porém, seja notada que aumentando as densidades deste espaço de ar morto não melhora seu value. isolante que Isto está devido à transmissão correntes que fluem mais livremente o maior o espaço, levando calor de, uma parede para o Segundo de other., a parede interna age como uma proteção de radiação entre o fogo e o wall. exterior Ambos estes fatores podem ser vistas dentro Figure 5. Lá, o emissivity ou, mais com precisão, a junção brilhante entre as paredes internas e exteriores o início é determinante de perda de calor.

O emissivity de superfície exterior é menos importante devido à mais baixa temperatura daquele wall. Como a temperatura da parede exterior aumenta devido para maior transferência de calor brilhante de interno a parede exterior ( $[\epsilon]_{sub.i}$  aumentando) o emissivity exterior,  $[\epsilon]_{sub.e}$ , fica mais importante (Apêndice C).

Em prática há várias dificuldades potenciais:

o Embora é preferível para minimizar junção brilhante entre os dois Paredes de lhes dando um fim metálico luminoso, longo-duradouro, eles vão cuidam de ferrugem, mancha, e fuligem em cima de time. Keeping que eles limpam seria difficult. Even no pior caso ( $[\epsilon]_{sub.l} = .9$ ,  $[\epsilon]_{sub.e} = .9$ ), porém, o dobro Parede de ainda executa melhor que o melhor ( $[\epsilon]_{sub.e} = .9$ ) única parede de metal.

o O espaço de ar morto é um isolador bom em seu próprio, mas prendendo o parede interna para o exterior cuidará de circuito curto seu valor separando devido à condutividade térmica alta de metal. é necessário que o duas paredes são junto mecanicamente rígidas, mas eles não devem facilmente administram calor de um para o outro. que Isto poderia ser feita usando nonmetallic Spacers de ou prendedores, ou soldadura de tacha as paredes junto a selecionou pontos. que deveriam ser evitadas soldas contínuas Longas se possível.

o O valor isolante do espaço de ar morto está reduzido se ar é permitido para fluir por. Thus, o espaço de ar morto deveria ser fechado ao topo.

Estão sendo desenvolvidos fogões de metal de parede dobro agora e comercializaram dentro Botsuana (11,12) e Guiné (13).

Melhor ainda é usar um insulant de qualidade alto como fibra de vidro ou vermiculite com a parede dobro para segurar isto em lugar e proteger isto. Como vista em Figura 5, camadas de isolamento tão magro quanto alguns milímetros são efetivo reduzindo calor loss. Tais fogões foi testada em Mali (14). Outros insulants valor investigando de peso leve incluem cinza de madeira, terra de diatomaceous, e, possivelmente, quimicamente tratou (reduzir seu flammability) palha ou carvão entre outros (veja Mesa UM-1).

Da mesma maneira que separou paredes reduzem as temperaturas exteriores (Mesa 3), eles aumente a parede interna temperature. Isto pode aumentar transferência de calor para a panela através de convective aquece transferência, através de radiative aqueça transferência do superfície de parede interna, e possivelmente melhorando a qualidade de combustão.

#### TRANSMISSÃO

Convective aquecem transferência acontece quando um gás ou líquido está forçado ou fluxos naturalmente em uma região a uma temperatura diferente e então calor de trocas energia através de condução - - pela interação de partículas individuais. que é através de convective aqueça transferência que o gás quente que deixa o fogo aquece o panela, ou que o vento esfria um stove. quente Em fogos abertos e muitos tradicional

bselx290.gif (600x600)

FIGURE 1: Heat Balances In Cooking Stoves



Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

- Gains:
  - 8% absorbed by water and food
  - Losses:
  - 10% lost by evaporation from pot
  - 82% lost to environment
- Reference (6)

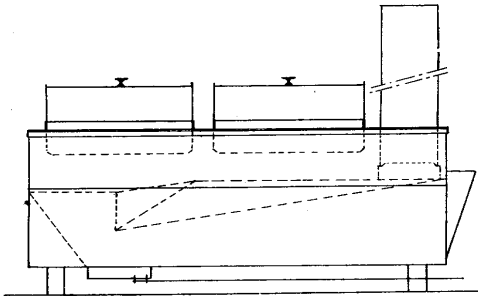


Figure 1b: Two pot uninsulated metal wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
  - 17.6% absorbed by first pot
  - 10.3% absorbed by second pot
  - the fraction lost by evaporation from pots is unknown
  - Losses:
  - 2 % absorbed by stove body
  - 40.4% lost by convection and radiation from stove body
  - 22.2% lost as thermal energy in flue gases
  - 7.8% lost due to incomplete combustion
- Reference (5)

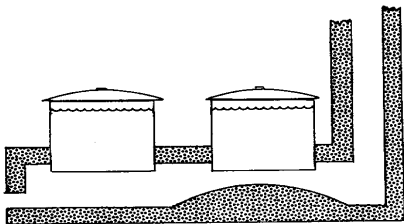


Figure 1c: Two pot massive wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
  - 11.8% absorbed by first pot
  - 3.6% absorbed by second pot
  - Losses:
  - 29.2% absorbed by stove body
  - 1.9% lost by convection and radiation from stove body
  - 39.0% lost as thermal energy in flue gases
  - 2.7% lost due to incomplete combustion
  - 11.8% unaccounted for
- Reference (5)

fogões muito do potencial de aquecimento deste gás está perdido (Figura 1). Convective crescente aquecem transferência à panela é o único a maioria modo importante para aumentar a eficiência térmica de um fogão de woodburning.

#### Convective Calor Transferência crescente

Em geral, convective aquecem transferência é empiricamente determinada pela equação:

$$Q = HA([T.SUB.1]-[T.SUB.2]) \quad (4)$$

Para o caso de uma panela que está aquecido por gás quente que deixa o fogo, é Q o calor transferiu do gás à panela, h é o calor de convective transfira coeficiente, UM é a área da panela por qual o calor troca acontece, e  $([T.sub.1]-[T.sub.2])$  é a diferença de temperatura entre o gás quente e a panela.

Aumentar a transferência de calor Q para a panela há então, em princípio, três coisas a pessoa enlata do. First, a temperatura  $[T.sub.1]$  do gás quente pode ser aumentada. Isto só pode ser feita fechando o fogão e controlando o quantia de ar externo que enters. Isto é frequentemente não prático como isto requer manipulando uma porta na entrada de madeira, previne monitorando visual fácil de fogo, e normalmente requer para corte a madeira em pedaços pequenos assim que a porta pode ser fechada atrás de them. Further, o usuário deve constantemente feche os Fogões de door. com fornalhas inclusas é, porém, sendo desenvolvida e disseminou na Índia (15-18) . Se próspero em um grande escale, esta é uma inovação importante.

Segundo, como muito da área UM da panela deveria ser exposta ao gás quente como possible. Isto é muito importante. Por exemplo, que Os apoios de panela devem seja forte bastante apoiar a panela mas deveria ser mantida pequeno em área para não esconder o gás quente do pot. O gás deveria ser permitido subir para cima ao redor da panela e contata sua superfície inteira.

Terço, o convective aquecem coeficiente de transferência que h deveria ser aumentado. Isto pode ser feita aumentando a velocidade do gás quente como flui além da panela.

Em convective aqueça transferência, a resistência primária para aquecer fluxo não é dentro do objeto sólido (a menos que seja um isolador muito bom), nem dentro o gas. Instead quente corrente, a resistência primária está na " superfície camada " de limite de muito lentamente gás comovente imediatamente adjacente a uma parede. Longe de uma parede, flui gás livremente e prontamente leva calor com isto. Como o parede de panela é chegada, fricção entre a panela e o gás previne o supra com gás de fluir facilmente, Dentro desta região, transferência de calor é principalmente por condução e, como previamente notável, a condutividade de gases é totalmente baixo. é esta camada de limite de superfície de gás estagnado que principalmente limites aquecem transferência do gás quente corrente para a panela.

Melhorar a eficiência térmica de um fogão, a resistência térmica de esta camada de limite deve ser reduced. Isto pode ser realizada por (entre outros) aumentando a velocidade de fluxo do gás quente em cima da superfície de a panela. Estas ajudas " de fluxo rápidas descascam " algum deste limite de superfície fora camada e, mais magro, a camada de limite de gás estagnado oferece menos então

bse7x43.gif (600x600)

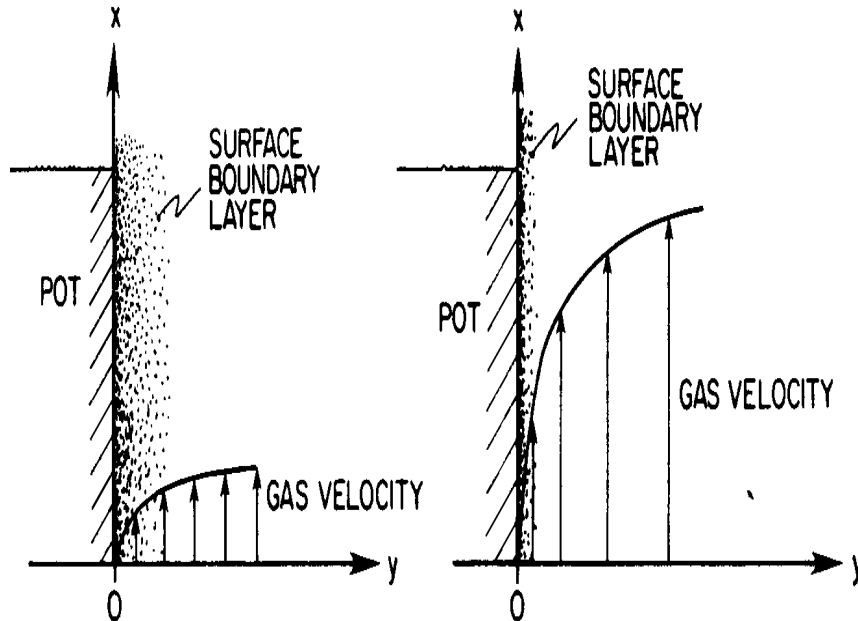


FIGURE 7: Convective heat transfer and surface boundary layers. Most of the resistance to heat flow is in the surface boundary layer of slowly moving gas (7A). Increasing the velocity of the gas past the surface helps "peel" away this surface boundary layer and, thinner, it offers less resistance to heat transfer.

resistência para transferência de calor condutiva por isto para a panela (Figura 7).

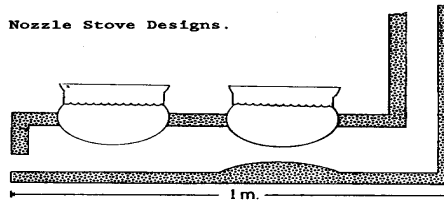
#### Tipos de Fogão fundamentais

Esforços para melhorar convective aquecem transferência resultou em três tipos fundamentais de fogões de biomassa que serão termed de generically multipot, canal, e nozzle (Figura 8) . Em cada um destes, o fluxo

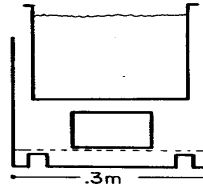
bse8x44.gif (600x600)

FIGURE 8: Multipot, Channel, and Nozzle Stove Designs.

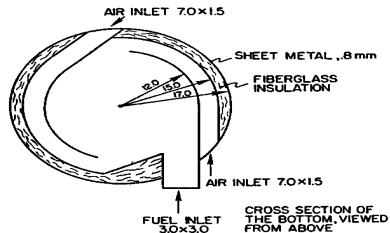
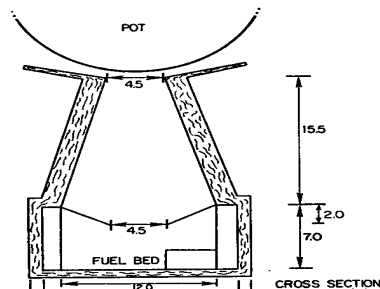
**Multipot Stoves:** To increase convective heat transfer, a second pot is added so that more surface area is exposed to the fire and hot gas, a baffle is placed under the second pot to increase gas velocity as it flows past the pot, and a chimney is added both to evacuate the smoke and increase the draft (and gas velocity) throughout the stove.



**Channel Stoves:** To increase convective heat transfer, the hot gas is forced up through a narrow channel over the entire pot. The pot is placed close to the fire to ensure good radiant heat transfer. If desired, a chimney can be added to evacuate smoke.



**Nozzle Stoves:** To increase convective heat transfer, the gas is accelerated up the high and narrowing combustion chamber and then forced through a narrow channel over the pot. Emissions are reduced by bringing fresh air in at an angle to the combustion chamber, causing swirl and improving mixing of air with volatiles; by placing the baffle (5-7 cm) above the fuel bed to generate recirculation zones and thus improve combustion; and by providing a high combustion zone to allow completion of combustion.





velocidade do gás quente em cima da panela é aumentada estreitando o channel(1) abertura pela qual o gás tem que fluir além da panela. (Porque o volume de gás quente que flui passado qualquer ponto é constante, sua velocidade de fluxo, por uma abertura estreita deve ser mais rápido que por um mais largo). Isto, porém, resulta em um impedimento sério inerente em qualquer melhorou fogão programa. Como estas aberturas de canal deve ser preciso para dentro de alguns milímetros ser efetivas, têm que corresponder fogão e dimensões de panela e devem ser precisamente determinada - - grandemente complicando produção e disseminação.

Fogões de Multipot aquecem dois ou mais panelas de um único fogo. em princípio, isto aumenta a área de superfície de panela exposta ao fogo e gás quente e aumentos o efficiency. térmico Em prática, porém, é difícil se não impossível controlar a contribuição de calor individualmente a cada das panelas (veja OUTROS ASPECTOS) . A eficiência de fogão resultante é então normalmente abaixo que canal ou fogões de nozzle de protótipo agora debaixo de desenvolvimento.

Encane fogões aumentam a área de panela exposta ao gás quente forçando o supra com gás em cima de como muito da superfície de uma única panela como praticável. Ponto luminoso de transferência é maximizada colocando a panela perto do firebed contudo sem interferindo excessivamente com os combustion. Canal fogões oferecem mais alto

---

(1) As dimensões de canal são chamadas " comprimento " pela direção de gás flua, largura " para a circunferência da panela ou fogão, e " abre brecha " para o espace entre a panela e paredes de fogão.

eficiências, melhor controle, e mais baixo custo que a maioria dos fogões de multipot. Porém, emissões de fogões de canal são frequentemente nenhum menos que de fogões de multipot e em alguns casos pode ser pior.

O desenvolvimento de fogões de tipo de nozzle só começou recentemente (18,19), contudo eles se aparecem oferecer promise. considerável Como para fogões de canal, nozzle, fogões têm uma única panela, a superfície inteira de qual é exposta o raiva de f e gas. Similarly quente, como para canal e fogões de multipot, fogões de nozzle aumentam a velocidade dos gases quentes que fluem passado a panela os forçando por um channel. Additionally estreito, a altura grande e a garganta de estreitamento da câmara de combustão do fogão de nozzle acelera

os gases para uma velocidade mais alta antes de eles contatassem o pot. que Isto é porém, terminado às custas de transferência brilhante reduzida.

Fogões de nozzle de protótipo alcançaram eficiências de 43% em laboratório testes (18,19), comparável aos melhores fogões de multipot (15-17) e canal fogões (14). Further, porque a forma da câmara de combustão melhora combustão, fogões de nozzle têm muitas mais baixas emissões que outros tipos. Recentes testes de fogões de nozzle mostraram emissões de monóxido de carbono (o CO) ser há pouco 5-6 ppm a poder de cume e de fuligem, menos de 2.5 mg/[m.sup.3] (18,19). Este são longe menos que o fire. aberto Por comparação, emissões típicas, de fogões de querosene a poder de cume são 25 ppm de CO e 0.2 mg/[m.sup.3] de fuligem. Porém, protótipos atuais sofrem o impedimento severo de só aceitar pedaços muito pequenos de biomass. Se ou não isto pode ser superada restos ser seen(2).

---

(2) Para informação adicional, leitores deveriam contatar H.S. Mukunda e U. Shrinivasa a ASTRA (Veja Apêndice J).

#### Convective Calor Transferência modelando

Convective compreensivo aquecem transferência suporta todos os esforços para melhorar a eficiência de biomassa stoves. ardente UM modelo empírico detalhado de convective aquecem transferência em fogões de canal é desenvolvida em Apêndice B; também são providas referências para um modelo empírico de fogões de multipot lá. análise Numérica de transferência de calor de convective em canal e fogões de nozzle são agora underway pelo autor e serão apresentados em outro lugar.

Porque fogões de canal geralmente têm muito desempenho melhor que fogões de multipot e porque eles são desenvolvidos mais completamente e são testados que fogões de nozzle, serão apresentados elementos críticos no designo deles/delas aqui. O modelo empírico de transferência de calor de convective em fogões de canal desenvolvidos em Apêndice B prové perspicácia considerável no desempenho deles/delas e limitations. Este modelo não é suficientemente preciso para ser usada prediga o desempenho quantitativo absoluto de um real fogão--isso pode só seja feita através de prova detalhada como discutida em Capítulo V. Nevertheless, o modelo é útil ilustrando tendências gerais no desempenho de

este tipo de fogão e sua sensibilidade para mudanças dimensionais.

Da anterior discussão de transferência de calor de convective e limite de superficie camadas que a pessoa espera narrower encana para ter taxas mais altas de transferência de calor ao walls. Isto é vista claramente nas predições modelo apresentadas dentro Figure 9., a eficiência de canal, na realidade definido como a fração de energia no gás quente que entra no canal que é transferido à panela, é extremamente sensível a mudanças no canal gap. Para um 10-cm-longo encane, as gotas de eficiência de canal de 46% para uma 8-mm abertura para 26% para um 10-mm gap. Thus o fogão e dimensões de panela devem ser muito precisamente controlada. Multipot e desempenho de fogão de nozzle é semelhantemente sensível para a abertura de canal.

A mais baixa eficiência de aberturas de canal largas pode ser compensada parcialmente para

bse9x46.gif (600x600)

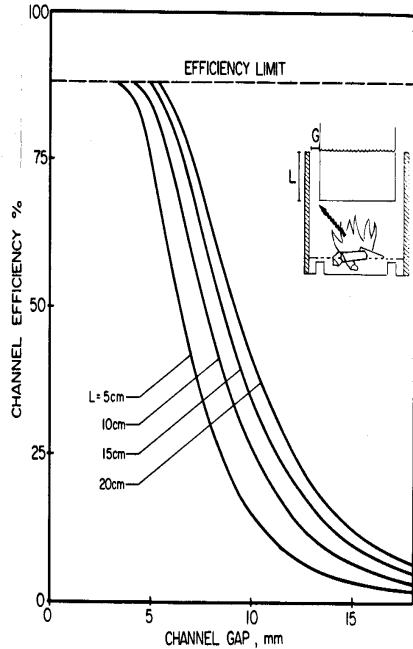


FIGURE 9A: Channel efficiency as a function of channel width for various channel lengths. Parameters are given in Appendix B. (See also the discussion following equation B-20).

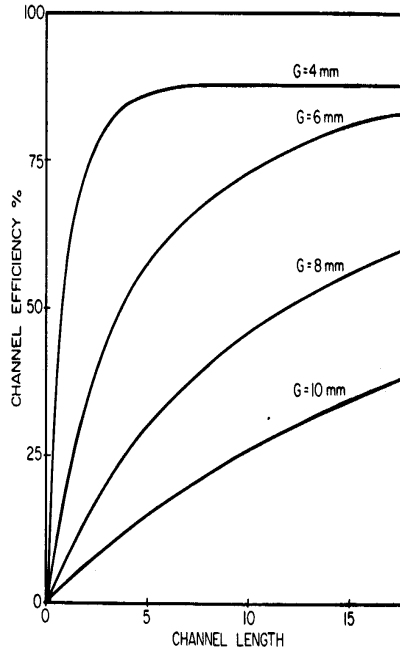


FIGURE 9B: Channel efficiency as a function of channel length for various channel widths. Parameters are given in Appendix B.

fazendo o canal mais longo (Figura 9) ou fechando a combustão câmara para controlar ar de excesso e elevando as temperaturas de gás comuns assim (Apêndice B) . However, fechando a fornalha não é freqüentemente prático, como discutida abaixo debaixo de Radiação, e canais mais longos raramente podem completamente

bse9bx46.gif (486x486)

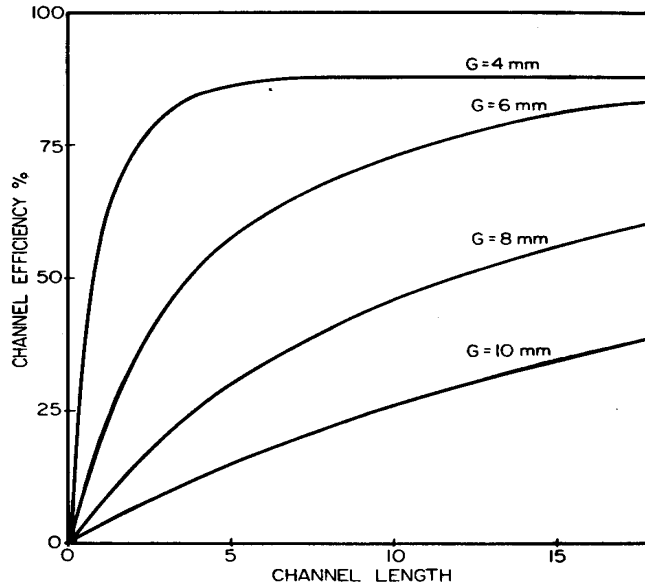


FIGURE 9B: Channel efficiency as a function of channel length for various channel widths. Parameters are given in Appendix B.

compense (Figura 9,11) . Como vista em Figura 9B, comprimento de canal adicional,

bse9x460.gif (600x600)

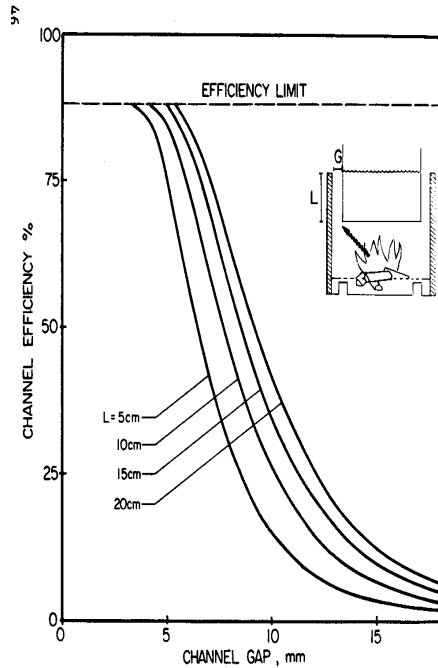


FIGURE 9A: Channel efficiency as a function of channel width for various channel lengths. Parameters are given in Appendix B. (See also the discussion following equation B-20).

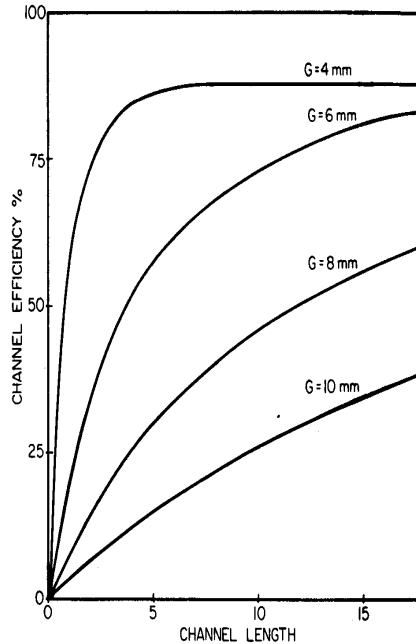


FIGURE 9B: Channel efficiency as a function of channel length for various channel widths. Parameters are given in Appendix B.

também é cada vez menos effective. Como os gases na elevação de canal e deixe o calor deles/delas, a temperatura deles/delas drops. que comprimento de canal Adicional é tentando recuperar energia disto crescentemente mais baixa temperatura (mais baixa qualidade) calor source. Para a 4-mm abertura, efetivamente toda a energia no gás que pode ser é recuperada no primeiro 2 cm comprimento do canal. Channels mais muito tempo que 5 cm é inútil. Para a 6-mm abertura, o primeiro 5 cm comprimento recupera 57% da energia no gás, o próximo 5 cm recupere um adicional 16%, o próximo 5 cm um adicional 8%, e assim por diante. Se o comprimento adicional vale a pena depende de fuelwood local preços, a construção vale para canais mais longos, e outros fatores. Isto só pode ser determinada por prova cuidadosa do fogão para determinar os intercâmbios de desempenho atuais de largura de canal e comprimento e o benefícios financeiros resultando.

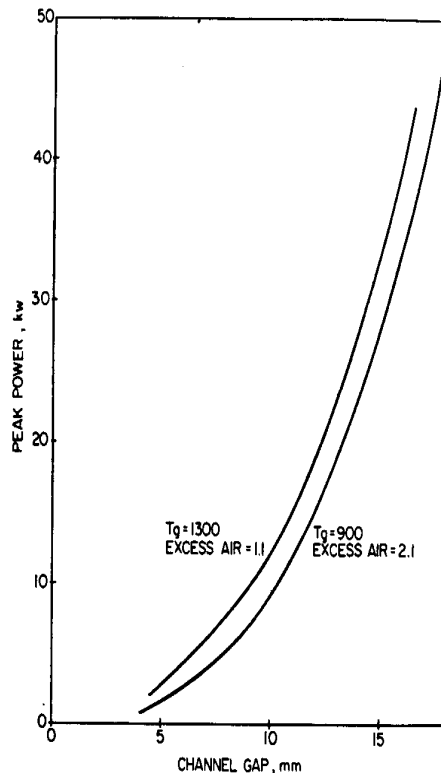
Embora canais estreitos têm eficiências altas, eles também reduzem o quantia de gás que pode fluir pelo canal e assim pode limitar o

bse10x47.gif (534x534)



FIGURE 10

Channel gap versus peak fire power for different amounts of excess air.  $T_g$  is the temperature of the gas entering the channel. The excess air is determined from this by assuming that at the channel entrance, 1/2 of the energy released by the wood still remains in the hot gas.



potência de fogo (Figura 10) . Com um canal muito estreito ou um fogo muito grande

ou a fumaça despejará a porta de fogão, ou então o fogo será sufocada e sofre combustão pobre ou simplesmente não constrói os desejaram poder. Em qualquer caso, eficiência de fogão sofre. Additionally, com um canal muito estreito, haverá tal um fogo pequeno que a panela não pode ser aquecida em um comprimento razoável de time. Thus, a escolha de ótimo largura de canal é um acordo entre eficiência alta e aquecimento de correnteza.

bse11x48.gif (600x600)

FIGURE 11A: Total stove efficiency versus heat flux to the pot as a function of channel gap and length for family sized stoves.

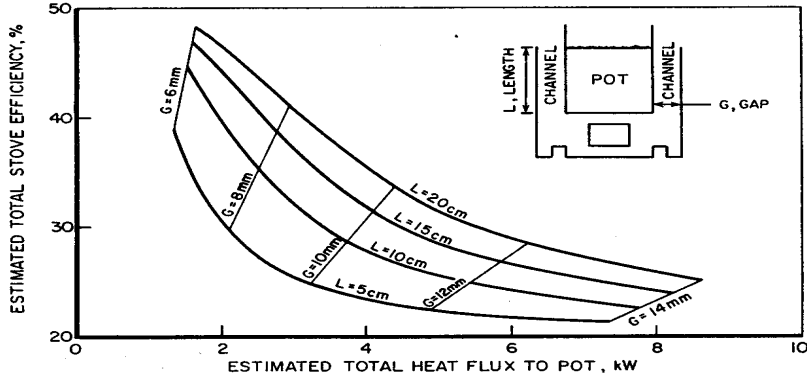


FIGURE 11B: Total stove efficiency versus total flux to the pot as a function of channel gap and length for industrial scale stoves.

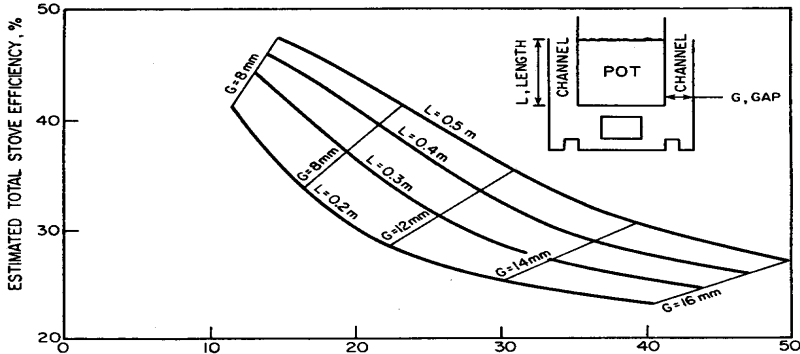


Figure 11 ilustra este acordo.

Traduzir os anteriores resultados em uma eficiência de fogão total, será assumida aqui que a eficiência para a panela só (devido a radiação e transmissão em seu fundo) é 20% e que um terço da potência de fogo total está disponível nos gases quentes que entram no channel. O fogão total eficiência é então 20% mais um-terço da eficiência de canal.

Com estas suposições a eficiência de fogão total pode ser graphed contra o fluxo de calor total para a panela (Figura 11) . Now os intercâmbios entre abertura de canal e comprimento e entre eficiência de fogão e taxa aquecendo possa seja claramente por exemplo seen. um fogão (diâmetro de 0.3-m) com sobre uns 40% eficiência total poderia ter uma abertura de canal de 6 mm e comprimento de 5 cm ou um de 8 mm por 20 cm. However, o 6-mm fogão teria um fluxo de calor de cume para a panela de 1.3 kW enquanto o 8-mm fogão proveria quase 3 kW. Em fato, para comprimentos de canal razoáveis, o 6-mm canal nunca poderia alcançar 2 kW. Similarly, se um fogão capaz de prover 4 kW da panela foi precisada, uma abertura de canal de cerca de 9-10 mm seriam necessários (4 kW elevarão 10 litros de água para ferver em aproximadamente 14 minutos) . Thus, fogão total mais alto, podem ser alcançadas eficiências mas devem ser equilibradas com a taxa de aquecimento e possivelmente o custo de construir um channel. longo deveria ser porém, se lembrou que tudo destas eficiências e aquecimento resultante taxas são mais altas que esses do fogo aberto protegido.

Para este ponto, o modelo de fogão hipotético foi operado a seu poder ótimo level. A poderes maior que o ótimo a combustão gases não enlatam toda a fuga fora o canal e ao invés têm que fluir fora a porta ou talvez sufoca o fogo e abaixa a qualidade de combustão. A poderes debaixo do ótimo, o fluxo de gás pelo canal permanecerá aproximadamente o mesmo mas estará a uma mais baixa temperatura devido a mais entrained areje (menos supra com gás a uma temperatura mais alta acelerará devido a seu flutuabilidade maior e tire em ar frio até que alcança um equilíbrio de temperatura novo, mais baixo taxa de fluxo) . Em qualquer caso, a eficiência drops. que trabalho Experimental tem mostrada que para uma variedade de fogões a eficiência tem um máximo a um potência de fogo particular (5).

De Figura 11, pode ser visto que permitir aquecimento inicial rápido, um de abertura de canal maior pode ser precisada: durante chiar, a eficiência de fogão então suffers. Alternatively, se um ligeiramente narrower encanam abertura é escolhida, a eficiência mais alta durante a fase chiando será às custas de heating. inicial mais lento UMA abertura de canal variável seria desejável, mas é difícil perceber em practice. Depending em como sensível o fogão eficiência é ao nível de poder, um acordo entre aquecimento de correnteza e chiar eficientes podem ser necessary. nos que Esta escolha deve ser determinada separe pelos tipos de comida para ser cooked. Se cozinhando tempos são curtos, aquecendo deveriam ser enfatizadas; se longo, chiando eficiência podem ser mais importante. Fortunately, estes intercâmbios normalmente não são muito severos.

Para qualquer fluxo de calor calculou de Figura 11, o tempo requereu para a panela vir a uma fervura é determinado por

$$T = 4.186X[10.SUP.3]V[DELTA(DIFFERENCE) ]T$$

----- minutos  
60P

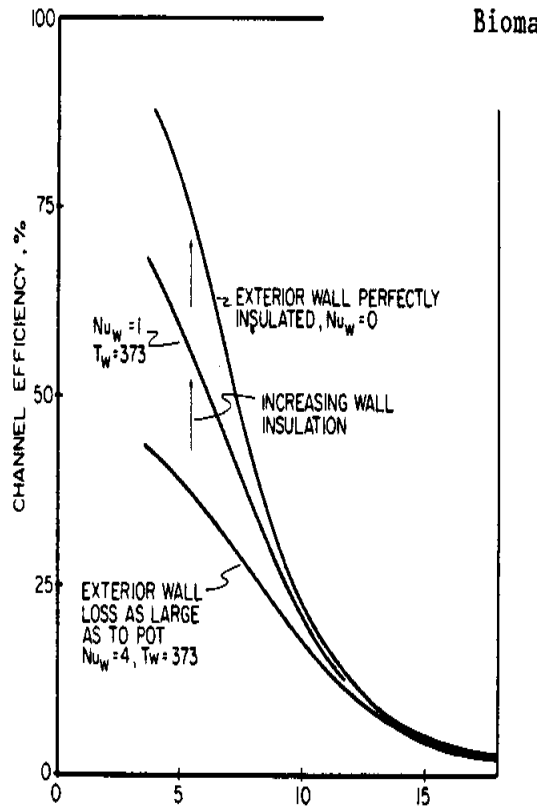
onde V é o volume de água na panela dentro [m.sup.3], [delta(difference) ]T é a temperatura mude na água para alcançar ebulição, e P é o fluxo de calor à panela dentro kW de Figura 11. Adicionalmente, a perda de calor de aproximadamente 0.7 kW/[m.sup.3] da tampa (a T=100[degrees]C) deveria ser de P (39) mas é ignorada aqui. Thus, para um fogão industrial com G=14mm, L=0.5m, V=0.5 [m.sup.3] e [delta]T=80[degrees]C, o tempo para alcançar ebulição é minutos de t=71.

Finalmente, é importante a nota que separando as paredes ajuda

bse12x50.gif (600x600)

50

FIGURE 12: Channel efficiency versus channel gap for various wall losses



convective aquecem transferência (Figura 12) . Para fogões com dimensões aperfeiçoadas para convective aqueça transferência, este pode ser um potencial significante.

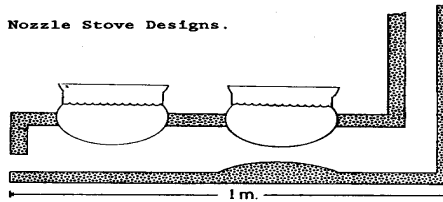
A precisão necessária de alguns milímetro nas dimensões de abertura de canal ache acima tem alguns consequences. muito importante Tal precisão alta dentro fogão e dimensões de panela requerem artisanal centralizado ou massa industrial produção baseado em modelos unificados e molds. Owner-built ou raramente podem ser feitos fogões local-construídos assim precisely. Nesses poucos casos onde eles são, é todos menos impossível reproduzir o feito em um grande balança que envolve muitos milhares de fogões e construtores de fogão amplamente dentro locations. separado que Tal precisão também insinua que fogões não devem seja feita de areia-barro, concreto, ou outros materiais em qual dimensional controle é difficult. Para estes materiais, paredes de força suficiente, apoiar a panela também são tão grossos que eles protegem muito da panela de o gás quente--reduzindo convective aquecem transferência.

Muitos projetam variações são possíveis que ajudará reduza estes problemas.

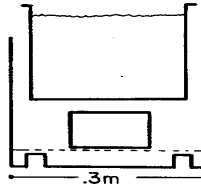
bse8x44.gif (600x600)

FIGURE 8: Multipot, Channel, and Nozzle Stove Designs.

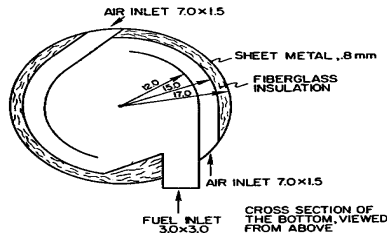
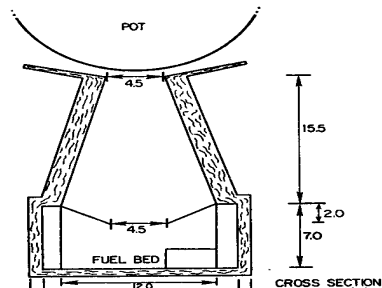
**Multipot Stoves:** To increase convective heat transfer, a second pot is added so that more surface area is exposed to the fire and hot gas, a baffle is placed under the second pot to increase gas velocity as it flows past the pot, and a chimney is added both to evacuate the smoke and increase the draft (and gas velocity) throughout the stove.



**Channel Stoves:** To increase convective heat transfer, the hot gas is forced up through a narrow channel over the entire pot. The pot is placed close to the fire to ensure good radiant heat transfer. If desired, a chimney can be added to evacuate smoke.



**Nozzle Stoves:** To increase convective heat transfer, the gas is accelerated up the high and narrowing combustion chamber and then forced through a narrow channel over the pot. Emissions are reduced by bringing fresh air in at an angle to the combustion chamber, causing swirl and improving mixing of air with volatiles; by placing the baffle (5-7 cm) above the fuel bed to generate recirculation zones and thus improve combustion; and by providing a high combustion zone to allow completion of combustion.





Paredes verticais, como mostrada para os fogões de canal em Figura 8 e o inset diagramas de Figuras 9 e 11, estritamente limite o tamanho de panela aceitável para dentro de alguns milímetro do optimum. Nem esta limitação pode ser evitada se o fogão e paredes de panela têm o mesmo shape. Em muitos casos, porém, um panela esférica será usada com um diretamente-apoiou parede de fogão (Capítulo IV--Modelo Designio: Fogões cilíndricos) . Neste caso, se as paredes onde o panela senta se inclina abruptamente (Figura 8 fogão de nozzle) e uma tira de metal é usada para apoiar a panela a largura de canal desejada da parede de fogão, variações grandes em tamanho de panela podem ser accommodated. que painelas Maiores sentarão mais adiante do fogo, mas a diminuição em transferência de calor brilhante será em parte compensada pela área de superfície aumentada para transferência de convective.

#### RADIAÇÃO

Tudo contestam (materiais) continuamente emita radiação eletromagnética devido a motion. molecular e atômico interno O mais alto a temperatura do objeto, o maior a quantia de energia assim radiated. O calor sentia em a pessoa pele ao se levantar perto de um fogo (mas não nos gases quentes) é devido a radiação infra-vermelha do fire. A temperatura do objeto também pode seja calculada por sua cor, enquanto variando de 500[degrees]C ao arder escuro vermelho para 800[degrees]C quando cereja luminosa vermelho a 1100[degrees]C quando amarela e para 1500[degrees]C e mais

bse13x52.gif (486x486)

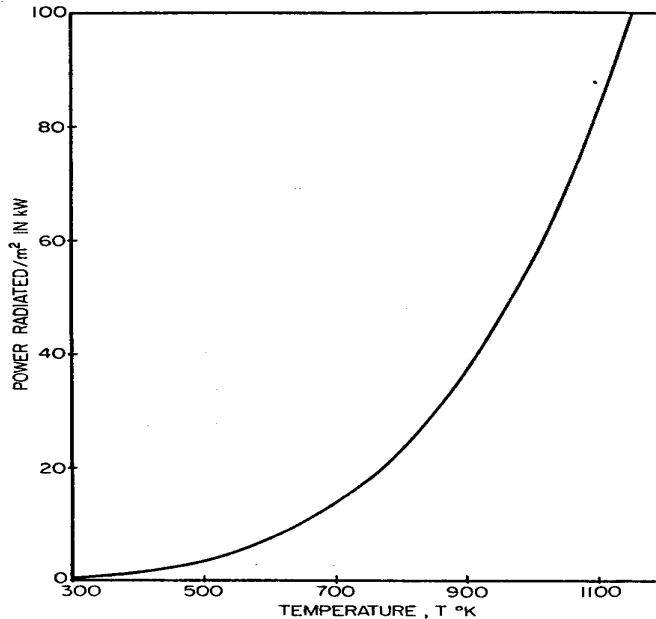


FIGURE 13: Total power radiated by a black body as a function of temperature.

quando white. Figure 13 espetáculos a quantia de energia radiada por um " preto corpo " (um objeto que absorve ou emite radiação perfeitamente embora comprimento de onda) como uma função de temperatura.

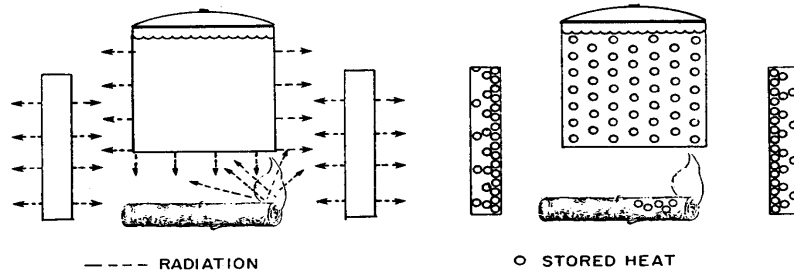
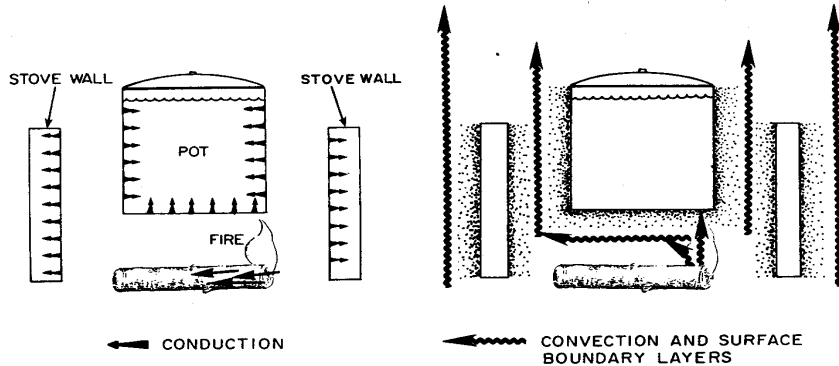
Semelhantemente, todos os objetos absorvem radiação, enquanto excitando o interno deles/delas molecular e motion. atômico A habilidade de um material específico para absorver radiação é igual a sua habilidade para emitir isto.

Porém, a maioria dos reais materiais não é emissores perfeitos ou absorventes. Por exemplo, metais são absorventes muito pobres (emissores) porque o livre elétrons dentro deles isso dá origem para grande elétrico e térmico condutividades também juntam firmemente a radiação encontrando e escondem seu penetração no material--fazendo isto refletir ao invés. Gases tal como vapor de água e gás carbônico tenha fortemente frequência-dependente absorção o correspondendo infra-vermelho para excitação de vibrational e movimento de rotational de molecules. individual gama de emissivities Típica de 0.05 para metais bem polidos para 0.95 para carbono Mesa de black. C-1 listas o (frequência independente) emissivities para uma variedade de materiais.

Em cookstoves de woodburning, aquecem radiative transferência é um fator importante na transferência de calor do firebed e chamas para a panela; do chamas para o combustível para manter combustão; do firebed e chamas para a parede de fogão; da parede de fogão para a panela; e da parede de fogão para

bse2x32.gif (600x600)

FIGURE 2



HEAT TRANSFER PROCESSES IN A STOVE

ambiente (Figura 2).

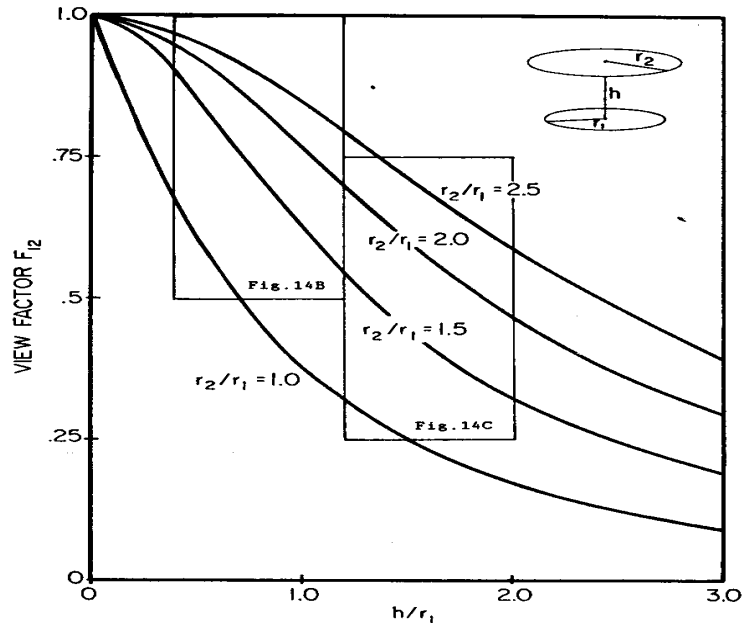
Em fogões tradicionais, tipicamente 10-12 PHU(3) porcentagem aponta (fora de talvez 17 total) está devido a radiative aqueça transferência diretamente do firebed para a panela assentam (7) . Este é o mecanismo de transferência de calor primário para o fogo aberto tradicional.

Radiative Calor Transferência calculando

O radiative aquecem transferência do firebed para a panela é determinado por a temperatura de firebed (Figura 13) e pelo fator de visão entre o firebed e a panela (Figura 14) . O fator de visão é a fração de energia emitida por uma superfície que é interceptada antes de um segundo e é determinado completamente pela geometria relativa das duas superfícies.

Por exemplo, considere uns 30 cm panela de diâmetro que é 12 cm sobre uns 15 cm

bse14520.gif (540x540)



**FIGURE 14A:** View factor,  $F_{12}$ , or equivalently the fraction of energy given off by firebed that is intercepted by the pot versus the height,  $h$ , between the pot and firebed divided by the radius,  $r_1$ , of the firebed. The radius of the pot intercepting this radiation is given by  $r_2$ .

de forma que 57.5 por cento da radiação emitidas pelas greves de firebed o

panela. Se o firebed estiver a uma temperatura comum de 1000 K, Figure 13 espetáculos que emitirá aproximadamente  $56 \text{ kW}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$  . Multiplying a área de firebed ( $0.0752 [\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$ ) por ( $56 \text{ kW}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$ ) e por ( $0.575$ ) dá a energia interceptada por a panela como  $0.57 \text{ kW}$ .

Aquecer mais efetivamente diretamente a panela através de radiação do fuelbed, a temperatura de firebed comum poderia ser aumentada (sem aumentar abastança consumo). Alternatively, o fator de visão poderia ser aumentado por abaixando a panela mais íntimo para o fogo ou aumentando o tamanho da panela relativo ao firebed.

-----

(3) PHU é Calor de Por cento Utilizado, quer dizer, a eficiência térmica do fogão. que Isto é discutida em detalhes em Capítulo V.

Fechando a fornalha e controlando a provisão de ar poderiam aumentar o temperatura de firebed comum mas numerosas dificuldades presentes em prática. Com a fornalha fechada é difícil de monitorar o tamanho e condição do fire. é também difícil de cortar a madeira em suficientemente pequeno pedaços para ajustar inside. Finally, muitos cozinheiros não aborrecerão para controlar o provisão de ar.

Movendo a panela mais íntimo para o fogo também podem aumentar o calor de radiative transfira do fogo à panela como vista por exemplo em Figura 14., para o firebed,  $[\text{r}.\text{sub}.\text{1}] = 7.5 \text{ cm}$ , a panela  $[\text{r}.\text{sub}.\text{2}]=15 \text{ cm}$ , e a altura entre eles  $h=15 \text{ cms}$ ,  $[\text{r}.\text{sub}.\text{2}]/[\text{r}.\text{sub}.\text{1}]=2$ ,  $h/[\text{r}.\text{sub}.\text{1}]=2$  e  $F=0.47$ . Reducing a altura h para  $12 \text{ cms}$ ,  $h/[\text{r}.\text{sub}.\text{1}]=1.6$  e  $F = .57$ . Este é um aumento significativo na fração de calor brilhante transferida do fogo ao pot. Reducing que a altura, porém, pode interfira com os processos de combustão e aumento o CO e hidrocarboneto emissões; se muito íntimo o fogo será quenched. Em prática, canal, fogões com distâncias tão pequeno quanto  $6 \text{ cm}$  entre o firebed (com uma grelha) e uma panela de  $27\text{-cm}$ -diâmetro foi testada e foi mostrada para dar aumentou transferência de calor e eficiência térmica global, mas o efeito no qualidade de combustão é desconhecida (20,21) . que os artesãos Tradicionais têm tipicamente fixe a distância entre o firebed e panela à um-meia a panela diâmetro (22) . Até lá são dados experimentais seguros que correlatam o

firebed para altura de panela com fumaça e emissões de monóxido de carbono, é bastante arbitrariamente recomendou que a panela para ranger distância é nenhum menos que 0.4 vezes o diâmetro de panela.

O efeito de transferência de calor de radiative do firebed para a parede de fogão e da parede de fogão para temperatura ambiente já foi modelada

bse4x370.gif (600x600)



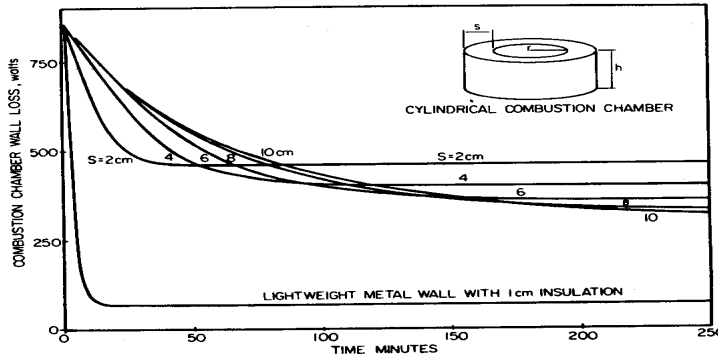
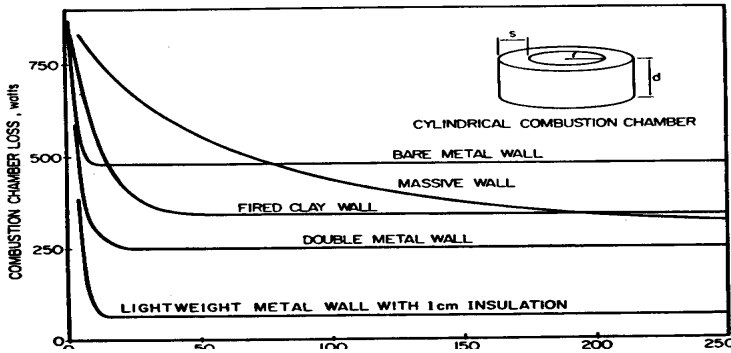


FIGURE 4A: Heat loss into and through massive concrete combustion chamber walls of varying thicknesses as a function of time elapsed since starting the fire. Heat loss from a lightweight metal wall is shown for comparison. Parameters are given in Table A-5

FIGURE 4B: Heat loss into and through combustion chamber walls of varying materials as a function of time elapsed since starting the fire



e discutiu em detalhes (Figura 4,5) . Similarly, medindo ou calculando, (Apêndice B) as temperaturas de parede internas permitem a pessoa a calcular (Apêndice C) que uma parede de metal com 2 cm de isolamento de fibra de vidro possa proveja até 50% fluxo de calor mais brilhante à panela que um metal nu parede. O radiative aumentado e convective aquecem transferência possível quando perdas de parede estão reduzidas através de isolamento pode aumentar global substancialmente fogão performance. por exemplo, separando a parede exterior de um fogão de canal de protótipo aumentou a eficiência do fogão de aproximadamente 33% para aproximadamente 41% e aumentou seu combustível predito o parente econômico para o aberto incendeie de aproximadamente 48% a aproximadamente 57%--uma melhoria significativa (14).

Radiative usando transferem para aquecer uma panela, como em fogões de canal, tem ambos vantagens e desvantagens. A vantagem primária é aquele radiative transferência é insensível à forma de panela e só depende da visão fature entre o firebed e pot(4).

Um das desvantagens primárias de usar radiative transfere para aquecer uma panela é que esta perda de calor reduz a temperatura de câmara de combustão comum e pode abaixar a qualidade de combustão e emissões de aumento assim. Foram feitos esforços evitar este problema reduzindo transferência de radiative

-----  
(4) O potencial de radiative melhorado e convective aquece transferência é indicada por trabalho de desenvolvimento em um fogão de gás avançado em qual eficiências de 70% foi alcançada com muito baixas produções de CO e [NO.sub.x] (23).

fora da câmara de combustão para a panela enquanto convective crescente transferência de calor para a panela em compensation. Para fogões de canal, embora o eficiência poderia ser mantida o mesmo, a confiança aumentada em convective transferência de calor reduziu a potência de fogo de cume que poderia ser alcançada (24). Para fogões de nozzle, ambas as eficiências altas (43%) e potências de fogo razoáveis (1-2 kW) foi alcançada em protótipos (18,19), mas desenvolvimento adicional e testando é precisada antes de testes de campo pudessem começar.

COMBUSTÃO

Combustão de biomassa é um processo extremamente complexo e seu estudo envolve cinética química; condutivo, convective, e radiative aquecem transferência processos; difusão molecular; e outros fenômenos físicos. Realistic modelando destes processos não é contudo possíveis e úteis resultados são ainda quase completamente empírico (25) . Thus, medidas experimentais de desempenho de fogão de biomassa sempre é necessário e é discutido em detalhes em Capítulo V. por causa da complexidade de combustão de madeira, o seguinte será limitada a uma descrição breve e simples da substância química e propriedades físicas de madeira e como isto burns. UM um pouco mais detalhado descrição junto com referências extensas é determinada em Apêndice D. Como porém, notável em Figura 1 combustão incompleta tipicamente conta para menos que 10% das perdas de energia em um stove. Improving combustão em um fogão é então mais importante reduzindo a periculosidade de fumaça que aumentando eficiência de fogão global.

#### Valores caloríficos

Há uma variedade de modos para avaliar madeira como um combustível. Do maior importância prática é seu valor calorífico e sua umidade conteúdo. valores Caloríficos normalmente são expressados como qualquer total calorífico avalie, também conhecida como o valor de aquecimento mais alto, ou como a rede calorífico avalie, também conhecida como o mais baixo aquecimento value. O total calorífico valor está definido como o calor liberado quando o material for completamente queimada a gás carbônico e água de líquido às 25[degrees]C. A rede calorífico valor é o mesmo a não ser que é assumida que a água permanece dentro o fase gasosa (i. e., vapor) a 100[degrees]C. Para desenhistas de cookstove e provadores, o valor calorífico líquido é o mais useful. Como madeira seca tipicamente é aproximadamente 6% hidrogênio através de peso, aproximadamente 0.54 kg de água serão produzida por quilograma de madeira seca burned. O calor absorveu para esquentar e vaporize esta água reduzirá o valor calorífico líquido então aproximadamente 1390 kJ/kg como comparada ao valor calorífico total.

Porque todos os bosques são semelhantes em estrutura e composição química, o deles/delas valores caloríficos são igualmente em média comparable., madeira seca é composta de 49.5% carbono, 6% hidrogênio, 43.5% oxigênio, e 1% sais minerais por weight. Em uma base seca, está o valor calorífico total para tacos aproximadamente 19,734[-or+]981 kJ/kg (mais de 268 espécies) e para softwoods está aproximadamente

20,817[-or+]1479 kJ/kg (mais de 70 espécies) . Values para heartwood, sapwood, e latidos estão dentro de aproximadamente 5% destes valores (26) .

A variação observada entre espécies, dada pelas divergências standards sobre, pode ser considerada para através de diferenças de desprezo nas proporções e valores caloríficos dos cinco componentes de madeira principais: celulose (17,500 kJ/kg), hemicelulose (17,500 kJ/kg), lignina (26,700 kJ/kg), resinas (34,900 kJ/kg), e sais minerais (0 kJ/kg) (18) . em média, bosques está composto de asperamente 40-50% celulose, 15-25% hemicelulose, e 20-30% lignina, com os outros componentes que incluem porcentagens pequenas. Calorífico são listados valores para outros materiais de biomassa em Apêndice D.

É importante a nota que embora densidades de madeira podem variar enormemente, o valor calorífico deles/delas por quilograma faz not. Experimentally, a madeira, densidade não faz apreciavelmente afete eficiência de fogão (27,28). However, para a mesma quantia de energia, um volume muito grande (mas asperamente o mesmo massa) de baixos bosques de densidade ou materiais de biomassa como milho ou millet talos são required. Para um determinado volume de câmara de combustão, baixa densidade, combustíveis precisarão frequentemente ser alimentados em muito mais.

#### Conteúdo de umidade

O segundo modo mais importante para avaliar biomassa está por sua umidade conteúdo. Toda a biomassa contém um pouco de água antes da qual deve ser evaporada a biomassa pode queimar, enquanto reduzindo seu valor calorífico efetivo assim. Porém, testes mostraram aquela eficiência de fogão de rede é melhorada ligeiramente se a madeira tem um conteúdo de umidade de 10-20% (28,29) . devido ao que Isto pode ser a umidade ajudando localizar o fogo e reduzindo a fuga do volatiles fora da zona de combustão antes de eles pudessem queimar completamente (29). Alternativamente, a água pode prover adicional OH radicais que ajudam combustão.

Conteúdo de umidade (M.C.) pode ser expressada como ou uma porcentagem do massa de madeira molhada total (forno madeira seca mais água), ou como uma porcentagem do forno madeira seca mass. que Estes podem ser escritas como segue e é graphed dentro

bsel15x57.gif (540x540)

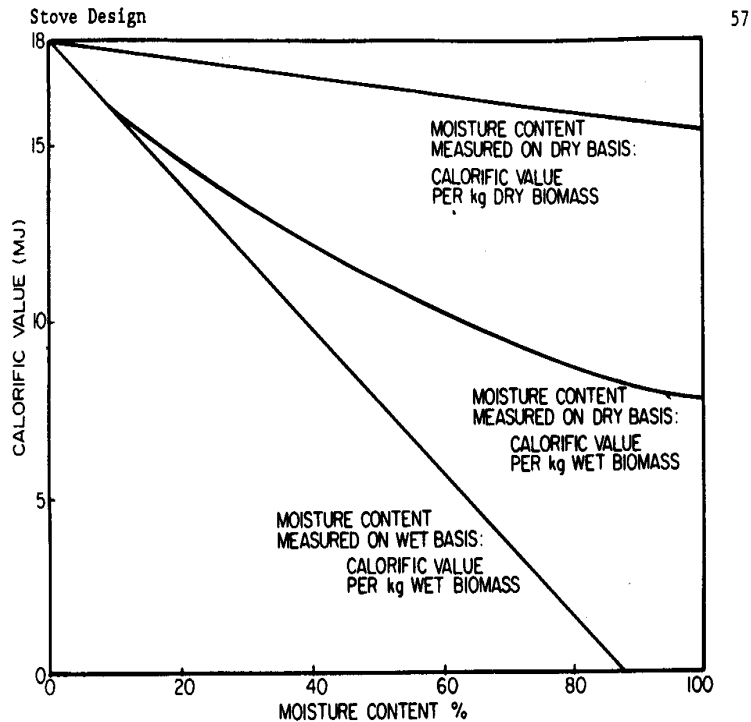


FIGURE 15: Calorific value versus moisture content as measured by different bases.

Figure 15 abaixo (30).

$$[M.C \text{ ..sub.wet}] = \text{água (madeira de kg)}/[\text{dry} + \text{água}] (\text{kg}) \times 100\% = \text{água (madeira de kg)}/\text{wet (kg)} \times 100\%$$

$$[M.C \text{ ..sub.dry}] = \text{água (madeira de kg)}/\text{dry (kg)} \times 100\%$$

Até mesmo quando protegeu da chuva e ar secou para um período longo de tempo, madeira e outra biomassa podem ter uma quantia grande de água neles. O conteúdo de umidade de ar secou madeira foi calculada para ser (31,32):

$$[M.C \text{ ..SUB.DRY}] = 0.2 \text{ RH}$$

onde RH é o humidity. relativo comum UMA análise muito mais detalhada correlatando o conteúdo de umidade da madeira com ambos o parente umidade e a temperatura é determinada dentro (32) . Thus, em uma área tropical, onde a umidade relativa calcula a média 90%, o conteúdo de umidade por isto, equação será 18% em um basis. seco Esta equação só é indicativa a melhor, Exposição de however. para a chuva, ponha ao sol, ou numerosas outras variáveis podem altere para a umidade content. Para melhor precisão, conteúdo de umidade direto, medidas deveriam ser feitas secando a madeira em um forno (Apêndice F). Sabendo o conteúdo de umidade é important. testando fogões a umidade conteúdo afeta o valor calorífico calculado fortemente. usando fogões, afeta a facilidade de burning. fortemente O conteúdo de umidade reduz o valor calorífico efetivo de madeira por só 2575 kJ/kg molha--a quantia de energia precisaram elevar a temperatura de água a ferver e evaporar isto. que Isto deveria ser comparada a um forno secam valor calorífico por madeira de cerca de 18000 kJ/kg. However, reduz dramaticamente o aparente valor calorífico baseado no peso de biomassa molhada (Figura 15). Para exemplo, um quilograma de madeira com um 20% conteúdo de umidade há pouco terá (0.8) (18000)-14,400 kJ de energia nisto do qual aproximadamente 515 serão usadas evapore o water. em vez de um presumiu 18000 kJ de energia dentro o quilograma de madeira, há só 13,900 kJ. Thus, medidas de campo, que normalmente são só parcialmente de secada biomassa, vá significativamente superestime o uso de energia por uma familia a menos que correções para umidade conteúdo é feito.

Volatiles

Uma terceira maneira na qual são caracterizados combustíveis de biomassa é pelo deles/delas fraction. Wood volátil está tipicamente composto de cerca de 80% volátil material e 20% carbon. fixo em contraste, carvão produzido por tradicional fornos serão tipicamente 80% carbono fixo e 20% volatiles, com quantias relativas de carbono fixo e volatiles que dependem fortemente no maneira na qual foi feito, particularmente a temperatura de forno de máximo e duração àquela temperatura (Mesa D-2).

São discutidas outra substância química e propriedades físicas de madeira e biomassa em Apêndice D.

#### O Processo de Combustão

A combustão de madeira e outra biomassa crua é muito complicada mas lata seja arrombada abaixo crudely os passos seguintes:

o O sólido é aquecido a aproximadamente 100[degrees]C e a água absorvida é fervida fora da madeira ou migra ao longo do grão de madeira a áreas mais frescas e RECONDENSES DE . A temperaturas ligeiramente mais altas, água para a que é ligada debilmente grupos moleculares também são partidos de carro. Heat transferem pela madeira é principalmente através de condução.

o Como a temperatura aumenta a aproximadamente 200[degrees]C, hemicellulose começa decompõem seguida por celulose. (Veja Apêndice D para uma descrição breve destes materiais). Decomposição de fica extensa a temperaturas ao redor 300[degrees]C. Tipicamente só 8-15% de celulose e hemicellulose permanecem como carbono fixo, e o resto é libertado como volátil gases. Roughly 50% dos restos de lignina atrás de como carbono fixo.

como os que O volatiles produzidos por esta decomposição podem escapar fumam ou podem Recondense de dentro da madeira longe do zone. aquecido Isto pode ser freqüentemente visto como lance que escoo fora o fim non-ardente da wood. Calor transferência na madeira ainda está principalmente através de condução, mas o volatiles que fluem fora da zona aquecida levam algum calor fora através de transmissão.

o Como o volatiles escapam a madeira, eles misturam com oxigênio e, a sobre

550[degrees]C (27), acenda produzindo uma chama amarela sobre a madeira. Although calor brilhante da própria chama (não contando emissão brilhante de o carvão) contas para menos que 14% da energia total de combustão (33), é crucial mantendo combustion. Algum do ponto luminoso aquecem desta chama golpeia a madeira, enquanto aquecendo isto e causando mais adiante Decomposição de . A madeira liberta mais volatiles que queima então que fecha o ciclo. A taxa de combustão é então controlada pelo taxam a qual este volatiles são released. Para pedaços muito pequenos de Madeira de , há uma área de superficie grande para absorver calor brilhante comparado pouca distância para o calor para penetrar ou para o volatiles para escape. Thus, fogos com pedaços pequenos de madeira tendem a queimar depressa. Isto também é por que é mais fácil de começar um pedaço pequeno de madeira queimar que um grosso grande. UM pedaço grosso de madeira tem menos área para absorver o calor brilhante da chama comparada às maiores distâncias por qual o calor e volatiles têm que passar dentro da madeira e o massa maior que deve ser aquecida.

A temperatura do gás quente sobre a madeira é tipicamente ao redor 1100[degrees]C e está limitado através de perda de calor brilhante e misturando com resfriado ar ambiente. Como o volatiles sobem eles reagem com outro volátil Moléculas de formando fuligem e fumaça e queimando simultaneamente como misturam eles com oxigênio. Um pouco de 213 combinações diferentes têm tão longe identificada entre este volatiles (25).

Se um objeto frio, como uma panela, é colocado perto do fogo que vai esfriam e pára a combustão de alguns deste volatiles, enquanto partindo um fumaça preta grossa.

Overall, este volatiles ardente consideram para sobre dois-terços do Energia de libertada por um fogo de madeira. atrás do que O carvão ardente partiu responde pelo terço restante. Porque o volatiles são libertados contanto que a madeira esteja quente, enquanto fechando a ar provisão paradas combustão alone. A produção de calor do fogo está então reduzida mas a madeira continua sendo consumido para contanto que esteja quente, enquanto libertando unburned Volatiles de como fumaça e deixando para trás carvão.



o Como as camadas o mais alto perdem todos seu volatiles gradualmente só um poroso Serviço doméstico de é deixado para trás. Estas ajudas de serviço doméstico quentes catalisam o desarranjo de que escapa gases voláteis, isqueiro produtor, reagindo mais completamente, supre com gás para alimentar as chamas. Em alguns casos, o volatiles não podem facilmente escapam por esta camada de serviço doméstico. Como eles se expandem e forçam o modo deles/delas fora, eles fazem a madeira ardente rachar e assobiar ou cuspiram brasas ardentes.

A camada de serviço doméstico também tem uma mais baixa condutividade térmica que wood. Isto reduz a velocidade condução de calor ao interior e assim reduz a velocidade a liberação de Volatiles de para alimentar as chamas.

À superfície do gás carbônico de serviço doméstico reage com o carbono do serviço doméstico para produzir monóxido de carbono. Ligeiramente avance fora (frações de um Milimetro de ) a maior concentração de oxigênio completa a combustão processam reagindo com o monóxido de carbono para produzir gás carbônico. A temperatura perto da superfície da superfície de carvão ardente é tipicamente aproximadamente 800[degrees]C. O endothermic (calor que absorve) dissociação de Gás carbônico de para monóxido de carbono e oxigênio, e perda de calor brilhante, limitam temperaturas mais altas.

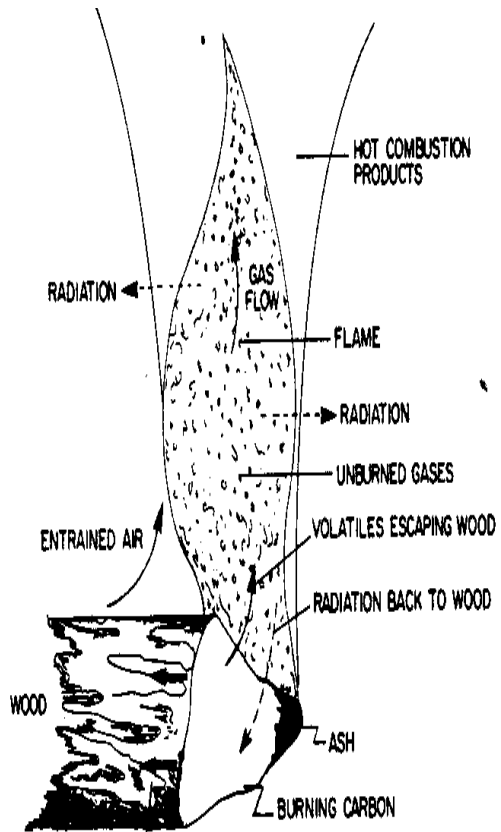
Quando todo o carbono queimou só sais minerais permaneça como cinza. Esta cinza limita o fluxo de oxigênio ao interior e assim limites o combustão taxa. Este é um mecanismo importante que controla o combustão taxa em fogões de carvão.

o O processo inteiro usa aproximadamente 5 [m.sup.3] de ar (a 20[degrees]C e nível de mar pressionam) queimar 1 kg de wood. completamente para queimar 1 kg completamente de Carvão de requer aproximadamente 9 [m.sup.3] de air. Thus, um fogo de madeira que queima a um dão poder a nível de 1 kW queima 0.0556 gramas de wood/second e requer aproximadamente 0.278 litros de ar por segundo. Additional, ar de excesso sempre é apresentam em fogões abertos e são importante assegurar que a combustão

bse16x60.gif (600x600)

16/11/11

FIGURE 16: Combustion Processes In Wood Fires.



Processo de é relativamente complete. Figure 16 esboçam estes processos.

Uma descrição completa do processo de combustão é mais adiante complicada por tal fator como o inhomogeneous estrutura de madeira e carvão--tal como poros, rachas, grão de madeira, e propriedades de anisotropic; e a presença de moisture. por exemplo, por causa das fibras longas e corrida de poros pela madeira, a condutividade térmica e transporte de volatiles é muito mais fácil ao longo do grão que crosswise. Isto ajuda combustion. Dentro contraste, a estrutura de poro é rompida em combustíveis de briquetted, enquanto os fazendo geralmente mais difícil queimar.

Qualidade de Combustão melhorando

Está sendo desenvolvida uma variedade de técnicas para melhorar a eficiência e a qualidade de combustão em stoves. Entre eles é a seguinte:

o Using uma grelha aumentará freqüentemente eficiência e pode reduzir emissões como well. Tests de fogões tradicionais, por exemplo, mostraram que o Uso de de uma grelha só poderia aumentar a eficiência de aproximadamente 18 para quase 25 por cento (34).

Grelhas de parecem executar várias funções melhorando desempenho de fogão. injetando ar debaixo do fuelbed eles provêem misturando melhor de arejam com o fuelbed e a difusão arda acima--provável que melhora a combustão de ambos. que Isto pode permitir para a panela em multipot e fogões de canal ser colocada mais íntimo ao fogo--melhorando ponto luminoso aquecem transferência--sem interferir significativamente com combustão. Grates com uma densidade alta de buracos (fração alta de área aberta) lata também alcançam potências de fogo altas devido ao misturar melhorar de ar com o FUELBED DE (14). Isto permite um fogo mais localizado e em multipot e encanam fogões de tipo, transferência de calor brilhante melhor (devido a uma visão mais alta fatoram) para a panela.

Em prática, é importante que grelhas freqüentemente sejam limpadas de cinzas de forma que fluxo de ar não é bloqueado.

o Controlling ar de excesso pode aumentar eficiência mas também pode aumentar

Emissões de se muito pouco oxigênio entra na câmara de combustão ou se o combustível-ar misturar é pobre. Excesso ar é que que fluxos na combustão Câmara de mais disso precisada para combustão de stoichiometric (Apêndice D). There são numerosas dificuldades práticas controlando excesso ar como bem; estes eram previamente notáveis debaixo de RADIAÇÃO.

o Injecting ar secundário na chama de difusão pode, em alguns casos, permitem combustão mais completa que seria caso contrário possível (35). (ar Secundário é o ar sobre o que entra na chama de difusão de o fuelbed--isto está em contraste com ar primário que entra o combustão zona ao nível do fuelbed, ou de debaixo de quando uma grelha é usado.) Isto pode ser particularmente importante quando ar de excesso for controlou. Onde uma fornalha aberta é usada, porém, que ar secundário pode mais baixa eficiência esfriando os gases quentes (20, 34).

o Preheating ar entrante também pode melhorar a qualidade de combustão e a eficiência elevando temperaturas de câmara de combustão comuns. Porém, só podem ser feitas Preaquecendo em fogões onde ar de excesso é controlou; caso contrário o ar evitará os tubos preaquecendo e fluxo diretamente na porta. Further, alcançar preaquecendo significativa do arejam entrando no fogão, é necessário atravessar o ar um canal estreito saltado pela câmara de combustão quente wall. Isto é o conversação exata de usar a combustão quente supre com gás para aquecer a panela. Preheating desta maneira pode, porém, cause uma pressão significativa derrubam e reduzem o fluxo de ar. Em um fogão dirigido por transmissão natural isto pode sofrer fome o fogo, pode reduzir a potência de fogo de cume possível, ou pode reduzir a pressão disponível dirigir convective aquecem transferência à panela. Capítulo de VI discute o uso de preaquecer em fornos de temperatura altos e a análise teórica é apresentada em Apêndice E.

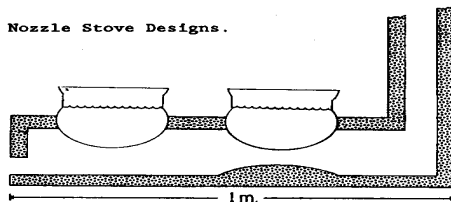
o Optimizing a forma da câmara de combustão pode afetar a combustão Qualidade de e eficiência de fogão em vários ways. Como já discutiu, em multipot e fogões de canal, a altura escolhida para o Panela de sobre o fuelbed é um acordo entre a transferência de calor brilhante para a panela e a qualidade de combustão. O volume global do combustão câmara pode ser determinada em parte pelo tipo de combustível usado. Baixos combustíveis de densidade como desperdício agrícola podem precisar de um volume maior

ou então requer remexendo freqüente. Baffles pode ser somado para promover Recirculação de de e turbulência na combustão supre com gás para melhorar

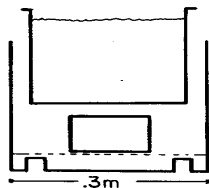
bse8x44.gif (600x600)

FIGURE 8: Multipot, Channel, and Nozzle Stove Designs.

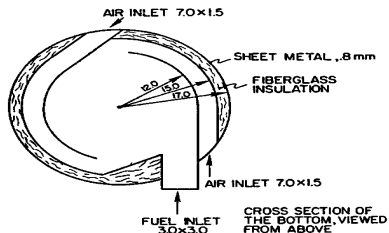
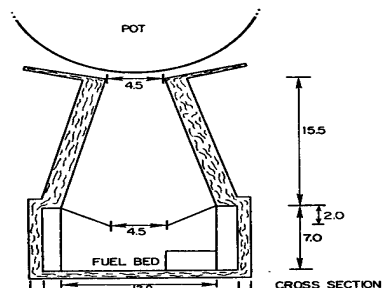
**Multipot Stoves:** To increase convective heat transfer, a second pot is added so that more surface area is exposed to the fire and hot gas, a baffle is placed under the second pot to increase gas velocity as it flows past the pot, and a chimney is added both to evacuate the smoke and increase the draft (and gas velocity) throughout the stove.



**Channel Stoves:** To increase convective heat transfer, the hot gas is forced up through a narrow channel over the entire pot. The pot is placed close to the fire to ensure good radiant heat transfer. If desired, a chimney can be added to evacuate smoke.



**Nozzle Stoves:** To increase convective heat transfer, the gas is accelerated up the high and narrowing combustion chamber and then forced through a narrow channel over the pot. Emissions are reduced by bringing fresh air in at an angle to the combustion chamber, causing swirl and improving mixing of air with volatiles; by placing the baffle (5-7 cm) above the fuel bed to generate recirculation zones and thus improve combustion; and by providing a high combustion zone to allow completion of combustion.



combustão global. O fogão de nozzle (Figura 8), por exemplo, usa um Seção de de um cone há pouco anterior o fuelbed para estabelecer zonas em qual supre com gás da extremidade da chama de difusão enlate recirculate até que eles difundem ao centro da chama e queimam completely. Additionally, este fogão de nozzle de protótipo injeta ar primário a um ângulo para o combustão câmara para promover redemoinho e assim melhorar combustível-ar misturando (18, 19).

o Insulating a câmara de combustão eleva temperaturas interiores e lata reduzem emissões assim.

Com cada uma destas técnicas, um equilíbrio cuidadoso deve ser achado entre o eficiência, emissões, facilidade de uso, potência de fogo, e cost. que Este equilíbrio pode, só seja determinada através de prova detalhada como descrita em Capítulo V.

#### OUTROS ASPECTOS DE EFICIÊNCIA DE FOGÃO

Há vários outros modos nos quais uso de combustível pode ser reduzido. Entre estes estão melhorando controle do fogão, melhorando a panela, e acelerando para cima o próprio processo de arte culinária.

#### Controle Eficiência

Como bem o fogo em um fogão é tendido pode influenciar uso de combustível fortemente. Em Burkina Faso, pesando suficientemente diariamente do combustível durante uma pesquisa, sensibilizou os cozinheiros que eles reduziram consumo de combustível antes das 25% (36).

Um processo de arte culinária típico usará potências de fogo altas para trazer uma panela para um ferva, então baixos poderes para chiar it. A quantia de combustível usada então depende na gama " de poder dinâmica de ambos o fogão e o cozinheiro--quer dizer, o deles/delas habilidade junto prover uma potência de fogo alta e então rapidamente faz o transição para um baixo poder como precisada, enquanto nunca usando mais combustível que absolutamente necessário alcançar fervendo e então manter uma luz chie. Em mais simples condições, o fogão deve ser controlável; o cozinheiro deve, na realidade, controle. Nota (42) discute eficiências de controle em condições mais quantitativas.

O tipo de fogão e abastece ambos influência o potencial e maneira de

controlando o firepower. fogões de Multipot sofrem porque é impossível adequadamente controlar a contribuição de calor a várias panelas de um fogo. UM fogo há pouco grande bastante para cozinhar a primeira panela provê calor insuficiente para o segundo; um fogo grande bastante para cozinhar a segunda panela vai overcook o primeiro. Embora este problema pode ser reduzido fazendo todas as panelas o mesmo tamanho e assim trocável, só não pode ser eliminated. Perhaps uma única refeição de panela é desejada, ou de uma panela grande talvez é precisada para o arroz e um pequeno para o sauce. As demandas precisas mudarão com todo tipo de meal. Thus, fogões de multipot são intrinsically menos eficiente que únicos fogões de panela.

Numerosos grupos tentaram evitar o problema de controle por dampers. However ajustável usando, estes tendem a ser muito difícil para mantenha e use, é frequentemente ineficaz, e pode alterar consideravelmente o combustão e características de transferência de calor para todas as panelas no fogão, não só o individual para o qual o abafador era planejado. Further, por causa do caminho que dá voltas têm que levar a cabo os gases então o fogão, é frequentemente difícil de começar um fogo.

Certos outros tipos de fogões também são duros a Fogões de control. que primeiro gaseifique a madeira e então queime o gás diretamente debaixo da panela tem que aquecer um custo de madeira para temperaturas tão alto quanto 1000[degrees]C e mais em um reduzido oxigênio atmosphere. A taxa de produção de gás é sensível para este operacional temperatura, contudo a temperatura é dura controlar, deixe só rapidamente aumento ou diminui como precisada para Esforços de cooking. para desenvolver fogões de tipo de gaseificador satisfatórios para a casa individual têm tão longe malsucedido devido à dificuldade dos controlar (18, 19). Em contraste, sistemas de gaseificação grandes usando carvão como um feedstock e transportando supra com gás a casas individuais foi em uso por muitos anos e esteve imóvel sendo usado na Índia e China (40) . devido ao conteúdo de CO alto do gás, a segurança de restos de sistemas de gaseificação um assunto importante (41) .

Controle de um fogo pode ser ajudada tendo um fogão com um muito alto efficiency. térmico Neste caso, fracasso para reduzir a potência de fogo pôde cause a comida a burn. Tal avaliação às vezes pode ser um importante elemento sensibilizando o cozinheiro a controlar o fogo.



O controle de um fogão também depende do tipo de combustível que é usado. Para exemplo, cortando a provisão de ar simplesmente a um fogo de madeira controlarão o combustão e produção de calor mas ainda permite consumo da madeira por liberte de volatiles contanto que a madeira seja hot. Therefore, fogos de madeira, deveria ser controlada removendo a madeira do fogo e extinguindo depressa isto. em contraste, carvão quente não liberta quantidades grandes de volatiles e cortando sua provisão de ar assim é um controle efetivo.

A condição de um combustível também é um factor. Wet que combustível queima com dificuldade e pode não sustentar a fire. pequeno Neste caso que reduz a potência de fogo durante chiar difficult. pode ser então O unavoidably fogo maior desperdícios abastecem e evaporam quantias excessivas de água da comida.

Um fogão de qualidade alto e abastece ajude controle do fogo e vá normalmente cada provê combustível savings. However, enquanto levando melhor vantagem de poupanças de combustível potenciais requerem que o cozinheiro controle o fogo cuidadosamente. Fazer este seguimento individual intimo é important: que mostra para usuários que próprio controle economiza combustível e como controlar o fogo; que não é necessário ferver a comida violentamente e que uma fervura clara é adequada; e que até mesmo tais atos simples como empurrando a madeira no fogão quando isto começa a queimar fora, ou extinguindo isto.

Tal treinamento de usuários de fogão é um aspecto muito importante de disseminação de fogão. Um dos fatores mais importantes que determinam desempenho de campo de um fogão é a potência de fogo que é corrido a durante a fase chiando. Porque tempos chiando tendem a ser aumentos longos, bastante modestos em potência de fogo sobre o mínimo precisado pode aumentar consumo de combustível grandemente total (Nota 42). There são razões muito boas, porém, por às vezes correr um fogão em um fogo mais alto power. Quando um fogão fuma excessivamente, enquanto aumentando o potência de fogo normalmente reduzirá esta fumaça elevando combustão comum temperaturas de câmara e melhorando a qualidade de combustão. Usuários de devem então escolhe entre o desconforto de mais fumaça enquanto cozinhando ou o desconforto de juntar fuel. adicional A reação automática da maioria é soprar no fogo, some mais combustível, e evite o smoke. Para muitos isto se torna um habit. profundamente inveterado Ao usar um fogão melhorado tal um reação já não deveria ser necessária e devem ser treinados novamente os usuários adequadamente.

Porém, não é realístico para esperar que os cozinheiros controlem os fogões deles/delas perfeitamente; eles têm muitos outras tarefas longe para levar o tempo. UM fogão isso economiza combustível de qualquer maneira e isso precisa pequena omissão é altamente desejada. Mais adiante, em alguns casos não está no interesse do cozinheiro usar um fogão eficazmente. Em Niamey, Níger, por exemplo, os cozinheiros contratados tradicionalmente tenha o direito ao carvão que permanece ao término da arte culinária para vender ou usar para themselves. Neste caso pode haver resistência ao uso de um fogão eficiente que produz pequeno carvão ou para usar isto eficazmente.

#### Eficiência de panela

Uso de combustível também pode ser reduzido melhorando a " eficiência " de panela. Como vista mais cedo no equilíbrio de calor por cozinhar comida em um fogão, um muito grande quantia de energia está perdida por evaporação de excesso (Figura 1). Uso de de um firmemente própria tampa e reduzindo a potência de fogo de excesso podem então grandemente reduza combustível Calor de consumption. também está perdido da tampa de panela e a porção da panela expôs a air. Insulating ambiente que eles podem reduzir esta perda (37).

Outro método de melhorar a " eficiência " de panela é usar um " haybox fogão ". Neste caso, a panela de comida é aquecida a ferver e então depressa transferida a um box. altamente comida está então cozida por o " calor retido, " quer dizer, por seu próprio calor pelo qual é contido o isolamento de qualidade alto do " haybox " (38).

Finalmente, o próprio processo de arte culinária pode ser speeded para cima por uso de uma pressão fogão. Pressure fogões elevam a pressão e assim a temperatura fervente do pot. Raising a temperatura faz andar depressa a physico-substância química processos de cooking. Para arte culinária longa cronometram isto pode economizar energia e, talvez mais importantly para o cozinheiro, pode economizar quantias grandes de tempo. Fogões de pressão podem ser especialmente úteis a elevações altas ou em áreas onde cozinhando tempos são longos.

Fechando este capítulo o elemento humano deve ser re-enfatizado. A meta de aplicar transferência de calor de engenharia a designio de fogão de biomassa não é um

exercício acadêmico para determinar o que os limites em eficiência térmica podem seja. Rather, a meta é melhorar as vidas das duas bilhões pessoas que agora use fuelwood para conhecer o needs. Improving doméstico deles/delas eficiência de fogão é importante à extensão que reduz o custo de comprar combustível ou o fardo de forragear it. Improving combustão é importante à extensão que reduz a exposição de mulheres e crianças a emissões tóxicas. Fogões finais são importantes à extensão que previne queimaduras. no que é estas necessidades humanas que devem ser focalizados programas de fogão e que os fogões eles devem satisfy. Em muitas áreas do mundo, há nenhum provável alternativa para fogões de biomassa para o futuro previsível (Mesa II-19). Designio criando, e semelhantemente, antropologia, economias, ergonomia, sociologia, e muitos outros, é todas as ferramentas a ser usadas para projetar, desenvolva, e dissemina fogões de biomassa que verdadeiramente satisfazem estas necessidades humanas. There é não tempo para desperdiçar.

#### CAPÍTULO IV

##### CONSTRUÇÃO DE FOGÃO

No último capítulo, princípios de designio mostraram para isso do numeroso possíveis combinações de type (1 de fogão) (multipot, canal), construção material (areia-barro, concreto, metal, cerâmico), e técnica de fabricação (dono, artesão, fábrica), fogões de canal de peso leve que são massa produzida por artesãos ou em fábricas tenha a eficiência mais alta.

Fogões construindo de materiais de peso leve a ofertas de locais centrais um número de vantagens além de potencialmente eficiência alta. Mass produção de modelos unificados permite todas as vantagens auxiliares de produção rápida, custo reduzido, controle de qualidade melhorado, e o vantagem de mercado adicional de um finish. professional Embora assembléia-linha produção de fogões gera menos trabalhos que individualmente handcrafting cada, a produtividade aumentada, treinamento reduzido e produção custos, e qualidade geralmente mais alta vai normalmente mais que compense.

Como são eles que fogões de peso leve, tais podem ser disseminados pelo sistema de mercado existente e casa levada pelo cliente pessoalmente. Isto grandemente simplifica as logísticas de produção de fogão e disseminação e

abaixa custos de transporte de matérias-primas e produtos acabados. Fogões, então, se tornam um produto de consumidor standard nenhum diferente que o painelas usadas neles ou as colheres mexiam o Artesão de food. ou fábrica porém, fogões produzidos valem money. Isto pode ser um muito sério dificuldade em dinheiro áreas pobres.

Em contraste, devido à fragilidade deles/delas, devem estar fogões volumosos de areia-barro construída em local pelo dono deles/delas ou por um artisan. Tais fogões oferecem vários vantagens. potencial importante que Eles podem ser construídos de materiais locais

-----  
(1) fogões de Nozzle não são considerados neste capítulo como, na hora de esta escritura, desenvolvimento adicional e testando foram precisadas antes grande testes de campo de balança puderam begin. Interested festas deveriam contatar ASTRA.

(quando disponível); se o dono construísse com mínimo fora de supervisão eles valeram pequeno ou nada--um recurso muito importante em áreas rurais; ou se o artesão construiu, eles provêem employment. local as desvantagens potenciais deles/delas incluia freqüentemente até mesmo baixa economia de combustível comparada ao fogo aberto (Mesas V-1, V-2) devido à massa grande deles/delas e devido a erros dimensionais em a construção deles/delas; vidas curtas (tipicamente menos de dois anos) devido a rachando no calor do fogo ou exposição para molhar; e produção lenta (freqüentemente menos de 1 fogão por dia por pessoa), entre outros.

Fogões volumosos de concreto poderiam ser fabricados em princípio a um central local e transportou para o local em lugar de ser construída ao local itself. Isto reduziria alguns dos problemas de controle de qualidade e produção lenta mas eles ainda teriam geralmente mais baixo desempenho e é mais difícil transportar que fogões de peso leve.

Tentando substituir fogões tradicionais com designios mais eficientes isto deve ser reconhecida que fogões tradicionais têm vários positivo atributos e só com esforço considerável vai eles sejam deslocados. Fogões tradicionais valeram pequeno ou nada; eles têm uma vida longa; e eles são portáteis ou facilmente construíram a cada desejou local de arte culinária pelo dono ou por um artisan. local Eles têm uma corrente térmica respeitável tipicamente

eficiência de 15-19% (1); eles ajustam a uma variedade de tamanhos de panela e formas com pequena mudança em desempenho; eles são relativamente insensíveis para erros em construção; e eles provêem light. Quando desenvolvendo melhoraram fogões é necessário levar estas vantagens como também muitos outro fatores em conta.

#### OPÇÕES DE CONSTRUÇÃO

Uma variedade de configurações de fogões de canal de peso leve é possível, alguns dos quais é listada below. Detailed técnicas de prova em Capítulo V ajude o fomentador de fogão para escolher entre estas opções em base de eficiência, valha, facilidade de uso, e outros fatores.

#### Materiais de parede

Possíveis materiais de parede incluem metal, normalmente aço de folha, e cerâmico, ou incendiou clay. Insulants incluem materiais como fibra de vidro e vermiculite. Paredes de metal poderiam ser ligas, electroplated, ou determinado um calor camada resistente para ajudar reduz ferrugem ou corrosion. Electroplating, certos tipos de camadas, ou polindo também podem dar um mais baixo emissivity superfície e melhora atração de mercado ao mesmo tempo.

Perda de calor reduzindo de paredes de metal foi discutida a comprimento dentro o chapter. prévio Duas possíveis opções de construção, usando dobram ou paredes separadas, é mostrada em Figura 1. O suplemento ligeiramente se afilado ajustando na câmara de combustão só está atraindo particularmente devido a seu simplicity. também ajuda centro o fogo na câmara de combustão.

Cerâmico (incendiou barro) fogões devem ser altamente resistentes a corrente térmica e shock. mecânico Isto requer uma escolha cuidadosa de barros refratários; o adição de materiais como casca de arroz ou fragmentos de cerâmica pulverizados (grog), que rompem a estrutura do cerâmico e previne rachas de propagando; e firing. bom Em alguns casos pode ser desejável a pacote lama ao redor do stove. Embora isto pode abaixar o desempenho do fogão um pouco aumentando a massa de sua parede e reduzirá seu portabilidade, pode aumentar a vida do fogão significativamente por reduzindo a tensão térmica em seu wall. (Quando o exterior é acumulado dentro

lama, a mudança de temperatura pela porção de barro incendiada da parede é menos que no caso quando a parede exterior é exposta diretamente para air. ambiente Isto reduz a tensão na parede devido a dependente de temperatura expansão térmica.)

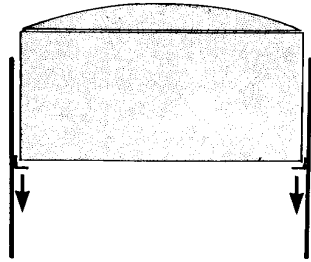
A escolha de abertura de canal e comprimento deve estar baseado na necessidade por eficiência, potência de fogo alta, e baixo custo (canais longos requerem mais material). A escolha de abertura de canal também deve, em parte, esteja baseado no habitante habilidade para manter dimensions. preciso por exemplo, começando com uns 6-mm, encane, um 2-mm erro (i.e. , para 4 mm) poderia resultar em um fogão que vai não calor well. Isto poderia danificar a credibilidade de um fogão seriamente programa. em contraste, começando com um 8-mm canal, um 2-mm erro (i.e. para 10 mm) poderia conduzir a um mais baixo fogão de eficiência mas ainda trabalharia. Semelhantemente, a escolha de abertura de canal dependerá em como o fogão é mantida. Se é permitida fuligem construir, ou as panelas são cobertas com lama, a abertura de canal será reduzida e o fogão pode não trabalhar.

#### Formas de fogão

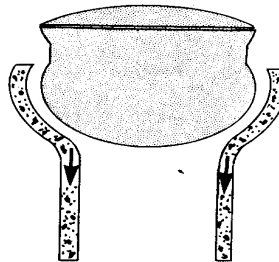
O tipo de material usou e a escolha de comprimento de canal vai, em parte, também esteja por exemplo baseado na panela shape., um fogão cilíndrico fez de barro incendiado pode quebrar facilmente porque as forças nisto da panela são expansivo ou tosquia em lugar de compressive; uma forma contornada é preferida

bse2x69.gif (600x600)

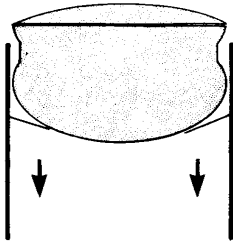
FIGURE 2



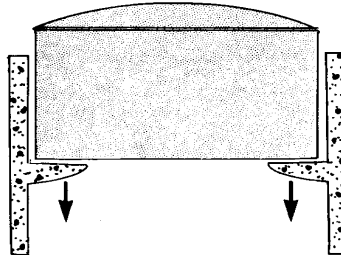
A. Cylindrical pot in a cylindrical metal stove. Although the forces on the supports are shear, the metal can withstand it. The channel width is constant allowing good heat transfer.



B. Spherical pot in a contoured fired clay stove. Note that the forces on the clay are compressive and will not readily break the stove. Again, the channel width is constant for good heat transfer.



C. Spherical pot in a cylindrical metal stove. Although this design will not perform as well as cases A and B because the channel width can be narrow only over a very short length, this geometry can still perform much better than



D. Cylindrical pot in a cylindrical fired clay stove. The forces from the pot on the stove will tend to shear off the clay pot supports.

(Figura 2) e pode ser formada rapidamente.

Em contraste, formando um fogão contornado de metal de folha, entretanto possível, requer girando caro ou estampando equipamento e estampas. O aumento em desempenho, até mesmo em cima de uma panela esférica em um fogão de metal cilíndrico, possa não valer o custo aumentado e dificuldade de produção (Figura 2).

Considerando uma panela esférica em um fogão cilíndrico isto deveria ser notada que a abertura de canal varia continuamente, e que sua porção estreita, onde a maior transferência de calor acontece, é muito curto. Tal um curto seção pode dar eficiência alta se muito estreito, mas isto limita fortemente a potência de fogo e fluxo de calor de total para o pot. Lengthening o canal é ineficaz como a abertura large. se torna crescentemente eficiências Altas a foram alcançadas potências de fogo razoáveis com esta combinação de panela e forma de fogão no entanto (Mesa V-1).

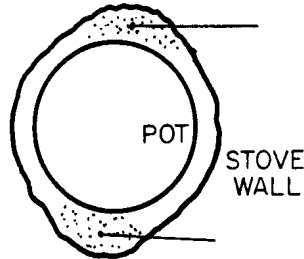
Outro fator importante em construção é que o fogão verdadeiramente deve ser redondo e a panela corretamente centered. Em lugares onde o canal é mais largo que média, como uma parede cerâmica deformada ou onde uma parede de metal é soldada ou dobrou junto, calor excessivo pode fluir fora, enquanto abaixando o eficiência. Figure III-9 e Mesa B-4 demonstram este ponto em detalhes. A pessoa deveria prestar atenção particular então à maneira e o precisão com que a parede é formada e usar abas para centrar a panela. Apoios que descansam contra a parede de um fogão de metal também podem empurrar o parede fora debaixo do peso de uma panela pesada, deformando a parede e

bse3x700.gif (600x600)

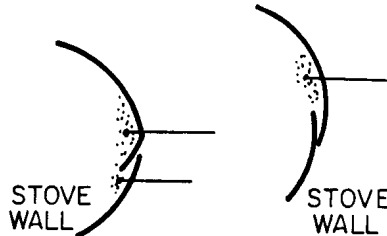


FIGURE 3: Heat loss due to irregularities in the stove's roundness.

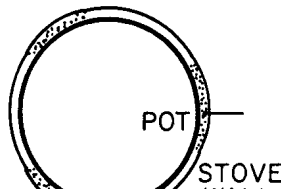
Excessive heat will flow out these points because of their larger gaps and is an especially serious problem in site-built sand-clay stoves. This greatly reduces the efficiency of the convective heat transfer.



Similarly, there will be excess heat loss at this point in a poorly formed metal stove.



The weight of the pot on the pot supports can deform the stove wall allowing excess heat loss at these points. To prevent this requires reinforcing or heavier, more expensive walls.

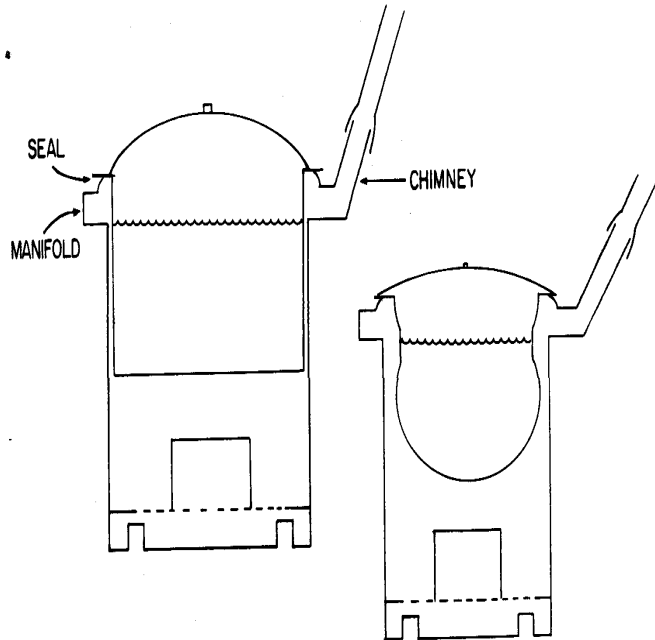


perda de calor excessiva permitindo a estes pontos (Figura 3).

Reduzir níveis de fumaça e melhorar limpeza na cozinha, chaminés,

bse4x71.gif (486x486)

FIGURE 4: Channel stoves with chimneys.



é uma opção que sempre deveria ser considerada e deveria ser encorajada. O mesmo princípios de designio aplicam como antes, com a adição importante de um gás, múltiplo ao topo do fogão permitir gás para fluir livremente ao redor do panela antes de sair além disso fora o chimney., a chaminé deveria ter

uma fratura nisto e está aberto a ar de quarto a um ponto um pouco sobre o fogão. Isto impedirá para a chaminé de desenhar muito desenho pelo fogão que segue uma redução na potência de fogo enquanto a chaminé está imóvel quente. também é importante que o designio inclua provisão por limpar os chimney. Limpando devem ser feitas para prevenir creosoto periodicamente e formação de fuligem dentro da chaminé de criar um perigo de incêndio.

Cozinheiros preferem freqüentemente panelas esféricas como lá não é nenhum canto para comida adquirir aderida dentro e o lábio ajuda enrola a comida atrás dentro ao misturar. Fogões de com porém, chaminés podem precisar de uma beira de topo muito larga em tais panelas para eles para ajuste no fogão e não caia in. técnicas de arremesso de areia verdes Tradicionais não pode normalmente lançar tal uma superfície plana larga e assim apresente um gargalo de garrafa para a introdução deles/delas com designios de chaminé.

#### Acessórios

Outras possibilidades para melhorar a utilidade de um fogão incluem braçadeiras para segure a panela ou fogão mais rigidly quando misturando Isto para foods. poderiam levar o forma de barras ou uma vara bifurcada colocada pela panela controla e segurou abaixo por um pé fixar a panela e fogão junto em lugar. Para uso em terras arenosas, o fogão pode ser dado uma base mais larga para ajudar estabilize ou impedir isto de afundar no ground. UM buraco ao centro vão permita as cinzas para resultar de forma que o fogão é limpada automaticamente quando moved. Alternatively, uma bandeja de cinza removível poderia ser colocada abaixo o grelha. Manivelas de também são freqüentemente adições úteis, particularmente para fogões, aquela corrida quente como esses com único metal nu walls. Numerous outro opções são, claro que, possível e só está limitado pela ingenuidade de o desenhista e a utilidade deles/delas para o usuário.

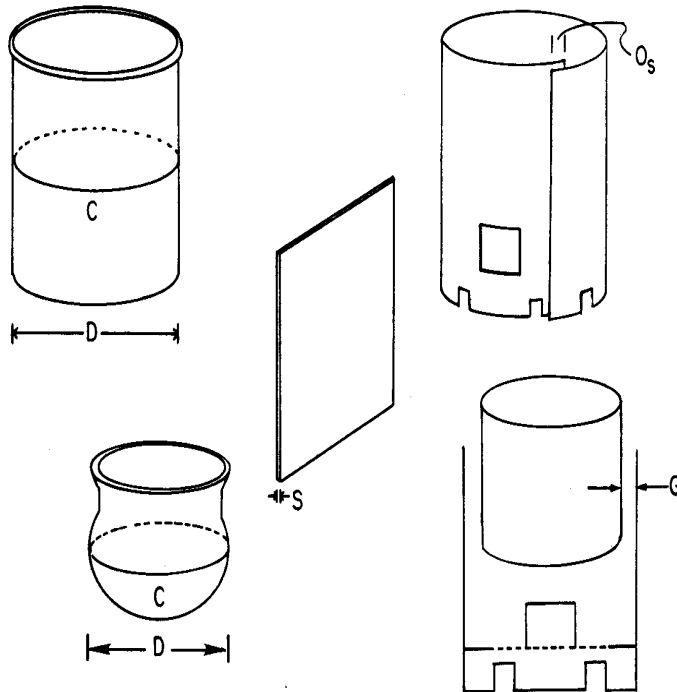
#### MODELO DESIGN: FOGÕES CILÍNDRICOS

Designio de modelo para uma fornalha cilíndrica, aberta, canal tipo metal fogão é straightforward. Tais fogões são melhor usados com panelas cilíndricas, mas também foi usado com panelas esféricas com resultados bons. Dimensões de listada abaixo é nominal e precisa ser por laboratório

testando. Laboratório de e dados de teste de arte culinária controlados para este tipo de fogão é determinado em Mesas V-1 e V-2.

1. A largura do modelo de fogão cilíndrico é determinada por

bse72.gif (486x486)



$$W = C + 2[\pi]G + [O.sub.s] + [\pi]S \text{ <veja figura 1>}$$

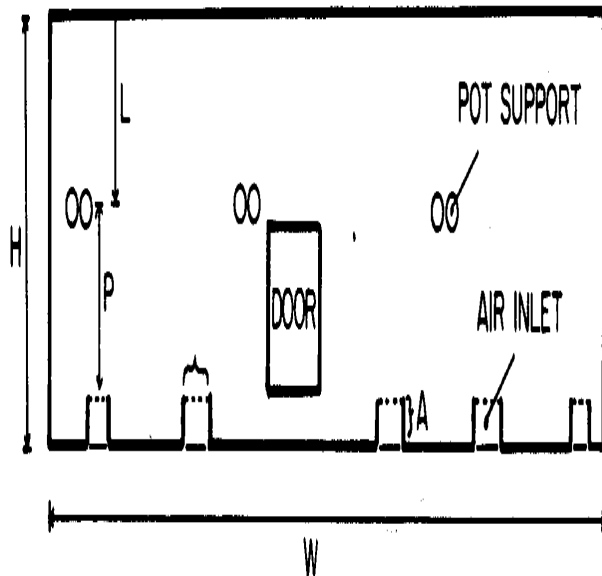
onde C é ao redor a medida da panela sua circunferência mais larga. G é o canal de panela-para-parede desejado gap. Para uma abertura de 4 mm,  $2[\pi]G=2.5$  cm; para

6 mm,  $2[\pi]G=3.8$  cm; para 8 mm,  $2[\pi]G=5.0$  cm, e assim por diante.  $[O.sub.s]$  é determinado por a quantia de sobreponha no seam. é preferível para soldar o fogão junto termine para terminar (assim  $[O.sub.s]$  =) prevenir a criação de um pequeno canal vertical pelo qual o calor pode evitar o pot. Se a costura é crosswelded ou dobrou, valores típicos para  $[O.sub.s]$  será 1 cm. S é o densidades do metal used. Um usa 1 mm tipicamente ( $[\pi]S=0.3$  cm) ou 1.5 mm ( $[\pi]S=0.47$  cm) metal. Thus grosso, para uma panela de 90-cm-circunferência, um 6-mm-canal abra brecha, um fim para terminar costura soldada, e metal 1-mm-grosso:

$$W = 90 + 2[\pi](0.6) + [\pi](0.1) = 90 + 3.8 + 0.3 = 94.1 \text{ cm}$$

2. A altura de modelo H é determinado pela soma da altura de respiradouro UM, a altura de grelha-para-panela P (medido do topo da grelha), e o encane comprimento L ou, para painelas esféricas, a quantia necessário estender um poucos centímetros sobre a circunferência de máximo da panela. Para cilíndrico

bse73a.gif (437x437)



panelas,  $L$  é determinado pelo comprimento de canal desejado (capítulo III) <veja figura 2>

$$H = UM + P + L$$

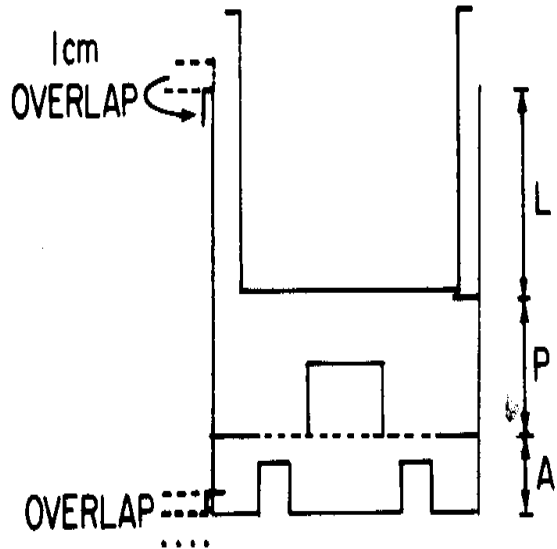
Valores típicos para  $UM$  é 3 a 5 cm e para  $P$ , 0.4 do diâmetro de panela.

Para panelas cilíndricas pequenas a altura  $L$  tem tipicamente 5 a 10 anos cm. Larger fogões institucionais ou industriais podem



tenha comprimentos de canal L de 50 cm e mais. A melhor altura L é determinado mais precisamente comparando o eficiência aumentada e combustível reduzido uso causado pela altura adicional contra o custo aumentado do extra metal. que altura Adicional também pode ser contanto ao topo e fundo do modelo, tipicamente 1 cm cada, permitir, a extremidade a ser dobrada em cima de proteger contra cortes nas extremidades afiadas e para aumente a rigidez do fogão e

bse73b.gif (393x393)

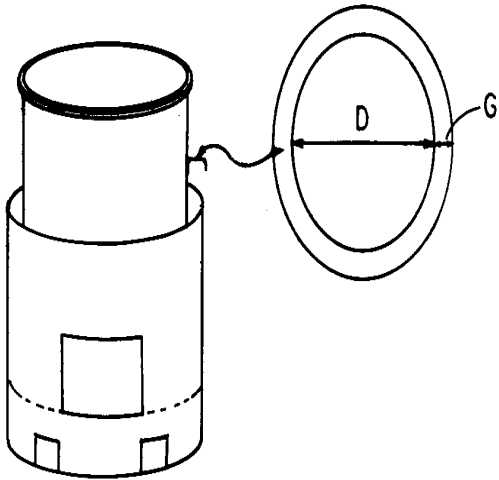


força. <veja figura 3>

3. Fogões de deveriam ter um total areje enseada de pelo menos meio o área da panela para canal de parede abertura. Para o anterior fogão 94 cm em circunferência e com uma abertura de 6 mm estes é 56 [cm.sup.2] . UM tamanho conveniente, então, é tenha quatro respiradouro, aproximadamente 3 cm

antes das 4 cm cada ( $A=3$  cm) ou 48 [cm.sup.2]  
em área, symmetrically espaçado  
ao redor do fogão, mas longe  
bastante longe da porta e  
as costuras para evitar enfraquecimento  
o wall. Os respiradouro estão cortados  
em dois lados só de forma que quando dobrou para cima e dentro eles podem agir como  
apoios para o grate. respiradouro Maiores podem ser necessários se grande  
painelas são usadas ou se o fogão é usado em terra macia onde o fogão  
afunde no chão e bloqueie o airholes. Alternatively, para  
condições de terra macias uma plataforma anel-amoldada pode ser cortada e pode ser prendida

bse73c.gif (353x353)



para o fogão. <veja figura 4>

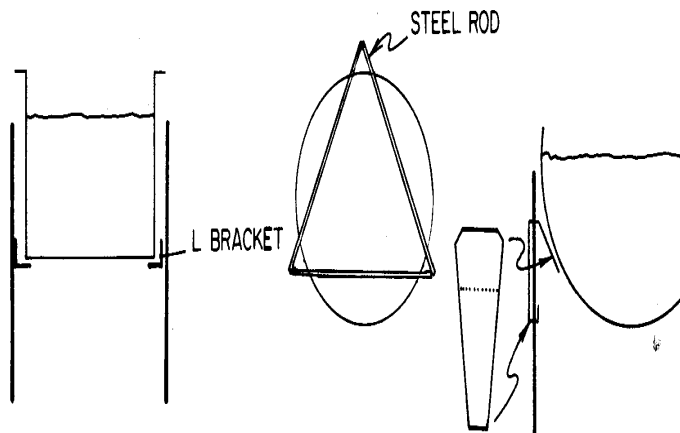
Um quinto respiradouro (aba) pode ser cortada oposto a porta e curvado estar acima o grate. Isto impedirá para a grelha de inclinar acima quando madeira for apertando muito pesadamente abaixo na entrada.

4. São espaçados Panela apoios semelhantemente uniformemente ao redor do fogão, mas compensou da porta e extremidades para não debilitar o wall. A altura P para a panela apóia sobre o topo dos respiradouro (onde a grelha descansará) é asperamente determinado por

$$P = 0.4C/[PI] = 0.4D$$

onde D é a panela diameter. que A melhor distância variará um pouco com o tamanho de madeira usou localmente, seu conteúdo de umidade, e outros fatores. <veja figura 5>

bse74.gif (317x486)



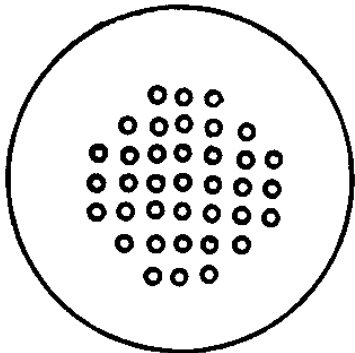
Apoios de panela deveriam apoiar o stably de panela, contudo não seja pequeno em área para proteger a panela dos gases quentes--reduzindo transferência de calor. Panela de apoios não deveriam fazer a parede de fogão dobrar quando fortemente carregada como isto pode mudar a largura de canal efetiva e pode reduzir desempenho.

5. O tamanho da porta é um pouco arbitrário e é em parte determinado por a madeira localmente disponível size. que porta Típica classifica segundo o tamanho para uso com uma 90-cm-circunferência  
 panela é 12 cm largo antes das 9 cm high. que O fundo da porta é

colocada à posição de grelha--o topo do airholes. O topo do porta é feita vários centímetros abaixo do fundo da panela de forma que o gases quentes são com guia para cima ao redor da panela em lugar de fora a porta. Se necessário, a altura de porta pode ser diminuída para assegurar que está abaixo o fundo da panela.

6. que A grelha é um círculo de metal de folha cortou para ajustar snugly no cylinder. Recuperated acabado sucata é freqüentemente used. O centro meio diâmetro é perfurado com uma 30% densidade de buraco de 1 cm buracos. Grates não deva ter muito nenhum buraco maior que 1 cm em diâmetro, desde grande buracos na grelha permitirão para o carvão fracassar e queimar abaixo o fogão, reduzindo Buracos de efficiency., de muito pequeno um diâmetro vai facilmente entupa e reduza fluxo de ar no

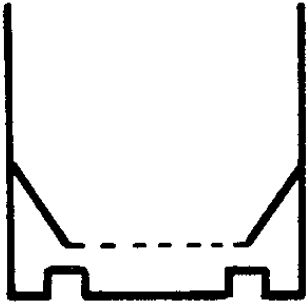
bse75a.gif (256x256)



cama de carvão. <veja figura 6>

Em alguns casos pode ser útil a forma  
um grate. cônico que Estes ambos melhorarão  
localize o combustível para melhorar combustão  
e provê um ar morto isolante

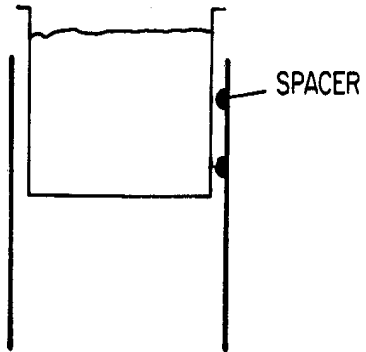
bse75b.gif (230x230)



espace ao longo da parede de fogão. <veja figura 7>

7. Spacers, usado centrar a panela  
uniformemente, também é precisada frequentemente. <veja figura 8>

bse75c.gif (256x256)



Podem ser desenvolvidos modelos para panelas se afiladas geometrically de cônico seções. São desenvolvidas Dimensões de da mesma maneira como above. Other características como paredes dobro, isolamento, chaminés, ou outros podem ser incluída como Anexos de desired. poderia incluir manivelas por levar o fogão ou braçadeiras por segurar a panela firmemente em lugar enquanto mexendo grosso mingaus de aveia.

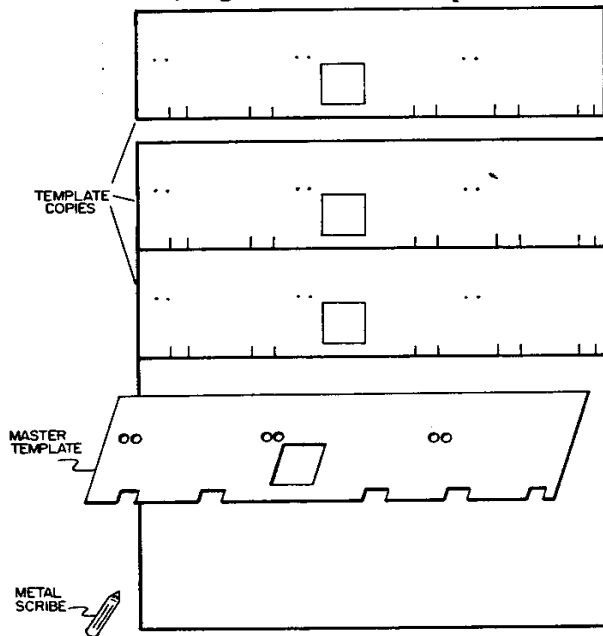
#### PRODUÇÃO DE FOGÃO DE METAL

Dados de teste de produção para este tipo de fogão, inclusive taxas de produção, e custos, é determinado em Mesas V-3 e V-4. que O procedimento geral usado é o seguinte, com tarefas específicas divididas entre trabalhadores diferentes.

1. O modelo é localizado fora no

bse76a.gif (437x437)



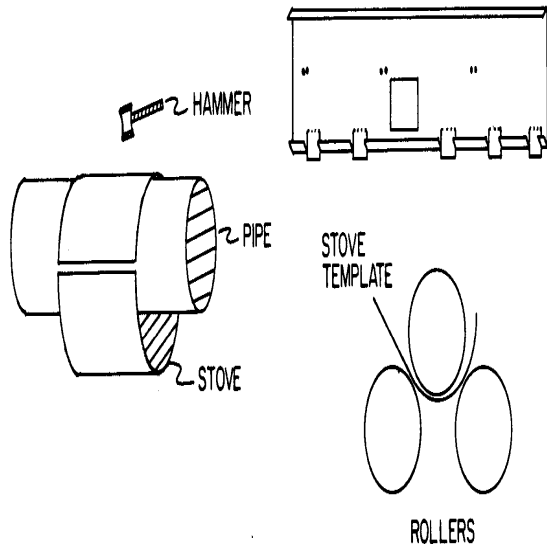


folha de metal como mostrada em Figura 1 e recorte em outline. A porta e panela buracos de apoio estão fora cortados, e o tiras para os respiradouro e apoiar a grelha está cortada.

2. O metal é rolado em um cilindro--deveria ser como liso, círculo,

e diretamente como possible. Se um rolo de metal de folha é usado, o topo e fundo pode ser dobrado em cima de antes de rolling. Se dobrou à mão, eles podem ser dobrada depois que rolling. Isto provê rigidez adicional e previne o

bse76b.gif (393x393)

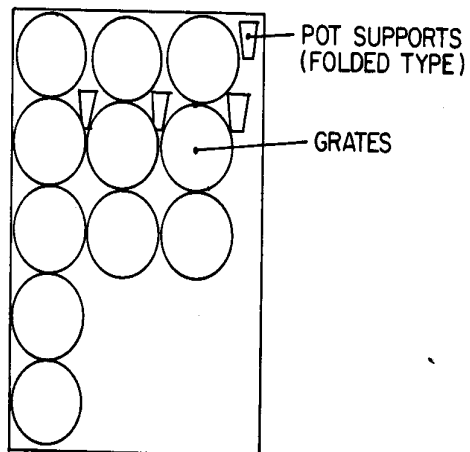


usuário de estar cortado em extremidades afiadas. <veja figura 2>

3. Outros componentes tal como os apoios de panela e

a grelha está fora cortada  
e os buracos perfuraram dentro

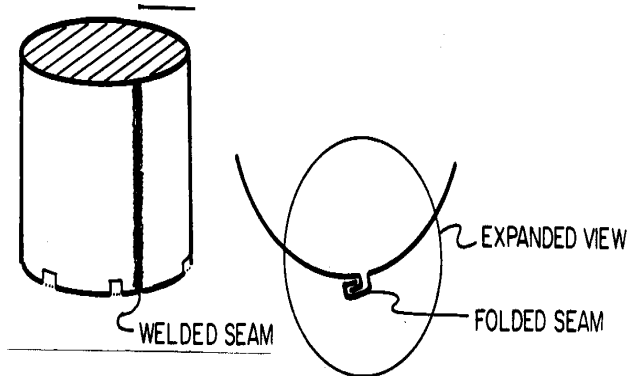
bse77a.gif (317x317)



a grelha. <veja figura 3>

4. O fogão é soldado junto e panela  
são soldados apoios em place. Alternatively,  
as paredes de fogão podem ser fechadas

bse77b.gif (256x437)

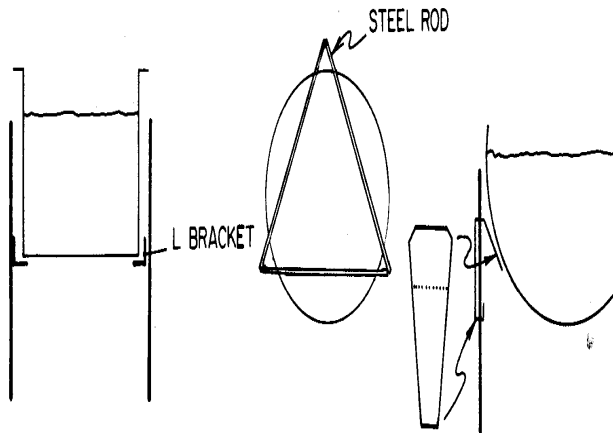


junto dobrando. <veja figura 4>

5. que A grelha é colocada no fogão, e o abas para os respiradouro estão curvadas dentro e para cima apoiar os grate. Painela apoios são deslizada e dobrou ou soldou em lugar.

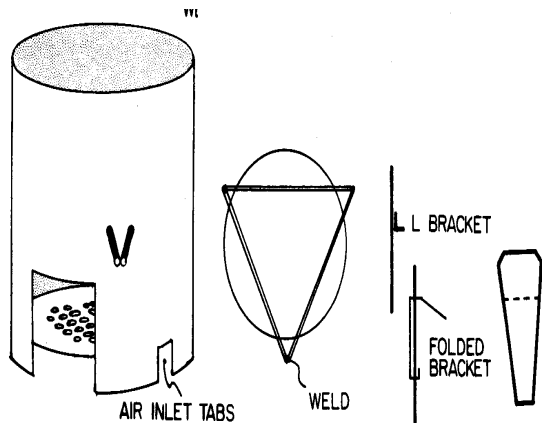
6. O fogão é determinado o fim de superfície desejado (electroplating, pintando, com calor pintura resistente, etc.) melhorar sua resistência ferruginosa e mercado

bse74.gif (317x437)



atraia, e reduzir sua perda de calor abaixando seu emissivity. <veja figura 5>

bse77c.gif (285x393)



#### PRODUÇÃO DE FOGÃO DE BARRO INCENDIADA

Artisanal produção técnicas podem produzir durável, altamente eficiente, e muito baixo custo incendiou fogões de barro a um rate. rápido fazer assim, porém, requer atenção muito cuidadosa para e controle de qualidade diligente a cada passo da produção process. que A ótima mistura de barros deve ser escolhida assegurar durabilidade e prover um nível alto de mecânico e térmico choque Preparação de resistance. do barro (moendo, batendo) e o proporção de água somada deve ser unificada para assegurar um uniforme produto. Devem ser classificados segundo o tamanho Modelos de cuidadosamente para levar em conta o encolhimento do barro durante secar e incendiar enquanto mantendo o panela desejada para abertura de parede, etc. (Encolhimento é facilmente determinado por varas longas rolando de barro; medindo o comprimento deles/delas quando molhado, seque, e incendiada; e calculando a mudança de porcentagem) . Finally, o ótimo devem ser determinadas técnicas incendiando e temperaturas.

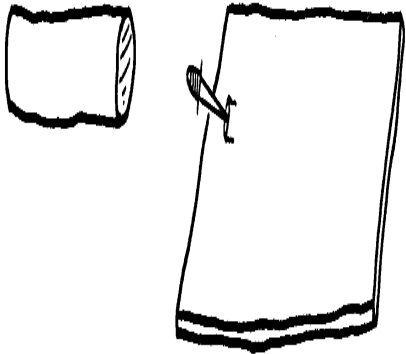
Cada um destes passos requer prova cuidadosa e otimização. O

esforço global normalmente requereu produção de limites para centralizada amplo instalações; só oleiros altamente qualificados puderam potencialmente produza qualidade incendiou fogões de barro no own. deles/delas Dentro destes constrangimentos, porém, fogões de barro incendiados podem ser uma alternativa importante para oleiros que está perdendo os mercados tradicionais deles/delas.

A produção pisa, enquanto usando Oeste tradicional produção de panela africana são descritas técnicas below. custos de produção Típicos são determinados dentro Mesa V-5. Alternatively, lançando, que lança (na roda de um oleiro) ou poderiam ser usadas outras técnicas em particular instead., o uso de moldes internos (que estão engrenando e podem ser desmontadas interiormente) e as rodas de oleiro foram usadas com um pouco de sucesso na Tailândia (2). Flywheel aperta (3) ou imprensas hidráulicas usaram com moldes internos pode ser até melhor (2).

1. São minados Barros de , preparado, misturado, etc., de acordo com a necessidade para durabilidade, incendiando, resistência de choque térmica, e outros fatores. GROG (finamente fragmentos de cerâmica de chão), casca de arroz, ou outros materiais são frequentemente somada para melhorar durability. Estas inclusões previnem rachas de propagando no produto acabado.

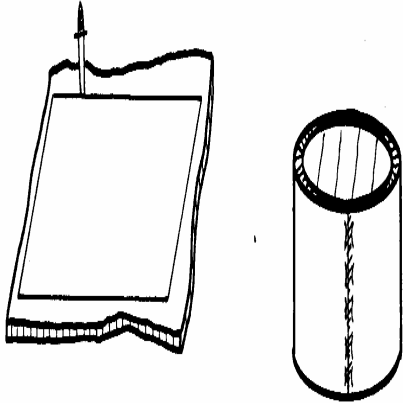
bse78.gif (285x285)



2. que O barro é misturado, rolou, e flattened. <veja figura 1> Secou, barro pulverizado pode seja usada para reduzir a viscosidade de superfície do clay. molhado Como o barro é trabalhada, são lanceadas bolsas de ar e sangraram out. Flattened, o barro deve seja uma espessura uniforme, talvez 2 a 3 cm grosso ou como precisada para durabilidade, etc. UM modelo é usado para recortar um retângulo de barro que é então rolada em um cilindro e o melder de fins together. Este cilindro formas que a câmara de combustão do fogão e suas dimensões deve ser escolhida adequadamente, enquanto levando em conta tal fatora como a grelha desejada para altura de panela de diâmetro de 0.4(pot), e a necessidade para colocar a combustão paredes de câmara estão diretamente debaixo da panela de forma que as paredes debaixo de compressive em lugar de forças expansivas, contudo sem a parede que obscurece muito

bse79a.gif (285x285)

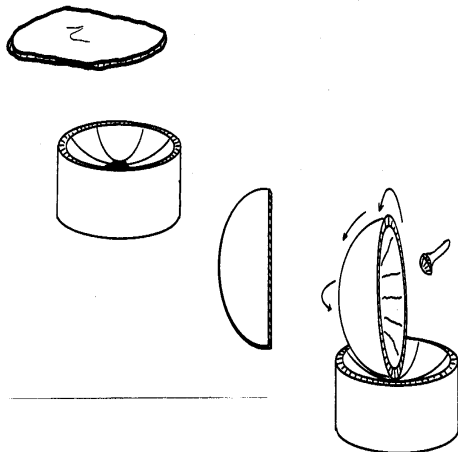




da panela de transferência de calor brilhante direta do firebed. <veja figura 2>

3. que Mais barro é misturado, rolou em um bola, e um pouco aplainou em um círculo. Isto é colocada então dentro um molde esférico apropriadamente classificado segundo o tamanho e continuamente virada (usando muitos secada, barro pulverizado) e trabalhou forme a parte superior do stove. O dimensões freqüentemente são conferidas com

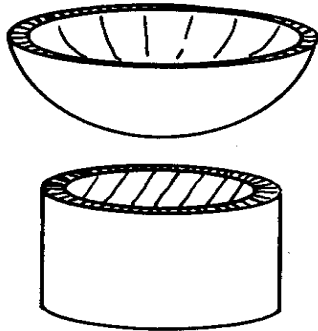
bse79b.gif (317x317)



um modelo para assegurar precisão. <veja figura 3>

4. O esférico  
seção é colocada  
no cilindro,  
o centro do  
seção esférica  
está fora cortado, e o  
dois são melder

bse79c.gif (256x256)



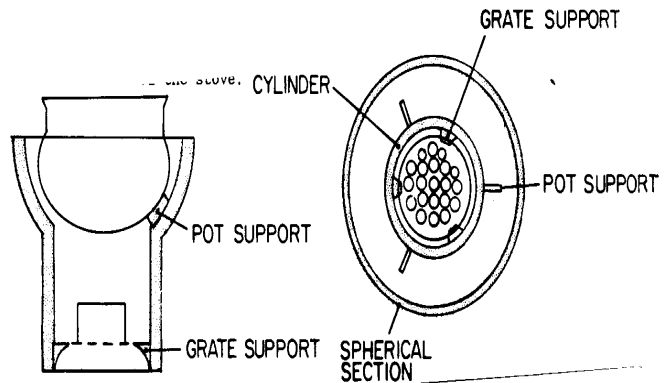
junto. <veja figura 4>

5. que panela Pequena apóia, 6-8 mm grosso ou como desejada e 2-3 cm quadrado, é colocada em linha com o cilindro para dirigir o peso de panela para baixo. Tais apoios são facilmente melded ao fogão arranhando ligeiramente e umedecendo as superficies de acasalamento.

6. São somados Supports para uma grelha de metal ao fundo do fogão.

7. A entrada está fora cortada. Holes para fluxo de ar debaixo da grelha está fora cortado. Deveriam ser arredondados cortes; cantos afiados tenda a gerar maior tensão e

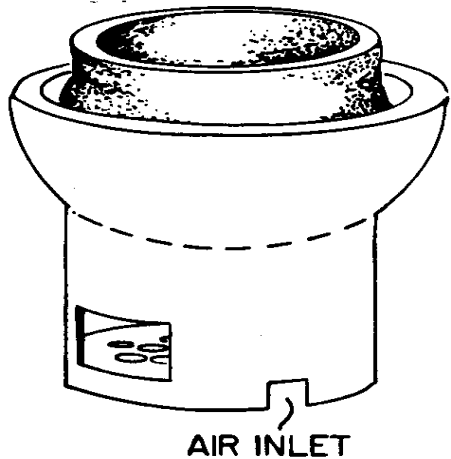
bse80a.gif (285x486)



quebra mais freqüente. <veja figura 5>

8. Todas as superfícies do fogão, especialmente essas cortaram, é ligeiramente

bse80b.gif (317x317)



umedecida e alisou para reduzir rachando. <veja figura 6>

9. O fogão é colocado em um local fresco e permitiu secar lentamente em cima de um vários semana period. Finally, o fogão é incendiado em um forno.

10. UMA grelha de metal é provida ao fogão.

## CAPÍTULO V

### PROVA DE FOGÃO

Neste laboratório de capítulo, arte culinária controlada, produção, campo, e são descritos testes comercializando em Técnicas de detail. para financeiro e análise estatística dos dados é apresentada em Apêndices F e G. Em áreas onde inspecionam ou outra análise demonstrou a necessidade para mais seguro

e biomassa mais eficiente fogões ardentes, testes como esses descritas, aqui está essencial para o desenvolvimento deles/delas.

Em resumo, o programa de prova total recomendado é isto:

são usados o Laboratório e testes de arte culinária controlados para selecionar particularmente protótipos de fogão promissores e aperfeiçoar as dimensões deles/delas.

o Destes testes são desenvolvidos modelos standards que conforma o panela local classifica segundo o tamanho e formas.

o A produção teste é feito com estes modelos que produzem 50-100 ou mais Fogões de para cada uma da panela mais popular sizes. Durante esta produção testam uma análise detalhada é executada dos custos, problemas encontraram e melhorias de potencial no método de produção.

o Alguns destes fogões são distribuídas então em um a curto prazo, temporário Base de para famílias selecionadas para campo que testa para determinar ambos seu Aceitabilidade de e o desempenho medido atual deles/delas em dia para uso de dia. que Outra porção destes fogões é posta à mostra em comercial local Saídas de e vendido em uma comissão basis. Tal marketing simultâneo permite alguma avaliação indireta em como os vizinhos das famílias selecionadas percebem o potencial do fogão.

o em base da produção e campo que testa resultados, modificações, pode ser feito aos modelos e sistema de produção como precisada e o processam repetida. UM laboratório semelhante, produção, campo, e mercado que testa esforço pode ser usado para comercial ou aplicações industriais.

o Quando um modelo satisfatório foi desenvolvido e completamente foi testado no campo, grande-balança disseminação pode começar. técnicas de marketing Várias como rádio e jornal anunciar, demonstrações públicas a centros sociais, e outros podem ser feitas.

o Como interesse desenvolve, o promotor de fogão pode retirar gradualmente de o papel de comissionar produção e vendas, deixando o fogão, Produtor de em contato direto com as saídas comerciais várias.

Aumentando a eficiência de combustível e segurança de um fogão podem requerer o concessão de algumas das vantagens de fogões tradicionais, particularmente, o mais baixo custo inicial deles/delas, a flexibilidade deles/delas para ajustar painéis diferentes, e o iluminando eles fornece. Como elevação de custos de combustível, porém, fogões melhorados vão crescentemente se torne atractivo. Detailed prova, como descrita abaixo, licenças a determinação o desempenho e atratividade de um particular fogão a qualquer tempo particular em qualquer determinado area. Further, tal testando provê uns meios para lançar produção de massa rudimentar, enquanto comercializando, e disseminação.

Porém, a prova de fogões melhorados não é um fim em si mesmo. que é só uns meios para fogões em desenvolvimento que exceto tempo de usuários, dinheiro, e trabalho, e protege a saúde deles/delas e segurança.

#### TESTES DE LABORATÓRIO

Em recentes anos uma variedade de laboratório que testa métodos foi usada. Todos estes métodos simulam o poder alto (trazer a um boil)/low poder (claro) processo de cozinhar enquanto usando água para simular comida. O desempenho do fogão está medido por seu Calor de Por cento Utilizado, PHU, ou por seu Consumo Específico, SC. O PHU de um fogão é a porcentagem de calor libertado pelo fogo que é absorvido pela água na panela. O SC é a quantidade total de madeira usada para o processo de arte culinária simulado dividida pela quantia de água " cozinhada. " Results de testes diferentes de este tipo geral é semelhante mas não sempre precisamente comparável.

O Desenho Provisório que Padrões Internacionais desenvolveram em 1982 de dezembro unifique este tipo de método (1) . O procedimento, como atualizada desde então, é listada abaixo (2) e uma discussão de equipamento de laboratório útil é determinada em Apêndice H. UMA discussão mais detalhada dos méritos relativos de métodos de prova diferentes são determinados em Nota (2).

#### Laboratório que Testa Procedimento

1. que As condições de teste são registradas inclusive temperatura de ar, areje, e umidade relativa. O fogão e pot(s) (1) é descrita e esboçou dentro

detalham incluindo medidas cuidadosas das dimensões pertinentes deles/delas. Estas dimensões deveriam incluir a grelha a panela e panela para parede distancia quando a panela estiver em lugar no fogão.

-----  
(1) O (s) em pot(s) e (primeiro) panela em ponto 5 recorre à prova de fogões de multipot.

2. Uma quantidade de madeira não mais que duas vezes a quantia calculada precisou para que o teste é pesado, o peso registrou, e a madeira fixou aside. O Deveriam ser conhecidos umidade conteúdo e valor calorífico da madeira. Testing padrões por medir a gravidade específica, conteúdo de umidade, Cinza de , volatiles, e valores caloríficos de madeira ou materiais relacionados são dado em outro lugar (22). Se possível, a madeira deveria ser do mesmo Espécies de e relativamente uniforme em size. Buying madeira suficiente do mesmas espécies para todos os testes e armazenando isto então dentro o mesmo bem protegeu local ajudará mantendo o conteúdo de umidade ao mesmo valor. rechecks Periódico ainda serão necessários.

3. As panelas deveriam ser esfregadas limpe ambos dentro e fora, e completamente secou antes de cada teste. As panelas devem ser idênticas em forma e tamanho para todos os testes para impedir para estes fatores de inclinar o teste results. O pot(s) seco) e thermometer(s) é pesada junto. Then uma quantia fixa de água é acrescentada ao pot(s) isso é aproximadamente igual para Dois-terços de do pot(s) ' capacidade de s mas exatamente o mesmo para cada teste para todos os fogões, i.e., 5.000 kg. O pot(s) com água e termômetro é pesado. que A temperatura de água deveria estar dentro de alguns Graus de de temperatura de ar ambiente. Não deveriam ser usadas Tampas de a qualquer cronometram (Nota 2).

4. Poder alto Phase: que O fogão deve estar em quarto temperature. Then, o É acendido fogo de de uma maneira de reproducibile (i.e., usando uma quantia medida [5 ml] de querosene), o pot(s) é colocada depressa no fogão, e o (primeiro) panela é trazida tão rapidamente quanto possível a uma fervura sem ser excessivamente esbanjador de calor. Water são registradas temperaturas todo cinco minutos. Ações de para controlar ou reacender o fogo, observações de



fumaça excessiva, vento alto, ou qualquer que outros também deveriam ser registradas.

5. Quando o (primeiro) panela vem a uma fervura cheia as temperaturas de água e cronometram é registrada. Then o seguinte é rapidamente terminado:

o A madeira é afastada do fogão, qualquer carvão é derrubado, e toda a madeira são pesadas.

o que O carvão é pesado. Com uma capacidade grande equilibram e um de peso leve Fogão de , é frequentemente mais fácil de pesar o fogão vazio antes o testam, e então pesa o fogão com o carvão nisto determinar o peso de carvão. Isto faz andar depressa o processo e reduz o rompimento do fogo.

o O pot(s) com água e thermometer(s) é pesada.

6. Baixo Poder Phase: O carvão, madeira, e pot(s) é devolvida o Fogão de e o relit de fogo. que O fogo é mantido então durante 30 minutos ao mais baixo poder possível isso é suficiente para manter a água preferivelmente dentro de 2[degrees]C (e não mais que 5[degrees]C) de ebulição contudo não que ferve excessivamente. Water são registradas temperaturas novamente todo cinco Minutos de junto com qualquer ação para controlar o fogo ou observations. Como antes de, nenhuma tampa é qualquer hora usada a.

7. Ao término deste período 30-minucioso de chiar, a madeira, carvão, (ou fogão e carvão junto), e pot(s) com água é novamente pesou e os valores registraram.

8. Finalmente, são calculados o indices seguinte de desempenho de fogão.

Potência de fogo de =  $P = \frac{[M.sub.w] [C.sub.w] - [M.sub.c] [C.sub.c]}{60I}$   
 ----- (quillowatts)

60I

onde [M.sub.w] é a massa de madeira seca queimada, [C.sub.w] é o valor calorífico de a madeira seca em kJ/kg. [M.sub.c] é o aumento líquido ou diminui em carvão e [C.sub.c] seu valor calorífico em kJ/kg. eu sou o comprimento de dentro

Minutos de .

O consumo específico é determinado por

$$SC = \frac{[M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]}{[W.SUB. /F]}$$

onde [W.sub.f] é a massa da água que permanece ao término do período. é frequentemente mais conveniente para expressar isto como gramas madeira equivalente consumed/kilograms água cozinhou em lugar de wood/kg de kg molhar (3).

Se há uma variação grande começando temperatura de água de dia para Dia de , o SC pode ser normalizado através de temperatura de água (23) . Que é,

$$SCN = \frac{[M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]}{[W.SUB.F] \left( \frac{[T.SUB.F] - [T.SUB.I]}{75} \right)}$$

Finally, o PHU que usa pode ser calculado

$$PHU = \frac{4.186[W.SUB.I] \left( [T.SUB.F] - [T.SUB.I] \right) + 2260 \left( [W.SUB.I] - [W.SUB.F] \right)}{[M.SUB.W][C.SUB.W] - [M.SUB.C][C.SUB.C]}$$

onde [W.sub.i] é a massa da água em quilogramas ao começo, ([T.sub.f]-[T.sub.i]) é a mudança de temperatura da água em celsius de graus durante isso Período de , e ([W.sub.i]-[W.sub.f]) é a massa da água evaporated. O fator 4.186 kJ/kg[degrees]C é o calor específico de água, e o fator 2260 kJ/kg é o calor oculto de vaporização de water. que condições Adicionais são somou como precisada para fogões de multipot.

Tipicamente, um mínimo de quatro testes por fogão será necessário. O teste procedimento deveria ser repetido então como precisada prover statistically dados significantes como discutida em Apêndice G.

Precauções de Teste de laboratório

Executando laboratório testa há várias precauções:

o devem ser gastados tempo Considerável e esforço com as pessoas que fazem o que testa para assegurar que o procedimento é seguido corretamente e constantemente, e que os dados são com precisão recorded. que freqüentemente é útil projetar cheques dobro no procedimento para pegar erros comuns como misweighing a madeira ou registrando incorretamente o values. Como um exemplo, debaixo de " observações " no teste de laboratório de amostra, dados folha, todos os pesos dos pedaços individuais de madeira somaram o incendeiam pode ser registrada. para o que Estes valores podem ser comparados com os totais asseguram nenhuma madeira estava perdida e nenhum peso misrecorded. Se há dúvida sobre uma medida deveria ser descartado.

o variando um parâmetro, é vital que não há nenhuma outra diferença. Thus, testando o efeito do comprimento de canal em desempenho, os fogões diferentes têm que ter diâmetros idênticos, grelhas, e Portas de , etc. Isto é crucial.

o Testando deveriam ser feitas dentro um incluso ou bem protegeu área para reduzir o efeito do vento. Even quantias pequenas de vento podem apreciavelmente afetam os resultados--particularmente para fogos abertos e tradicional Fogões de .

o Se houver mais de um provador, cada pessoa deveria testar cada fogão o mesmo número de tempos para eliminar qualquer preconceito.

o A ordem de testar os fogões deveria ser completamente fortuita. Otherwise, por exemplo, haverá uma tendência para testar fogão constantemente UM no fim matutino quando o ar está tranqüilo e fogão C no recente Tarde de quando o vento está soprando fortemente ou fazer todos os testes de Fogão de UM primeiro durante um período seco e todos os testes de fogão C depois quando que a estação chuvosa começa. Using que uma ordem de prova fortuita reduzirá tal preconceitos potenciais.

o altitudes Altas terão um efeito pequeno em água testes ferventes, e terá um efeito grande em campo testa devido aos tempos de arte culinária mais longos

às mais baixas temperaturas ferventes devido a abaixe pressão atmosférica.

Projete Parâmetros ser Testada

Vários parâmetros que deveriam ser investigados executando laboratório

bsex870.gif (600x600)

WORKSHEET 1  
SAMPLE LABORATORY TEST DATA SHEET

- a\* Test Number \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_
- b. Name of tester \_\_\_\_\_ Weather conditions \_\_\_\_\_
- Type of pots \_\_\_\_\_ Time \_\_\_\_\_
- Pot Diameter \_\_\_\_\_ Pot Height \_\_\_\_\_
- c. Stove No. \_\_\_\_\_ Stove type \_\_\_\_\_
- Channel width \_\_\_\_\_ Channel length \_\_\_\_\_
- Grate-to-pot height \_\_\_\_\_ Insulation \_\_\_\_\_
- Grate type \_\_\_\_\_ Other \_\_\_\_\_
- Combustion Chamber Design \_\_\_\_\_
- d. Wood moisture content \_\_\_\_\_ Wood type \_\_\_\_\_
- e. Wood calorific value \_\_\_\_\_

START:

- f. Weight of pot A\*\* \_\_\_\_\_ g. pot A + water \_\_\_\_\_  
    (Weight of pot B \_\_\_\_\_)      (pot B + water \_\_\_\_\_)
- h. Weight of wood \_\_\_\_\_

HIGH POWER PHASE: Make a large but not a wasteful fire to bring pot A rapidly to a boil.

Time	Elapsed time	Water Temperatures		Remarks
		Pot A	(Pot B)	
<u>  i  </u>	<u>  0  </u>	<u>  k  </u>	_____	<u>  No lids are used  </u>
_____	<u>  5  </u>	_____	_____	_____
_____	<u> 10  </u>	_____	_____	_____
_____	<u> 15  </u>	_____	_____	_____
_____	<u> 25  </u>	_____	_____	_____
_____	<u> 25  </u>	_____	_____	_____
_____	<u> 30  </u>	_____	_____	_____
<u>  j  </u>	<u> 35  </u>	<u>  l'  </u>	_____	_____
_____	<u> 40  </u>	_____	_____	_____
_____	<u> 45  </u>	_____	_____	_____

The minute the water in the first pot begins boiling, note the time and make the following measurements:

- m. Weight of wood remaining \_\_\_\_\_ n. Weight of charcoal \_\_\_\_\_
- p. Weight of pot A + water \_\_\_\_\_

testes, inclusive o seguinte, : <veja folha de trabalho 1>

o A abertura de canal, comprimento, e forma, e a maneira de sua fabricação, como sobrepos ou alvo-soldou joints. Estes afetam calor de convective transferem.

o A grelha-para-panela height. Estes afetam transferência de calor brilhante e combustão qualidade.

o A densidade de buraco (a fração de espaço aberto) na grelha, a forma da grelha (cônico centrar carvão e abastecer, só fura para o centram, etc.), e o tipo de material usou para o grate. O buraco Densidade de afeta a possivel potência de fogo e a massa térmica e isolamento da grelha controlam a taxa de aquecimento e eficiência parcialmente.

o O tipo de isolamento e como é colocado (em cima do inteiro fora de, dentro da câmara de combustão só, etc.), ou o uso de paredes dobro. Estes são importantes determinando ambos a perda de calor global por as paredes e, menos, a transferência brilhante para a panela e a qualidade de combustão. O tamanho, forma, e isolamento do combustão câmara também é considerations. importante UMA câmara menor pode permitir temperaturas comuns mais altas e uma câmara mais alta podem permitir um tempo de residência mais longo--ambos combustão mais completa ajudando.

o O controle de air. primário ou secundário Estes podem afetar a combustão Qualidade de em alguns casos.

o O tamanho e forma da entrada, ou o uso de uma porta de closeable ou Flapper de para controle de ar. que Estes ajudarão determinam a facilidade de uso de um Fogão de , por exemplo, facilidade de carregar, monitorando o fogo, etc.

o O tipo, tamanho, e forma de panela supports. que apoios de panela Grandes tenderão para esconder a panela do fogo mas pode apoiar a panela mais stably.

o O uso de tipos vários (alturas, largas, contornos, etc.) de confusões para melhorar convective aquecem transferência ou causar recirculação dentro o combustão zona para melhorar combustão.

- o O uso de alturas várias, diâmetros, e materiais para a chaminé.
- o A forma de panela e material.
- o O desempenho do sistema com mudanças de balança (por exemplo, dobrando do Painela de e tamanho de fogão).

Planejando uma série de testes de laboratório, é freqüentemente útil para fazer alguns dúzia testes preliminares para determinar a situação atual e o gama desejável dos parâmetros para ser tested. Once a gama de parâmetro é determinado a prova enlata begin. Testando é freqüentemente terminado por variando um parâmetro, como a abertura de canal, a um time. Em casos raros, factorial cuidadosamente controlado digitam podem ser seguidos designios experimentais que permitem variar várias variáveis simultaneosly. Um exemplo de tal um designio experimental seria variar a abertura de canal e comprimento simultaneamente, como discutida em Apêndice G.

#### Análise de dados

Analisar os dados, as médias, divergências standards, e confiança são calculados limites para cada tipo de fogão ou variação. que O t-teste é diferencie entre stoves. Finally, regressões são usadas determine a influência de qualquer parâmetro particular que é variado.

Laboratório testando extenso seguindo, vários modelos são selecionados para arte culinária controlada tests. que Os modelos escolhidos, porém, há pouco não deveriam ser esses com o mais baixo SC ou PHU. mais alto Em alguns casos, estes desempenho indices podem não corresponder ao processo de arte culinária atual ou podem ser enganando. Thus, fogão modela coberta a gama inteira de desempenho é selecionada foor ambos arte culinária controlada testa e testes de campo. Com esses resultados adicionais a utilidade do indices de laboratório, PHU e SC, pode ser determinada e pode ser modificada como needed. Similarly, o laboratório, procedimento isto pode ser modificado para corresponder melhor a arte culinária atual. O PHU e SC parecem ser indicadores de laboratório bastante seguros de o desempenho de campo de um woodstove (5,6).

**MESA 1**

Laboratório Testes de Woodstoves

PHU PHU PHU PHU #de

Fogão PANELA de 1 PANELA de 2 PANELA 3 Testes de Totais

Fogões tradicionais (uma panela):

Três Pedra Fire 17.0 17.0 [- ou +]1.0 9

Metal " Malgache" 18.2 18.2 [- ou +]1.3 9

Metal " " com grate 24.7 24.7 [- ou +]1.7 6

Um-panela Fogão Volumoso com Chaminé:

Nouna 31 16.9 16.9 [- ou +]1.0 10

Dois-panela Fogões Volumosos com Chaminés:

AIDR 2 15.8 5.8 21.6 [- ou +]1.0 10

CATRU 14.3 6.1 20.4 [- ou +]5.3 8

Kaya 2 13.6 6.2 19.8 [- ou +]1.9 10

Nouna 2 15.2 6.9 22.1 [- ou +]1.5 10

Nouna 3/2 16.3 5.1 21.4 [- ou +]1.0 10

Titao 11.2 4.2 15.4 [- ou +]0.9 10

Três-panela Fogões Volumosos com Chaminés:

AIDR 3 14.8 4.5 2.5 21.8 [- ou +]0.8 10

Kaya 3 10.2 5.9 4.0 20.1 [- ou +]1.6 10

Um-panela Fogão de Chimneyless Volumoso:

LOUGA 19.0 19.0 N.A.

Dois Panela Fogão de Chimneyless Volumoso:

Banfora 18.8 7.9 26.7 [- ou +]1.3 10

Um-panela Chimneyless Canal Fogões De peso leve:

Metálico (\*) 29.1 29.1 [- ou +]:1.3 10

Cerâmico (\* \*) 31.9 31.9 [- ou +]2.2 10

Cerâmico (\* \*)long encanam 36.1 36.1 [- ou +]1.9 14



Metal separado (\* ) 42.6 42.6 n.a.

Referências (5,7,8,9) . Note que avalia aqui é recalculated de referência (5) e inclui charcoal. Todas as painelas eram esféricas. (\*) stove. cilíndrico (\* \* fogão de )spherical.

Exemplos de dados de teste de laboratório são em particular determinados em Mesa I., o relativamente baixo desempenho do volumoso e fogões de multipot compararam os fogões de canal de peso leve deveriam ser noted. Isto corresponde o análise teórica apresentou em Capítulo III. preliminar Adicional teste dados que mostram a influência de abertura de canal e de isolamento no desempenho de woodstoves de tipo de canal de peso leve é determinado dentro (9).

Embora não discutiu aqui, a medida de emissões de fogão é como importante como a medida de Leitores de efficiency. é urgida fortemente para contate o Centro de Leste-oeste em Honolulu, Havaí, para informação em emissão que testa métodos.

#### TESTES DE ARTE CULINÁRIA CONTROLADOS

Arte culinária controlada testa (CCTs) é útil demonstrando que o modelo fogões são fáceis de usar e executar bem em arte culinária atual. além disso, eles ajudam verifique aqueles testes de laboratório estão medindo parâmetros pertinente para cooking. atual Embora eles são mais difíceis administrar que laboratório testa, eles são um passo de intermediário importante antes de produção e são começadas a campo testar.

Os passos gerais por executar testes de arte culinária controlados seguem.

1. Uma refeição standard, típico para a área, é testes escolhidos e vários são executou para unificar o tipo e quantidade precisamente de cada ingrediente. Standardizing quantidades previnem a necessidade ocasional por ferver excessivo para eliminar água extra que poderia ter sido somado por engano ou talvez constantemente por justo dos cozinheiros. Standardizing quantidades também reduzem os efeitos de balança que poderia inclinar os resultados de teste caso contrário.

O Wood é escolhido assegurar que é de um tipo consistente e umidade  
Conteúdo de , e seu valor calorífico e conteúdo de umidade estão medidos.  
que Todos os outros fatores, inclusive panelas, tampas, e equipamento de arte culinária, são  
unificou à extensão possível. Se há ser mais que um  
cozinham, cada cozinheiro deveria testar cada fogão o mesmo número de tempos para  
eliminam qualquer possível preconceito devido a hábitos de arte culinária diferentes.

2. São registradas condições de teste, o fogão e pot(s) é descrita dentro  
detalham, os fogões são limpados de cinza, e a madeira é pesada e  
recorded. Panela tampas são usadas se feita tão tipicamente na região. Se  
usou, eles são pesados com a panela. A comida está preparada para cozinhar.  
Comida de é pesada precisamente fora como indicada na amostra CCT testam folha

bsex94.gif (600x600)

**WORKSHEET 2**  
**SAMPLE CONTROLLED COOKING TEST SHEET FOR MILLET PORRIDGE**

Test Number _____	SAUCE:	oil	100gm
Name of Tester _____		meat	450
Date _____		garden tomatoes	300
Weather conditions _____		tomato paste	50
Type of pots _____		water	2500
Stove type _____		condiments	50
Channel width _____		onions	70
Channel length _____		gumbo	100
Grate to pot height _____	PORRIDGE:	water	4000
Insulation _____		flour	1000
Grate type _____		tamarin water	500
Other _____			
Wood _____			
Wood calorific value _____			
Moisture content $W_m$ _____			

## Preparation:

Weight of sauce pot $E_1$ _____	Weight of Porridge Pot $F_2$ _____
Weight of oil _____	Weight of water _____
Weight of meat _____	Weight of flour _____
Weight of tomatoes _____	Weight of tamarin _____
Weight of tomato paste _____	
Weight of water _____	Total _____
Weight of condiments _____	
Weight of onions _____	
Weight of gumbo _____	
Total _____	

Total weight of food and pots at start \_\_\_\_\_  
 Weight of wood  $M_{w1}$  \_\_\_\_\_  
 Start time for cooking \_\_\_\_\_  
 Finish time for cooking \_\_\_\_\_  
 Weight of sauce pot and sauce after cooking \_\_\_\_\_  
 Weight of Porridge pot and Porridge after cooking \_\_\_\_\_  
 Total weight of food and pots at end  $F$  \_\_\_\_\_  
 Weight of remaining wood  $M_{w2}$  \_\_\_\_\_  
 Weight of remaining charcoal  $M_c$  \_\_\_\_\_

## REMARKS:

$$SC = \frac{(\text{equivalent dry wood burned})}{\text{Total weight of food and pots at end } F} = \frac{(M_{w2} - M_{w1})(1 - 1.12W_m) - 1.5M_c}{F}$$

mostrado em Folha de trabalho 2.

3. O fogo é acendido e a arte culinária begun. O cozinheiro faz a arte culinária dentro a maneira habitual e decide quando a comida for done. Cooking tempos e que qualquer observação pertinente é registrada, inclusive comentários pelo cozinheiro, em dificuldades encontradas usando o fogão ou outras observações como calor excessivo, fumaça, ou instabilidade.

4. São pesadas o carvão e madeira restante e a comida cozida é weighed. pelo que O consumo específico é calculado:

$$SC = [M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]$$

-----  
(Comida Total Cozinhou)

onde [M.sub.w] e [M.sub.c] é como previamente defined. Se desejou, isto também pode ser normalizou a temperatura ambiente como para o teste de laboratório.

Se a madeira e espécies de carvão, conteúdos de umidade, e calorífico Valores de são conhecidos, eles deveriam ser informados para permitir padronização do SC.

5. Os testes estão pelo menos repetidos três vezes ou como precisada adquirir suficientemente estatísticas precisas para fazer distinções seguras entre o fogões vários.

que são calculadas A média, divergência standard, e limites de confiança para cada fogão de seus resultados de teste. Fogões de são então distintos por Uso de do t-teste. Se um parâmetro particular foi variado, linear Regressão de pode ser feita entre aquele parâmetro (ou seu quadrado, cube, etc., se tem uma influência de nonlinear) e o SC. Muitos do outro Precauções de citadas acima para testes de laboratório também são aplicáveis para que cozinha testes e deveria ser revisada.

Um exemplo de dados de CCT é mostrado em Mesa 2. A economia de combustível alta do canal tipo metal fogão de peso leve relativo para ambos o tradicional fogões e para estes fogões de multipot volumosos particulares está golpeando totalmente.

Também é importante a nota que embora o laboratório PHUs do fogões de multipot eram significativamente mais altos que isso do tradicional fogo aberto, o CCT deles/delas abastecem economias só eram marginalmente melhor e às vezes worse. A razão para isto é que o calor adicional recuperou pelo segundo e aumentos de panelas subseqüentes o laboratório PHU, mas é ineficaz cozinhando comida de fato porque é muito baixo em temperatura e porque não pode ser facilmente controlled. Uma análise dos dados em Mesa 2 e esses para outros fogões mostraram que o desempenho de fogões de multipot em arte culinária atual de comida são preditos melhor pelo deles/delas primeiro panela PHU que pelo PRU total deles/delas (5) . Isto apóia fortemente o discussão em Capítulos III e IV relativo à eficiência de controle pobre de fogões de multipot.

Em base dos resultados do laboratório e arte culinária controlada testes, devem ser selecionados modelos para produção e prova de campo. O escolha não deveria ser feita somente na eficiência de combustível relativa deles/delas, porém. Instead, deve estar baseado na gama inteira de fatores que determine o choice. do consumidor eventualmente custo Alto, por exemplo, possa ser uma barreira mais significativa ao camponês que o urbano morador. A fumaça de um fogão de chimneyless de eficiência alto pode ser distante mais aborrecendo ao usuário de um fogão com uma chaminé, entretanto talvez um ineficiente, que para o usuário de um fogo aberto.

Quantificando os fatores subjetivos que determinam aceitabilidade de fogão

bssex950.gif (600x600)

WORKSHEET 3  
SAMPLE STOVE SCORECARD\*

Stove: Design and Description: \_\_\_\_\_  
 Principle Dimensions: \_\_\_\_\_  
 Critical Dimensions with Pot in Place: \_\_\_\_\_  
 Material(s): \_\_\_\_\_  
 Insulation: \_\_\_\_\_  
 Grate: \_\_\_\_\_  
 Surface Finish: \_\_\_\_\_  
 Chimney: \_\_\_\_\_

Local Fuel Type/Fuel Price: \_\_\_\_\_

<b>Controlled Cooking</b>						<u>Points</u>
Fuel economy relative to traditional stove	-20%	-10%	0%	+25%	+50%	
Points**	Wasteful			Efficient		
	-100	-50	0	50	100	_____

<b>Laboratory Time to Boil, minutes***</b>						
Points	60	45	30	20	10	
	Slow				Fast	_____

<b>Maximum Stove Surface Temperature, C</b>						
Points	250	200	150	100	50	
	Hot				Cool	_____

<b>Smoke</b>						
Points	Terrible			Excellent		
	Extremely smokey			No smoke		_____

<b>Initial Cost, US\$</b>						
Points	\$13	\$10	\$7	\$4	\$1	
	Expensive			Inexpensive		_____

<b>Ease of Use/Ignition/Control</b>						
Points	Terrible			Excellent		
	Constant Attention			Automatic		_____

pelo uso de um cartão de marcação é difícil, mas pode ajudar indique o acceptablity de um fogão no field. De maior importância é que o cartão de marcação lembra para o fomentador de fogão que preste atenção para mais que há pouco abasteça eficiência.

## MESA 2

Controlled Cooking Resultados de Teste para Woodstoves

BURKINA FASO, 1983 Laboratório Controlled Arte culinária

(Mesa 1) Specific

PHU PHU #Consumo de of #Economia de of

FOGÃO Panela de 1 Total tests gramas madeira tests de

Fogões tradicionais

Três Fogo de Pedra 17.0 17.0 9 268 [- ou +]21 4 0

Fogões de Multipot volumosos

Nouna 2 15.2 22.1 10 244 [- ou +]19 5 +9

AIDR 3 14.8 21.8 10 304 [- ou +]29 4 -13

Banfora 18.8 26.7 10 213 [- ou +]29 6 +14

Fogões de Canal de peso leve

Metálico 29.1 29.1 9 161 [- ou +]5 3 +40

1983 Total de PHU mais AGRADÁVEL

(Poder Alto)

Fogões tradicionais

Metal de Malgache 21.5 [- ou +]1.76 6 392 [- ou +]129 4 0

Fogões de Canal de peso leve

31.2 Metálico [- ou +]4.3 14 228 [- ou +]57 4 42

Referências: (5,6)

TESTES DE PRODUÇÃO

Depois que sejam aperfeiçoados protótipos de fogão em testes de laboratório e o combustível deles/delas é verificado potencial econômico em testes de arte culinária controlados, o próximo passo é distribuir tais fogões a um grupo grande de famílias no campo para observe o desempenho dos fogões, aceitabilidade, vida, e outro características em use. cotidiano neste momento um teste de produção pode ser corra para construir os fogões necessário para testes de campo como também para proveja valiosa informação sobre a facilidade deles/delas de produção, produção, custos, controle de qualidade, e outros fatores.

Um teste de produção simplesmente é terminado produzindo um número grande de padrão fogões de tamanho tão rapidamente quanto possível enquanto cronometrando os passos vários, avaliando o custo de todas as contribuições, observando a qualidade dos fogões, produzida, e determinando possíveis modos para melhorar o processo em termos de custo, qualidade, rapidez, ou outros fatores. Adicionalmente, local técnico, administrativo, e deveriam ser avaliadas habilidades de extensão e necessidades.

O procedimento variará, enquanto dependendo do tipo de fogão como também o used. material que fogões Cerâmicos requererão para preparação material extensa, moldando em formas de padrão, secando, e incendiar cada dos quais é passos distintos que requerem evaluations. Described separado brevemente abaixo é os passos usados em um teste de produção de metal canal tipo fogões.

1. A panela mais popular classifica segundo o tamanho e formas são determinadas por pesquisas de os fabricantes de panela locais, comerciantes, e casas. As panelas feitas por diferente São medidos os panela produtores precisamente para determinar se eles são unificados. Se as panelas variam suficientemente em tamanho para afetar desempenho significativamente quando usado em um fogão de tamanho standard, pode ser necessário para vender fogões projetados para cada panela específica no local do Produtor de , i.e., pacotes de fogão-panela. Por exemplo, se o 0.3-m comparável Panelas de de dois produtores diferem através de 8 mm em diâmetro, então de Figure III-11, o desempenho de um fogão projetou para ter uma abertura de canal de 8 Mm de (antes das 10 cm longo) com a panela maior e umas poupanças de combustível de asperamente que 43% diminuiriam a umas 20% poupanças com o pot. menor Isto é um derrubam em poupanças de combustível esperadas de em cima de um-meia, uma diminuição significativa. Alternatively, um fogão projetado para a panela menor estaria muito apertado e não função com o maior.



2. Uma vez dimensões de fogão ótimas são determinadas por laboratório e controlou arte culinária testa, e uma vez tamanhos de fogão são escolhidos baseado no resulta das pesquisas de panela, modelos estão preparados em papel e então transferiu a metal de folha para prover uma cópia permanente. (Prevenir o A perda de modelo de por uso isto para um fogão, barras de metal podem ser soldou por isto para prevenir rodando isto em um cilindro.) Um exemplo de modelo designio para painelas cilíndricas ou esféricas era determinado em Capítulo IV. Dimensões havia nominal e terá que ser ajustada baseado em dados de laboratório e o tamanho de panela. Dimensões de também podem ter que ser ajustou para minimizar custos materiais. por exemplo, a altura do Modelo de poderia ser ajustado para apertar um fogão adicional fora de um folha standard de metal. que A pergunta é então em o que está a perda Desempenho de com a mais baixa parede de fogão contra a diminuição em material costs. Se o custo abaixado é percebido para valer a pena localmente é freqüentemente muito duro determinar. Em alguns casos o puramente psicológico Por exemplo, vantagem de de manter o preço de fogão acabado abaixo um igualam quantia, por exemplo, \$5.00, fará o ajuste que vale a pena em condições de interesse público aumentado e de vendas.

3. Quando o modelo foi desenvolvido, são contatadas lojas de metal várias e comissionado fazer para vários fogões each. Uma ou duas lojas são escolhido para o teste de produção baseado na qualidade de construção deles/delas, estimam, e outros fatores desejáveis. Um mínimo de 50-100 fogões em cada dos tamanhos de panela escolhidos deveria ser ordenado de cada Produção de shop. é corrido então ao longo do formato geral indicado em Capítulo IV.

4. Finalmente, o processo de produção é analisado para determinar como pode seja melhorado. Entre os fatores estão ser avaliadas:

o A taxa de produção como uma função de cada passo na linha de produção como também o processo total e como aperfeiçoar este rate. O Exemplo de em Mesa 3 espetáculos que recortando a forma de fogão de folha Metal de e então depois soldadura isto e a panela apóiam em lugar era sem dúvida os passos mais lentos na produção process. A adição de better ou metal adicional cortando e soldando equipamento e giga podem oferecem uma oportunidade para aumentar produtividade de loja consideravelmente então.

o Os custos de produção como uma função de material, trabalho, eletricidade, alugou, amortização de equipamento, ganhe, etc., e como para minimizam isto valida. Exemplos de são determinados em Mesas 4-6. Como vista dentro Mesa 4, o valeu de contas de metal para em cima de meio o fogão total cost. O uso de mais baixas alternativas de custo como pedaço recuperado ou metal de medida de isqueiro podem oferecer uma oportunidade significativa então para reduzir custos. Também deveria ser notado que trabalho é um muito pequeno Componente de dos custos totais; produtividade de loja crescente por que compra metal melhor cortando e soldando equipamento pode ser então um consideração menos importante neste case. em contraste, o mesmo trabalho grande e transporte vale de produzir fogões volumosos em Local de deveria ser notado em Mesa 6.

o A qualidade do produto acabado em termos de respeito para dimensões, Arredondamento de , fim profissional, etc., e como monitorar e regulam controle de qualidade.

o A possibilidade de introduzir um fim profissional para estes fogões como calor pintura resistente, electroplating, electropolishing, ou outros para melhorar a vida do fogão, desempenho, e saleability.

Opções poderiam incluir modificando a forma do fogão longe de seu desempenho térmico ótimo, como já discutiu para reduzir custos materiais; simplificando as curvas do modelo cônico em ordem para maximize produção taxa; ou substituindo metal recuperado ou isqueiro metal de peso para minimizar os custos materiais ou melhorar o fogão cost/benefit, comercialidade, ou vida.

#### TABLE 3

Produção de o Times para Fogões de Metal, Burkina Faso, 1983 (\*)

Produção Passo Tempo de (minutos)  
para 8 fogões

1. fogão de Traçado de modelo 10
2. fogão Cortante 49
3. Bending/hammering em cilindro 15

4. panela Cortante segura e panela apóia 18  
 5. Corte ou esmurrando grate 12  
 6. que Dobra os respiradouro 14  
 7. Soldadura 64  
 8. Pintura 30  
 TOTAL 212 minutos  
 Per Fogão 26.5 minutos

(\*) O designio era uma única parede, chimneyless encaenam fogão de tipo como descrita em Capitulo IV; Designio de Modelo: Fogões cilindricos e Metal  
 Produção de fogão.  
 Referências (11,12). Também veja referência (6) para dados semelhantes do Níger

#### MESA 4

Fogão de Metal De peso leve (\*) Produção Vale, Burkina Faso, 1983,

Material custos por fogão o EUA \$  
 metal folha 1.41  
 Panela de apóia e segura 0.24  
 rangem 0.19  
 que solda 0.08  
 pintam 0.11  
 Subtotal de 2.03  
 Custos de mão-de-obra de por fogão  
 (quatro empregados) 0.14  
 custos Operacionais por fogão  
 alugou de cabana 0.03  
 Eletricidade de 0.02  
 transportam para comercializar 0.03  
 Subtotal de 0.08  
 Total Produção Vale 2.25  
 ganham: dono 0.37  
 ganham: projete 0.13

Venda preço através de projeto 2.65

(\*) O designio é como descrita em Mesa 3.

Referências (11,12). Também veja referência (6) para dados semelhantes do Níger

TABLE 5

Fogão de Barro Incendiado De peso leve (\*) Custos de Produção

Burkina de Faso, 1983,

EUA \$

Custos de mão-de-obra de por fogão (\* \*) 0.13

Firing 0.06

Metal grelha 0.25

Transport para comercializar 0.13

Total produção vale 0.57

PROFIT 0.93

Venda preço 1.50

(\*) O designio era uma única parede, chimneyless encaenam fogão de tipo como descrita em Capítulo IV; Incendiou Produção de Fogão de Barro.

(\* \*) São incluídos custos materiais por fogão debaixo de trabalho por cavar barro.

Referência (13)

MESA 6

Multipot Fogão Produção Custos Volumosos

Burkina de Faso, 1983,

Material custos por fogão o EUA \$

Bricks 1.20

Cement 2.88

Chaminé de 1.01

Sand e pedregulho 0.63

SUBTOTAL 5.72

Custos de mão-de-obra de por fogão 8.86

Transport custos para local 7.92

Total produção vale 22.50

Subsídio de através de projeto 11.25

Venda preço através de projeto 11.25

(\*) 400 CFA - O EUA §1  
Referências de (11, 12)

#### TESTES DE CAMPO

Campo testa, ou desempenho de cozinha testa, de fogões melhorados é crítico para determinar como bem fogões executam em uso atual e como aceitável eles são a cooks. local projetando os testes e escolhendo os participantes, é importante para considerar uma gama extensiva de dados socioeconômicos e outros fatores (14-16) . UMA revisão particularmente útil de energia rural pesquisas e técnicas são determinadas dentro (14) e informação adicional é cedida (15,16) Exemplos de . de pesquisas sociológicas são determinados dentro (17,18) .

Em recentes anos foi focalizada maior atenção nos interconexão entre uso de energia em casas, agricultura de pequeno proprietário e fazenda animais, e comércio informal e indústria, entre others. inspeciona Tal está provando crucial à compreensão da dinâmica de economias rurais; são citados estudos pertinentes em Nota (24) .

Investigadores que examinam emissões de fumaça perigosas de fogões podem querer inclua perguntas médicas como a incidência de olho e doença de pulmão, i.e., irritação de olho, tossindo, etc. que podem ser obtidas informações Pertinentes, do Centro de Leste-oeste (Apêndice J) .

Enquanto uma revisão detalhada de técnicas de pesquisa como aplicado para tradicional energia em países em desenvolvimento é distante além da extensão da apresentação aqui, há várias perguntas úteis que deveriam ser feitas. Alguns destes é listada abaixo:

o Que corta a madeira de e how? Que produzem carvão e how? o que é o trabalho e técnicas de transporte e custos para estes combustíveis? É combustíveis só levou em backhaul que seria caso contrário espaço de carga vazio? É esta atividade o domínio de um grupo étnico particular, classe econômica, Sexo de , ou idade? São estas atividades consideraram humilhando socialmente? É isto uma atividade social? as crianças colecionam combustível? --e faz isto

encorajam as famílias maiores ou privam as crianças do education? deles/delas É o uso de esterco considerou humilhando socialmente?

Como faça todos estes fatores mudam com a troca de subsistência forrageando a produção comercial e comercializando?

o Que combustíveis são usados e a que horas durante o ano--resíduos de colheita que segue colheita, esterco, madeira, etc.? para O que são os usos competindo os combustíveis--combustível, forragem, fertilizante, construção-material, artesanal, usa, aquecimento industrial, heating? doméstico São a qualidade mais alta abastece vendida a áreas urbanas que deixam mais baixos combustíveis de qualidade para uso rural? madeira É verde ou completamente ar secou antes de uso?

o Onde é o combustível levado de? Que possui a terra--governo, rico, Senhorio ausente de , camponês, comunidade? Que junta o combustível disto Land? de São permite required? Como é eles obtained? o que é o que compete usos para aquela terra--árvores ou colheitas de combustível, comida semeia, Fodder? de São árvores matadas quando combustível é levado ou é só filiais podou? São substituídas árvores?

o o que é a história da região--as tendências em sua população Densidade de e distribuição, cultivando técnicas e intensidade, floresta, Densidade de , construindo de estradas, desenvolvimento de madeira colher comercial, etc. ? o que é a natureza da comunidade local--seu tamanho, Fontes de de renda, taxa de crescimento?

Executando pesquisas alguns preconceitos potenciais deve ser se lembrada como bem de. Estes incluem:

o percepções Culturais de tempo, distâncias, e outros fatores podem variar dramaticamente. De observação direta é precisada.

o Campo pesquisa deveria incluir todas as estações--não só a estação seca, nem há pouco a " estação acadêmica ".

o Respondente exageram freqüentemente a situação pessoal deles/delas ou dizem isso que eles pensam que o entrevistador quer ouvir. para evitar isto, questiona deva

focalizam em ações passadas específicas, por exemplo, já o " Tenha usada um tipo WOODSTOVE DE X?". Alternativamente, poderiam ser posadas perguntas em um negativo ou maneira principal para compensar a tendência de um respondente para responder afirmativamente. Se ou não isto é útil dependerá fortemente no cultura local. Negative ou perguntas enviesadas devem ser usadas com grande se preocupam lhes impedir de introduzir um preconceito no próprio direito deles/delas.

o que Algumas perguntas deveriam ser partidas em aberto de forma que a lata respondente provêem alguma direção ou não provêem inicialmente tipos de informação se antecipou. Otherwise os resultados tenderão a refletir o preconcebido Noções de da pessoa que escreve para o questionnaire. Como um exemplo, que a pessoa poderia perguntar para uma pergunta em aberto como " o que fez sua casa gostam (repugne) sobre o fogão "?

o Pessoas próximas estradas rurais, os mais mais freqüentemente visitaram, tenda a ser mais rico, mais experimentada, e mais integrada no mercado Economia de que esses com menos acesso para estradas.

o os informantes Fundamentais são as pessoas incomuns e freqüentemente não representam a norma.

o Pessoas que fazem a reportagem freqüentemente de comportamento social citam o ideal e não o Norma de . Os comentários deles/delas são úteis mas devem ser conferidos independentemente.

Dada estas perguntas gerais e considerações, o seguinte é propostas específicas por determinar a aceitabilidade e desempenho de stoves. melhorado variações Incontáveis destes são possíveis e deveriam ser desenvolvida para responder bem a conditions. local Para qualquer pesquisa porém, método um teste preliminar deveria ser feito para determinar se for um aproximação efetiva antes de começar um esforço completo.

As famílias envolvidas não devem, debaixo da maioria das condições, seja dada o fogão grátis em uma base permanente como isto influenciará potencial compradores para esperar pelo próximo giveaway. Instead, para a aceitabilidade e consumo de madeira inspeciona, os fogões podem ser distribuídos a título de teste, ao término de qual ou o usuário compra o fogão a um ligeiramente reduzida consoante de taxa com o grau para o qual eles foram rompidos durante o inspecione, ou eles devolvam o fogão e se são em troca pagadas o deles/delas

aborreça também ajudando durante o survey. Isto indica um pouco o avalie eles colocam no stoves. melhorado Para famílias que não compram o fogão deveria haver um seguimento depois alguns dias observar como eles são adaptando ao fogão tradicional.

Finalmente, ao geralmente administrar pesquisas, é importante ser altamente suspeito de qualquer e todo o data. verificação Frequente, independente de resultados variando as perguntas e a técnica de pesquisa é um importante componente de um programa de campo.

Pesquisas de aceitabilidade

Pesquisas de aceitabilidade regularmente consistem de:

o UM fundo pesquisa sociológica, econômica, e cultural com perguntas

bsexws70.gif (600x600)



**WORKSHEET 4**  
Initial Stove/Family Evaluation  
(West Africa Example)

Date \_\_\_\_\_

Name of Interviewer \_\_\_\_\_

Name of Family \_\_\_\_\_

Address/Location \_\_\_\_\_

Region/Town/Section \_\_\_\_\_

Ethnic group \_\_\_\_\_

Religion \_\_\_\_\_

(Family income -- ask only if culturally acceptable) \_\_\_\_\_

Occupation \_\_\_\_\_

Number of wives \_\_\_\_\_

Activities of wives \_\_\_\_\_  
(collecting wood or water, field work, preparing meals, etc.)

Income earning activities of the women of the household \_\_\_\_\_

---

Is the home rented or owned? \_\_\_\_\_ rent per month \_\_\_\_\_

Number of children living \_\_\_\_\_ Number 0-14 years \_\_\_\_\_

Number of women over 14 years of age \_\_\_\_\_

Number of men between 14 and 59 years \_\_\_\_\_

Number of men over 59 years \_\_\_\_\_

Who prepares the family's meals -- child, parent, maid? \_\_\_\_\_

Are meals eaten together? Women and children separate? \_\_\_\_\_

What type of stove(s) does one use? \_\_\_\_\_

Frequency of usage \_\_\_\_\_ Cost \_\_\_\_\_ Age \_\_\_\_\_

Frequency of maintenance \_\_\_\_\_

Are lids used on the pots? \_\_\_\_\_

How is the fire controlled? \_\_\_\_\_

What is done with the charcoal and still-burning embers after cooking is completed? \_\_\_\_\_

Draw the stove and list all relevant dimensions, construction materials and the physical condition of each part. Does it appear heavily used?

como esses indicadas em Folhas de trabalho 4, 5, e 7.

o Distribution de fogões (produziu em um teste de produção) a título de teste para talvez 100 famílias para uns três - para periodo de seis-mês, ou mais muito tempo;

o Visits todas as semanas ou dois determinar a condição e estado do Fogões de e que usuários de dificuldades dos fogões have. Typical

bsexws50.gif (600x600)

WORKSHEET 5  
WEEKLY SURVEY/FINAL FOLLOWUP  
(West Africa Example)

Date: \_\_\_\_\_  
Name of Interviewer: \_\_\_\_\_  
Name and Surname of Head of Household: \_\_\_\_\_

OBSERVABLES (to be observed directly by the interviewer):  
(Specify the following for both old and new stoves)  
Is the stove in use or has it been in use recently? \_\_\_\_\_  
What fuel is being used, size, etc.? \_\_\_\_\_  
What pots are in use? \_\_\_\_\_  
What is the physical condition of the stove? \_\_\_\_\_  
Are the airholes blocked with sand, ashes? \_\_\_\_\_  
Where is the stove being used (inside, outside, etc.)? \_\_\_\_\_

QUESTIONS (to be asked of the family):  
When was the stove last used? \_\_\_\_\_

Which of these problems have you had or noticed when compared to the use of other stoves?

Burns the cook? _____	Does not give light to cook _____
Blackens pots? _____	by? _____ and _____
Unstable for stirring? _____	Is a kerosene lamp then used? _____
Burns the food? _____	Goes out easily? _____
Gives too much smoke? _____	Cracks easily? _____
Heats slowly? _____	Too expensive? _____
Hard to light? _____	Looks ugly? _____
Uses too much wood? _____	Too fragile? _____
Does not leave charcoal for tea or _____	Melts in rain? _____
or ironing, etc.? _____	Does not heat kitchen in _____
Too hot to be near? _____	winter? _____
Hard to keep clean? _____	Does not give enough smoke to _____
Does not fit pot? _____	repel mosquitoes, etc.? _____

REMARKS:

Note: All these questions could also be rephrased in a positive sense-- as advantages of the improved stove compared to traditional ones. This might best be done in the final followup to reduce biasing the results.

Perguntas de são determinadas em Folhas de trabalho 5 e 7. é particularmente importante para notar se ou não o fogão é na realidade used. Para isto, visita a horas da refeição é útil; o fogão pode ser inspecionado para ver se isto está morno ou não, ou se as cinzas estão frescas ou not. Se ainda em dúvida, um pedaço de de palha ou outro material pode ser covertly colocados no fogão para indicam depois se ou não o fogão era usado durante o interím. Additionally, é importante para calcular a vida dos fogões por que monitora a condição deles/delas em cima de um período longo.

o UM questionário final, como esses em Folhas de trabalho 5 e 7, determinar, a resposta de usuário geral para o fogão e why. Com cuidado, o Podem ser posadas perguntas de um conduzindo ou maneira negativa como necessário.

#### Wood Economia Pesquisas

Wood que pesquisas econômicas normalmente consistem em todos os componentes de uma aceitabilidade pesquisa e, adicionalmente, inclua regular (i.e., diariamente) pesando do combustível usado por uma família determinar consumo de combustível que usa ambos tradicional e melhorou fogões. Os impactos financeiros, entre outros, em um usando familiar um fogão melhorado também pode ser determinado. Typically, um madeira que pesquisa econômica requererá para monitorando o uso de combustível de pelo menos 40 famílias ou como precisada gerar statistically resultados significantes.

Porque madeira que pesquisas econômicas tentam ser quantitativas, eles são muito mais complicada que aceitabilidade surveys. que vários erros são possível isso reduz a utilidade do data. que erros Típicos incluem o seguinte: A perda de fuelwood emprestando ou comerciando isto a vizinhos ou levando isto em outro lugar para outros usos (tal inesperado e diverso usos poderiam incluir batendo cabras para os dirigir fora do jardim). O adição de combustível de unweighed para a cozinha pile. O dando familiar o mesma resposta cada dia embora a real situação (por exemplo dizendo o número das pessoas que comem a uma refeição é o mesmo quando é conhecido variar) . As estações que mudam durante o curso de testar (por exemplo, o inverno aquecendo estação ou o começo de estação chuvoso ou terminando), ou feriados religiosos que levam place. O ser familiar rico e não preocupando sobre reduzir consumo de madeira ou as famílias compararam o ser de notadamente níveis econômicos diferentes. Simplesmente o ato de pesar o

diário de madeira pode sensibilizar o usuário e pode tender a causar a quantia usada diminuição (19) . além disso, em muitos casos não usará a família o parte de fogão melhorada ou todo o tempo, dando uma economia de madeira que é um fração correspondente do verdadeiro potencial do fogão.

Várias aproximações diferentes são possíveis que reduz estes problemas. Para tudo geralmente inspecionam, uma tentativa é feita testar a mesma família com ambos o tradicional e o fogão melhorado, instruir as famílias cuidadosamente, na importância de usar madeira pesada por só cozinhar e para só cozinhe com wood. Additionally pesado, as famílias são escolhidas que é razoavelmente homogêneo em nível econômico, classifique segundo o tamanho, situação viva, etc. Além que é as opções seguintes, entre outros,:

o que O provador pode permanecer com a mesma família pelo dia observar inteiro todo o combustível usa e modos de uso. como o que O fogão testado pode ser variado desired. Tal controle rígido elimina muitos dos problemas listadas sobre, mas é um método sumamente tedioso de juntar muito poucos dados. que Tal um esforço é recomendado algumas vezes em qualquer pesquisa, mas também é caro e tempo que consome para amplas pesquisas.

o Para a mesma família, o provador pode pesar combustível em uma refeição através de base de refeição. Em algumas regiões onde é juntado combustível antes de toda refeição, isto é inevitável. Isto é um pouco menos tedioso que o método acima e que ainda permite para controle razoavelmente bom em cima de combustível e uso de fogão. que O fogão testado pode ser variado como desejada. Podem ser trocados fogões (i.e., fogão tradicional para fogão melhorado e atrás) em um semanário ou um base diária. Frequent que troca de fogões (i.e., diariamente, ou refeição plana por refeição [20]), porém, pode romper um household. seriamente Em áreas onde comida extra está preparada para convidados que podem vir depois, dados de diariamente ou refeição por refeição que troca de fogões também pode ser inclinada pelo chegam de sobras. Finally, com qualquer fogão há um certo tempo de aprendizagem natural antes de o uso ótimo fosse achieved. Trocando Fogões de muito freqüentemente tenderão a reduzir uso abaixo ótimo.

o Os fogões podem ser acendidos de um lado para outro com a mesma família um base semanal. são providos alguns dias a uma semana entre weighings para dão o tempo de usuário para reajustar a cada tipo de stove. Este procedimento

é listado em Mesa 7.

Destes métodos, acendendo fogões de um lado para outro com a mesma família uma base semanal é preferred. Tal um procedimento é particularmente valioso porque elimina preconceitos potenciais criados comparando diferente famílias. Additionally, compensa para as reduções automáticas dentro consumo embora fogão como o usuário de fogão é sensibilizado diariamente uso de madeira pelo ato de weighing. diário A dificuldade principal é assegurando que um fogão particular e só aquele fogão é usado durante seu própria semana.

Se há dificuldade conseguindo que uma família trocasse de um lado para outro entre fogões, outras famílias podem servir como um grupo de controle para esses recebendo o fogão melhorado. Estes dados podem ser usados para subtrair então o efeito do ato de se medir em consumo de combustível ou os efeitos de mudança sazonal, etc. Neste caso o procedimento poderia ser como mostrada dentro Mesa 8.

Qualquer a metodologia precisa escolhida, os passos no processo são então para:

o Interview as famílias que podem participar para obter dados de fundo como

bsexws40.gif (600x600)

**WORKSHEET 4**  
Initial Stove/Family Evaluation  
(West Africa Example)

Date \_\_\_\_\_  
 Name of Interviewer \_\_\_\_\_  
 Name of Family \_\_\_\_\_  
 Address/Location \_\_\_\_\_  
 Region/Town/Section \_\_\_\_\_  
 Ethnic group \_\_\_\_\_  
 Religion \_\_\_\_\_  
 (Family income -- ask only if culturally acceptable) \_\_\_\_\_  
 Occupation \_\_\_\_\_  
 Number of wives \_\_\_\_\_  
 Activities of wives \_\_\_\_\_  
 (collecting wood or water, field work, preparing meals, etc.)  
 Income earning activities of the women of the household \_\_\_\_\_

---

Is the home rented or owned? \_\_\_\_\_ rent per month \_\_\_\_\_  
 Number of children living \_\_\_\_\_ Number 0-14 years \_\_\_\_\_  
 Number of women over 14 years of age \_\_\_\_\_  
 Number of men between 14 and 59 years \_\_\_\_\_  
 Number of men over 59 years \_\_\_\_\_  
 Who prepares the family's meals -- child, parent, maid? \_\_\_\_\_  
 Are meals eaten together? Women and children separate? \_\_\_\_\_  
 What type of stove(s) does one use? \_\_\_\_\_  
 Frequency of usage \_\_\_\_\_ Cost \_\_\_\_\_ Age \_\_\_\_\_  
 Frequency of maintenance \_\_\_\_\_  
 Are lids used on the pots? \_\_\_\_\_  
 How is the fire controlled? \_\_\_\_\_  
 What is done with the charcoal and still-burning embers after cooking is completed? \_\_\_\_\_

Draw the stove and list all relevant dimensions, construction materials and the physical condition of each part. Does it appear heavily used?

mostrado em Folha de trabalho 4. Deveriam ser escolhidas as Famílias de para ser como Homogenous de como possível--renda semelhante tamanho nivelado, familiar, etc.

o Weigh a madeira em casas participando diariamente como em

bsexws6.gif (600x600)



**WORKSHEET 6**  
**DAILY WEIGHING**

Date \_\_\_\_\_ Name of Tester \_\_\_\_\_  
Name and location of family \_\_\_\_\_

How many people ate?	Lunch	Dinner	Breakfast
Children 0-14 years	_____ ×0.5=_____	_____ ×0.5=_____	_____ ×0.5=_____
Women over 14 years	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____
Men 15 to 59 years	_____ ×1.0=_____	_____ ×1.0=_____	_____ ×1.0=_____
Men over 59 years	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____
Total	_____	_____	_____
Total for three meals			T <sub>3</sub> = _____

What stove was used to prepare each part of each meal? \_\_\_\_\_

Were there any problems in particular yesterday (wind, wet wood, a pot spilled, the fire was hard to keep going, etc.). \_\_\_\_\_

	Weight	Price or time to collect	Size
Wood remaining from yesterday's weighing, W <sub>r</sub>	_____	_____	_____
Other fuels remaining from yesterday . . . . , F <sub>r</sub>	_____	_____	_____
Type (kerosene, charcoal, ag. wastes, dung)?	_____	_____	_____
Wood added today	W <sub>a</sub> _____	_____	_____
Other fuels added today (by type)	F <sub>a</sub> _____	_____	_____
Wood total today	W <sub>r</sub> +W <sub>a</sub> _____		
Other fuels total today	F <sub>r</sub> +F <sub>a</sub> _____		
Wood total yesterday	W <sub>y</sub> _____		
Other fuels total yesterday	F <sub>y</sub> _____		
Total wood used in past 24 hours	W <sub>y</sub> -W <sub>r</sub> _____		
Other fuels used in past 24 hours	F <sub>y</sub> -F <sub>r</sub> _____		

Specific Daily Consumption  $SDC = [(W_y - W_r) + (F_y - F_r)] / T_3$  \_\_\_\_\_

Was wood used for any purpose other than cooking for the household on the tested stove? (Used with other stoves? Loaned to neighbors? Used on the stove to cook food for the market? etc.) \_\_\_\_\_

(It should be stressed to the family that although it is preferable not to use the wood with any other stove or for any other purpose, this is sometimes unavoidable and when that happens, it is vital to tell the tester.

REMARKS:

Folha de trabalho 6. que O provador deveria chegar a asperamente o mesmo tempo cada Manhã de em uma casa particular, pese a quantia de combustível partida do Dia de antes de, e pesa a quantia de combustível ser acrescentada à cozinha empilham durante aquele dia. É útil se a " pilha de cozinha " for não mais que duas vezes o consumo de combustível diário. O combustível na pilha de cozinha deve não seja usado para qualquer propósito diferente de cozinhando naquela cozinha com o Fogão de que é avaliado. Se é usado com uma variedade de fogões, então, os números finais serão alguma média do desempenho do que fogões vários usaram. O número das pessoas que comem a cada refeição o dia prévio é determinado e deste o número de equivalentes de adulto que usa Folha de trabalho 6 é calculado. Outras perguntas podem ser feitas como desejou como indicada ao término de Folha de trabalho 6.

o Follow (uso de combustível diário) coleção de dados com questionários sumários como

bsexws50.gif (600x600)

WORKSHEET 5  
WEEKLY SURVEY/FINAL FOLLOWUP  
(West Africa Example)

Date: \_\_\_\_\_  
Name of Interviewer: \_\_\_\_\_  
Name and Surname of Head of Household: \_\_\_\_\_

OBSERVABLES (to be observed directly by the interviewer):  
(Specify the following for both old and new stoves)  
Is the stove in use or has it been in use recently? \_\_\_\_\_  
What fuel is being used, size, etc.? \_\_\_\_\_  
What pots are in use? \_\_\_\_\_  
What is the physical condition of the stove? \_\_\_\_\_  
Are the airholes blocked with sand, ashes? \_\_\_\_\_  
Where is the stove being used (inside, outside, etc.)? \_\_\_\_\_

QUESTIONS (to be asked of the family):  
When was the stove last used? \_\_\_\_\_

Which of these problems have you had or noticed when compared to the use of other stoves?

Burns the cook? _____	Does not give light to cook _____
Blackens pots? _____	by? _____ and _____
Unstable for stirring? _____	Is a kerosene lamp then used? _____
Burns the food? _____	Goes out easily? _____
Gives too much smoke? _____	Cracks easily? _____
Heats slowly? _____	Too expensive? _____
Hard to light? _____	Looks ugly? _____
Uses too much wood? _____	Too fragile? _____
Does not leave charcoal for tea or _____	Melts in rain? _____
or ironing, etc.? _____	Does not heat kitchen in _____
Too hot to be near? _____	winter? _____
Hard to keep clean? _____	Does not give enough smoke to _____
Does not fit pot? _____	repel mosquitoes, etc.? _____

REMARKS:

Note: All these questions could also be rephrased in a positive sense-- as advantages of the improved stove compared to traditional ones. This might best be done in the final followup to reduce biasing the results.

ilustrou em Folha de trabalho 5. Resultados de deveriam ser compartilhados com cada familiar ao término da prova e as famílias deveriam ser thanked. disposição Final dos fogões--vendido a um preço reduzido para a família ou devolveu--deveria ser feita e deveria ser tabulada.

São incluídas várias amostra biomassa fogão pesquisa formas e perguntas debaixo de. Em muitos casos também pode ser útil para administrar pesquisas do fuelwood e produtores de carvão e vendedores como discutida em referência (21). Antes de começar uma pesquisa completa, cada pergunta e cada pesquisa forma deveria ser pretested para assegurar que é útil para aquela região, e que dá responses. seguro Se desejou, questionários podem ser numerada para tabulação de computador (isto não valerá a pena menos dentro o maior de estudos).

#### TABLE 7

Preferred Metodologia  
Fogões Revezados Usados Por Cada Familiar Semanalmente

##### Time Activity/Stove

Week 1 weighings de madeira Diário com fogão UM  
Week 2 Nenhum weighings de madeira, aprendendo usar fogão B,  
Week 3 weighings de madeira Diário com fogão B  
Week 4 Nenhum weighings de madeira, relearning para usar fogão UM  
Week 5 weighings de madeira Diário com fogão UM  
Week 6 Nenhum weighings de madeira, relearning para usar fogão B  
Week 7 weighings de madeira Diário com fogão B  
Etc., como desejada

#### MESA 8

Using que Controle Se agrupa Enquanto Fogões Revezados

Cronometre Period Group UM Grupo de B  
(Controle Grupo para UM)

Semana 1:

Diariamente madeira weighing. No fogão atualmente No fogão atualmente usou pelo family. usou pela família.

**Semana 2:**

The sensibilizando Provêem a Família de familiar continua família no need com o fogão novo usam fogão atual. reduzir use de madeira ser avaliada; e como fazer it; os ensine como para nenhum weighings. diário usam isto.

**Semana 3:**

Diariamente madeira weighing. Em fogão novo. Em fogão atual.

**Semana 4:**

Sensibilizando como in Nenhum trabalho adicional Provide a família semana 2 com esta família. com o fogão novo; teach eles como para usam isto.

**Semana 5:**

Diariamente weighing de madeira - - - - Em fogão novo.

**TESTES COMERCIALIZANDO**

Testes comercializando seguem a conclusão próspera de testes de campo. UMA especialização componente de comercializar é promoção e entre possibilidades de promoção é rádio e jornal anunciando, outdoors, tecidos impresso e botões, canções e caminhões são; demonstrações públicas a centros sociais, escolas, centros religiosos, e outros lugares de público; e fogão de vendas por comissiona a outlets. comercial vários UM particularmente efetivo técnica para demonstrações públicas é prover bastante madeira para completar a arte culinária ao usar o fogão melhorado mas não bastante ao usar o fogão tradicional. Quando são feitas demonstrações públicas que é importante para tenha ações de fogões melhorados disponível para venda imediata; caso contrário clientes potenciais podem se tornar frustrated. Em áreas com relativamente pequeno mercados e um fogão tradicional bem estabelecido, marketing rápido pode ser feita comissionando os produtores de fogão todo tradicionais e comercial

saídas para fazer e vender só a versão melhorada durante um período de ensaio.

Muito do foco de qualquer esforço de marketing deve ser treinar os usuários como para seleccione o melhor fogão para o purpose. deles/delas que Tal fatora como reconhecendo o importância da abertura de canal e como largo deveria ser é crucial. Adicionalmente, pode ser necessário prover controle de qualidade independente de produção de fogão, provendo um facilmente e (educando o usuário) selo extensamente reconhecível de certificação ou garantia para fogões que satisfaça para as exigências.

Devem ser ensinados os usuários semelhantemente como usar o fogão corretamente. que Isto era discutida sob controle em Capítulo III Fracasso de Efficiency. para treinar os usuários como minimizar consumo de combustível grandemente pode reduzir as poupanças potenciais de qualquer fogão.

São dirigidos melhor esforços de marketing de inicial a áreas urbanas onde não já uma economia de dinheiro e onde custos de combustível são highest. Once um urbano mercado de fogão é estabelecido, o fogão pode esparramar então mais facilmente para áreas rurais, dirigida em parte pelo prestígio de ser um moderno (urbano) fogão. O problema geral de disseminação de fogão em áreas rurais é, porém, um particularmente difícil (25) e muito estudo adicional é precisada.

Comercializando esforços também deveriam tentar, para a extensão possível, usar avenidas existentes para disseminar o stove. melhorado metal Tradicional deveriam ser incluídos artesãos ou oleiros a todo passo do designio e desenvolvimento effort. Market deveriam ser usados os vendedores para vender os melhoraram fogão. Finally, organizações de bairro existentes deveriam ser incluídas dentro o esforço de disseminação, particularmente para treinamento de usuário. Em tudo destes casos, tanta responsabilidade quanto possível deveria ser dada a indivíduos promover fogões na área deles/delas.

Deveriam ser feitos estudos da relação de cost/benefit dos fogões baseado em produção e campo testa e o combustível local costs. Marketing que esforços podem mostre a necessidade por mudanças na forma do fogão como pôr um fim profissional (electropolishing, electroplating, calor resistente pintura) no fogão aumentar atração de consumidor, ou reduzindo o custo

por uso de componentes mais claros iguale às custas de fogão diminuído vida. Podem ser tentadas aproximações diferentes em áreas diferentes como usar centros sociais para vendas em uma área, saídas de commercial em outro, e os resultados compared. Em todos estes casos, um registro deveria ser mantido do data, cliente, endereço, renda familiar, que fogão valeu, tamanho de fogão, etc., assim aquele followup podem ser feitos depois e prover uma compreensão do dinâmica de vender o stoves. por exemplo, de vendas a centros sociais possa provar ser a mulheres de que requerem uma ênfase em velocidade e facilidade use, enquanto de vendas a saídas comerciais mais pode ser freqüentemente a homens que se preocupa mais pelas poupanças financeiras potenciais.

Finalmente, o leitor é urgido para examinar de perto uma vez mais e uso regularmente as técnicas financeiras e estatísticas apresentaram em Apêndices F e G para a análise de fogão que testa dados.

## CAPÍTULO VI

### CARVÃO ABASTECEU SISTEMAS

Neste capítulo, o designio e testando de combustível fogões de carvão eficientes e são discutidas fundições em geral terms. que Nenhum protótipo é apresentado, só diretrizes para os development. Carvão fogões deles/delas foram o foco de intensa pesquisa, desenvolvimento, e esforços de disseminação em Quênia (1-5) e Tailândia (6-8) . Detailed desempenho e dados de produção para Quênia, inclusive desarranjos de custos industriais, é determinado dentro (3) . No Quênia, de vendas de fogões de carvão melhorados cresceu rapidamente e foi distante sobre o projeto original goals. Por meio-1985, quase 100,000 melhoraram tinham sido disseminados fogões de carvão (3) . Esses que estão considerando trabalhando em fogões de carvão são urgidas para contatar KREDP ou KENGO fortemente, ITDG, E/DI, ou o grupo tailandês (6) (Apêndice J) para designio, testando, e dados de disseminação.

### FOGÕES DE CARVÃO

#### Projete Considerações

Fogões de carvão deveriam ser de peso leve para minimizar a absorção deles/delas e armazenamento de Designios de heat. que de modo térmico isolam câmara de combustão de tbe do resto do fogão pode reduzir mais adiante isto armazenou calor.

Convective aquecem transferência pode ser em fogões de carvão ajustando o fogão para a panela com uma panela aperfeiçoada para abertura de canal de parede por o qual os gases quentes devem flow. As temperaturas de combustão comuns mais altas, porém, reduza a importância relativa de convective comparada radiative aquecem transfer. Further, em Quênia canal designios se encontrou resistência de consumidor e a maioria desenvolvimento e trabalho de disseminação tem focalizada em separar a câmara de combustão com bem durável incendiou barro ou forros de cement/vermiculite (4).

Radiative aquecem transferência é muito mais importante em fogões de carvão que em fogões de madeira devido à combustão mais alta temperatures. Further, queimando, o volatiles emitido por madeira requer um volume de combustão grande. Em contraste, porque há poucos volatiles em carvão, transferência de radiative, pode ser maximizada fixando a panela tão perto do fogo quanto possível com pouca preocupação sobre interferir com a combustão de volatiles.

Porém, camas de carvão têm uma complicação não achada quando madeira ardente. Wood volatiles queimam sobre a cama de combustível e a madeira tende a queimar assim do topo down. para o que transferência de Radiative é então diretamente das chamas a panela. Em contraste, a cama de combustível de carvão tende a queimar do fundo e centra acima, como isto a área está com maior oxigênio flua e é os melhor separaram do mundo externo, alcançando as temperaturas mais altas para combustion. carvão Ardente tende a radiar calor fora assim da panela para o fundo de fogão, e o carvão próximo à panela tende a separar a panela de radiative e convective aqueça transferência.

bselx117.gif (600x600)



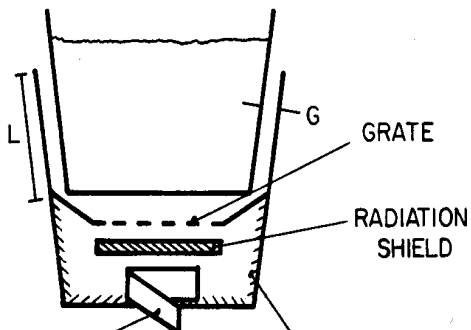
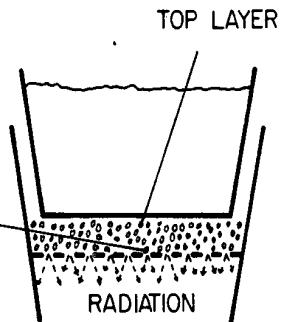
FIGURE 1: Considerations in charcoal stove design.

1a. The top layer of charcoal is in contact with and is cooled by the pot, inhibiting its combustion and then tending to insulate the pot from the charcoal burning below. Charcoal at the bottom center of the bed is best insulated and can therefore achieve the

BOTTOM LAYER

highest temperatures. Additionally it has the best oxygen flow. Thus, it tends to burn readily and to radiate heat toward the bottom of the stove, away from the pot. This effect can easily be felt by placing one's hand below the grate of a charcoal stove in operation.

1b. Among the design parameters that might improve the performance of charcoal stoves are controlled channel dimensions,  $L$  and  $G$ ; a grate sloped to center the charcoal under the pot; insulated radiation shield below the grate to reduce radiant heat loss from the grate, yet allow free flow of oxygen to and cinders from the fuel bed; and an operable door to



Isto é ilustrada em Figura 1.

Reduzir este efeito e permitir o gás quente para fluir livremente junto o fundo de panela, pode ajudar apoiar a panela ligeiramente (2-3 cm) sobre o raiva de f bed. Uma grelha separada, parede de câmara de combustão separada, e fundo de fogão separado ou proteção de radiação podem ajudar reduza perda de radiação para o fundo e lados do stove. estiveram forros Isolantes geralmente bem recebida no Quênia (4) . Fired que barro range em particular, porém, tenda a rachar em só 2-3 months. E por causa do separar deles/delas habilidade é mais difícil de iluminar o carvão queimando papel ou palha debaixo da grelha (4) .

Finalmente, são precisados de controles adicionais apesar do fato que queimando carvão cuida de ego regule sua taxa de combustão formando uma camada de cinza que reduz a velocidade o fluxo de oxigênio a sua interface queimando. UM firmemente própria porta para regular o fluxo de oxigênio no fogão é desejável. Contraste isto com fogões de madeira por onde a potência de fogo é melhor controlada removendo a madeira e extinguindo isto diretamente.

Cada um destes fatores precisará ser testada cuidadosamente ao desenvolver um fogão de carvão prático.

#### Laboratório que Testa Procedimento

Vários laboratório ligeiramente diferente que testa metodologias foi proposta por testar fogões de carvão de qual vários é revisada dentro (9) . O procedimento de prova descrito abaixo é quase idêntico a isso para fogões de woodburning em Capítulo V. que As duas diferenças primárias são que o quantidade inicial de carvão deve ser unificada e que tampas são usadas definir melhor a baixa capacidade de poder do fogão (10) . Controlled cozinhando e campo que testa procedimentos é igual a para fogões de madeira.

1. São registradas condições de teste e o fogão e panela são descritas dentro detail. O fogão e panela é limpada completamente e é secada. O

bsexws10.gif (600x600)

WORKSHEET 1  
SAMPLE LABORATORY TEST DATA SHEET FOR CHARCOAL STOVES

Test Number \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 Name of tester \_\_\_\_\_ Weather \_\_\_\_\_  
 Type of pot \_\_\_\_\_ Time \_\_\_\_\_  
 Type of fuel \_\_\_\_\_  
 Moisture content \_\_\_\_\_; Calorific value \_\_\_\_\_  
 Type of stove \_\_\_\_\_  
 Dimensions: pot to wall \_\_\_\_\_; channel height \_\_\_\_\_  
 grate-to-pot height \_\_\_\_\_; insulation and location: \_\_\_\_\_  
 grate type: \_\_\_\_\_; percentage of holes \_\_\_\_\_  
 combustion chamber type \_\_\_\_\_; radiation shielding \_\_\_\_\_  
 Other \_\_\_\_\_

**START:**

Weight of empty pot (with lid and thermometer) \_\_\_\_\_  
 Weight of empty stove (or charcoal pan) \_\_\_\_\_

**HIGH POWER PHASE:**

Weight of pot and water (lid and thermometer) \_\_\_\_\_  
 Weight of stove and charcoal \_\_\_\_\_

Time	Elapsed Time	Water Temperature	Remarks
_____	0	_____	*To start, see note.
_____	5	_____	_____
_____	10	_____	_____
_____	15	_____	_____
_____	20	_____	_____
_____	25	_____	_____
_____	30	_____	_____
_____	35	_____	_____
_____	40	_____	_____
_____	45	_____	_____
_____	50	_____	_____
_____	55	_____	_____
_____	60	_____	_____

The moment the water in the pot begins boiling vigorously, note the time and make the following measurements.

Weight of pot and water (with lid and thermometer) \_\_\_\_\_  
 Weight of stove and charcoal \_\_\_\_\_

\* To start, add 15 ml of kerosene to the charcoal, light, and place the pot on the stove when the kerosene goes out. The stove door should be open for maximum firepower.

que testa área deveria ser protegido bem do vento. <veja folha de trabalho 1>

2. Uma quantia standard de carvão, por exemplo 0.500 kg, é pesada fora para cada test. O conteúdo de umidade e valor calorífico deveria ser conhecido e carvão suficiente para a série inteira de testes deveria estar disponível, tudo do mesmo tipo, e armazenou no mesmo lugar para ter um conteúdo de umidade uniforme. Se possível, o fogão é pesado quando vazio e então com o carvão. Isto prevenirá a perda de carvão que poderia acontecer ao transferir do fogão à panela de equilíbrio. Isto também reduz o rompimento do fogo.

é importante que a massa inicial de carvão seja o mesmo para cada testam em todo fogão. Testes de mostraram que o valor calorífico de Carvão de aumenta como está queimado em um fogão - - provavelmente devido ao Remoção de de baixo volatiles de energia (9).

3. São pesadas a panela, tampa, e termômetro, e então uma quantia fixa de Água de é somada, asperamente iguale a dois-terços a capacidade de panela mas exatamente o mesmo para cada teste e todos os fogões, (i.e., 5.000 kg). que As tampas deveriam fechar que snugly e os termômetros deveriam sentar bem imergiu na água.

4. Uma quantia medida de querosene (i.e. 15 ml) é acrescentada ao carvão, que o fogo é iluminado, e a panela pôs em lugar o momento que o querosene O próprio sai. UMA demora colocando a panela no fogão permitir o incendeiam para se estabelecer melhor pode causar uma quantia grande e variada de Carvão de para queimar durante este período, aumentando o se espalhe do data. Cronometrando começa quando a panela é posta no fogão. que O fogo é abanou como precisada. A porta é esquerda aberto ao longo do poder alto Fase de .

5. A temperatura da água e qualquer ação para controlar o fogo é registrou cada cinco minutos.

6. O momento que a panela vem a uma fervura vigorosa, a panela com tampa e Termômetro de e o fogão com o carvão são cada pesada e o deles/delas Pesos de registraram. Se a capacidade de equilíbrio é insuficiente pesar o

Fogão de com o carvão, o carvão deve ser removido e deve ser pesado  
Porém, alone. Isto é mais difícil e também rompe o fogo.

7. Tão depressa quanto possível a panela é repostada no fogão, a porta é fechada para a baixa fase de poder, e são registradas temperaturas novamente cada cinco minutos. Se a temperatura derruba mais que 5[degrees]C abaixo o ponto de ebulição, os carvão deveriam ser mexidos para melhorar o queimando deles/delas ou a porta deveriam ser abertas uma racha para aumentar fluxo de ar.

8. Depois de trinta minutos o fogão e carvão, e a panela e água são pesou novamente e os valores registraram.

Analisando os dados, são calculados três parâmetros para cada fase: a potência de fogo P, o calor de por cento utilizou PHU, e o consumo específico SC.

A potência de fogo é determinada por:

$$P = \frac{[M.SUB.C] [C.SUB.C]}{60I} \text{ (quillowatts)}$$

onde [C.sub.c] é o valor calorífico do carvão em kJ/kg, [M.sub.c] é a quantidade de carvão consumido durante aquela fase do teste em kg, e eu sou o decorrida tempo em minutos. Novamente, deveria ser notado como em ponto 2 do procedimento sobre, que o valor calorífico de aumentos de carvão em queimando. Isto causa frequentemente discrepâncias sérias, por exemplo, entre o poder alto e baixas fases de poder do teste. Neste caso, o baixo fase de poder tem um PHU calculado que é unreasonably alto.

O calor de por cento utilizou PHU é calculado por:

$$PHU = \frac{4.186[W.SUB.I] ([T.SUB.F] - [T.SUB.I]) + 2260 ([W.SUB.I] - [W.SUB.F])}{[M.SUB.C] [C.SUB.C]} \times (100\%)$$

onde [W.sub.i] e [W.sub.f] é no princípio as massas da água e fim de

aquela fase em kg,  $([T.sub.f] - [T.sub.i])$  é a mudança de temperatura da água durante aquela fase em  $[degrees]C$ . O 4.186 kJ/kg constante é o calor específico de água e o 2260 kJ/kg constante é seu calor oculto de vaporização.

O consumo específico é determinado por (11):

[M.SUB.C]  
SC -----  
[W.SUB.F]

onde [M.sub.c] e [W.sub.f] está igual a above. Para conveniência, o específico consumo definido aqui pode ser expressado em termos de gramas de carvão consumida por quilograma de água " cozinhado " .

Alternativamente, um consumo específico para o que não penaliza o fogão evaporando água podem ser used. Sua definição usa a inicial ao invés molhe quantidade:

[M.SUB.C]  
[SC.SUB.2] -----  
[W.SUB.I]

Finalmente, se há uma variação grande começando temperaturas de água de dia a dia, a temperatura de água pode ser normalizada, enquanto dando um SCN, como feita em Capítulo V.

A melhor medida para o desempenho do fogão, PHU, SC, ou [SC.sub.2], deve ser determinada comparando dados de laboratório a arte culinária controlada e campo data. testando no momento, tais dados não estão geralmente disponíveis.

Projete Parâmetros ser Testada

Vários parâmetros diferentes que afetam desempenho de fogão deveriam ser examinada. Entre estes são o seguinte.

o panela de para abertura de canal de parede;

- o panela de para comprimento de canal de parede;
- o usam e colocação de isolamento;
- o uso de de um fundo de fogão separado ou proteção de radiação debaixo da grelha;
- o furam densidade da grelha;
  
- o amontoam da grelha e o possível isolamento térmico da grelha de
- o resto do fogão;
  
- o uso de de baixos foles de custo para alcançar potências de fogo altas depressa;
  
- o grelha-para-panela altura (deixando um espaço pequeno para corrente de ar grátis entre o Carvão de e a panela);
  
- o formam da grelha--cônico, achate, etc.; e
  
- o injeção de de ar secundário para reduzir de carbono monoxide. Tests de um fogão de carvão de african ocidental mostrou aquele ar secundário poderia reduzir emissões de CO antes das 25% (11).

#### Prove Dados

Mesas 1-5 resumem dados de teste de (9) e é apresentada aqui como exemplos do tipo de dados que são gerados pelo carvão que testa procedimento. Estes dados são particularmente úteis demonstrando diferenças entre madeira e carvão stoves. Additionally, estes dados ilustram aspectos de metodologia de teste e análise de dados que podem enganar o imprudente.

Quatro testes eram terminados para cada combinação de abertura de canal, comprimento, e o uso de insulation. O coeficiente de variação (Apêndice G) era tipicamente 0.1 ou less. que podem ser feitos Vários comentários sobre estes dados:

o There é um aumento dramático no PHU entre o poder alto e baixo phases. Isto está devido a inércia térmica e um variando calorífico

avaliam do carvão no fogão. A energia precisou esquentar o Fogão de durante a fase de poder alta inicial (o fogão está frio ao começam) abaixará o PHU comparou à fase de poder posterior, baixa. Further, o carvão queima seu mais baixo volatiles de energia ao começo de o test. Using um valor calorífico comum causará então o calculou PHU para ser exagerada durante a fase de poder alta e suavizou durante a baixa fase de poder.

o O PHU observado durante a fase de poder alta é independente do encanam abertura e comprimento e o uso de insulation. Isto sugestiona isso o fator dominante aqui é a inércia térmica do fogão.

o aumentos Grandes em PHU acontecem durante a baixa fase de poder com o uso de Isolamento de e mais muito tempo e narrower channels. do que Isto é esperada Consideração de de condutivo e convective aquecem transferência processes. UM regressão linear múltipla nestes dados é apresentada em Apêndice G.

Porém, Estes aumentos de eficiência estão usando pouco efeito o global PHU porque pouca energia é usada durante a segunda fase.

o que O PHU total aumenta debilmente com abertura de canal crescente, canal, Comprimento de , e uso de isolamento. O resultado bastante estranho que um mais largo encanam abertura deveria dar um PHU mais alto está na realidade devido àquele fogão que queima uma quantia grande de carvão durante a segunda fase e assim mais pesadamente pesagem que fase de eficiência mais alta no total. Em outras palavras, o fogão com a abertura de canal larga queimou muito combustível, mas o PHU não mostraram para isto como uma perda, mas como um gain. é O PHU, então, um indicador pobre da eficiência de combustível de um fogão de carvão.

o O consumo específico não mostra nenhum efeito para comprimento de canal variado ou Isolamento de ; só a abertura de canal reduz consumo, e a 3-mm abertura tem umas poupanças significantes em cima dos fogões com 5 - ou 8-mm aberturas ou o fogão de malgache tradicional.

o O SC mostra pequena mudança em cima de [SC.sub.2] para a 3-mm abertura mas um significante aumentam em consumo para o 5-mm e 8-mm gaps. que Isto indica, como fez o PHU que, por qualquer razão, o controle de fluxo de ar por



estes fogões posteriores são muito menos eficiente que para o 3-mm fogão. Que é, a abertura de canal maior resulta em muitas maiores potências de fogo e excesso evaporação. que Isto também indica aquele SC é um mais sensível medem de desempenho de fogão que [SC.sub.2] . A importância de provisão de ar em que o desempenho de poder alto e baixo de fogões de carvão também foi notou dentro (12) com respeito a testar do fogão de Umeme.

#### MESA 1

Carvão Fogão (\*) Testes, Senegal 1983-84,  
Fase de Poder Alta: Resumo de PHUs

##### Channel Comprimento

Nenhum Isolamento Com Isolamento

Channel 5 cm 10 cm 15 cm 5 cm 10 cm 15 cm

Gap

3 MM 25.9 27.0 26.0 26.0 26.2 26.9

5 MM 25.0 23.8 25.7 24.2 25.2 24.5

8 MM 24.7 25.1 25.1 25.9 24.9 25.6

Oeste Tradicional Fogão de Malgache " africano ": 23.0

#### MESA 2

Carvão Fogão (\*) Testes, Senegal 1983-84,  
Baixa Fase de Poder: Resumo de PHUs

##### Channel Comprimento

Nenhum Isolamento Com Isolamento

Channel 5 cm 10 cm 15 cm 5 cm 10 cm 15 cm

Gap

3 MM 41.4 36.5 62.2 57.5 68.6 78.4

5 MM 36.9 43.9 47.7 50.2 71.9 77.3

8 MM 39.1 46.1 54.3 48.8 61.7 64.9

Oeste Tradicional Fogão de Malgache " africano ": 24.0

TABLE 3

Carvão Fogão (\*) Testes, Senegal 1983-84,  
Ambas as Fases: Resumo de PHUs

Channel Comprimento

Nenhum Isolamento With Isolamento

Channel 5 cm 10 cm 15 cm 5 cm 10 cm 15 cm

Gap

3 MM 27.4 28.0 29.0 28.8 30.3 31.3

5 MM 27.3 26.7 28.9 29.5 32.6 31.9

8 MM 28.1 29.9 32.6 31.3 33.3 35.5

Oeste Tradicional Fogão de Malgache " africano ": 23.4

#### MESA 4

Carvão Fogão (\*) Testes, Senegal 1983-84,  
Resumo de de Consumo Específico o SC (\* \*)

Channel Comprimento

Nenhum Isolamento Com Isolamento

Channel 5 cm 10 cm 15 cm 5 cm 10 cm 15 cm

Gap

3 MM 66.7 65.0 65.4 66.0 66.0 65.1

5 MM 79.0 76.7 72.6 84.5 76.6 77.0

8 MM 85.2 86.9 89.3 82.8 88.1 89.5

Oeste Tradicional Fogão de Malgache " africano ": 95.8

#### MESA 5

Carvão Fogão (\*) Testes, Senegal 1983-84,  
Resumo de de Consumo Específico [SC.sub.2] (\* \*)

Channel Comprimento

Nenhum Isolamento Com Isolamento

Channel 5 cm 10 cm 15 cm 5 cm 10 cm 15 cm

Gap

3 MM 64.7 63.2 63.0 63.7 63.1 62.1

5 MM 74.5 72.8 68.7 77.8 70.3 71.2

8 MM 79.0 79.3 79.8 75.7 78.4 78.2

Oeste tradicional Fogão de Malgache " africano ": 23.0

(\* )Tests estão baseado em um fogão de carvão de tipo cônico com um panela-para-parede constante abertura de canal; uma porta operável; uma grelha com uma 30% densidade de buraco; e um distância de panela-para-grelha de aproximadamente 5 cm. (\* \*)Calculations apresentou aqui é normalizada com respeito a temperaturas de água de inicial (13).

Estes resultados contrastam nitidamente com o caso para woodstoves. O PHU para woodstoves foi achado para ser um indicador seguro do desempenho de arte culinária deles/delas em testes na África Ocidental (14) . Further, testa achada lá o desempenho de woodstoves de tipo de canal para ser altamente dependente no encane dimensões e o uso de isolamento, como discutida em Capítulo III (15). Estas diferenças entre fogão de carvão e desempenho de woodstove é principalmente devido a diferenças nas características de combustão de este fuels. em particular, transferência de calor em fogões de carvão é devida principalmente para radiação; transmissão é predominante em woodstoves. Control de um fogão de carvão é uma função do airtightness da porta e outros fatores dentro do próprio fogão, enquanto woodstoves são controlados simplesmente removendo a madeira.

#### FORNOS DE TEMPERATURA ALTOS

Uma quantia grande de carvão é usada por artesãos fabricando metal objetos como alumínio pots. Na região de San, Mali, por exemplo, estimativas preliminares pela Mali Laboratório de Energia Solar (16) é 155,000 kg de madeira usaram por cozinhar e outros propósitos e 31,000 kg de carvão usada para blacksmithing trabalhe cada year. Se a eficiência de conversão de é assumida que madeira para carvão é 20%, então 155,000 quilogramas de madeira eram produza este carvão.

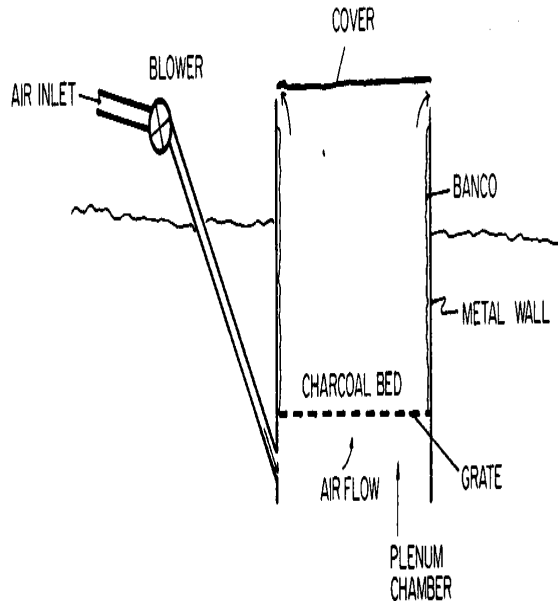
Forjas tradicionais são flexíveis e fáceis fazer e manter mas eles são

ineficiente. protegendo contra perda de calor brilhante e usando counterflow aqueça exchangers para recuperar calor desperdício, poderiam ser feitas tais forjas muito mais eficiente.

Uma fundição tradicional típica para produção de panela de alumínio consiste de um barril de metal afundado no chão para isolamento e enfileirou no lado de dentro

bse2x126.gif (480x480)

FIGURE 2: Traditional Foundry



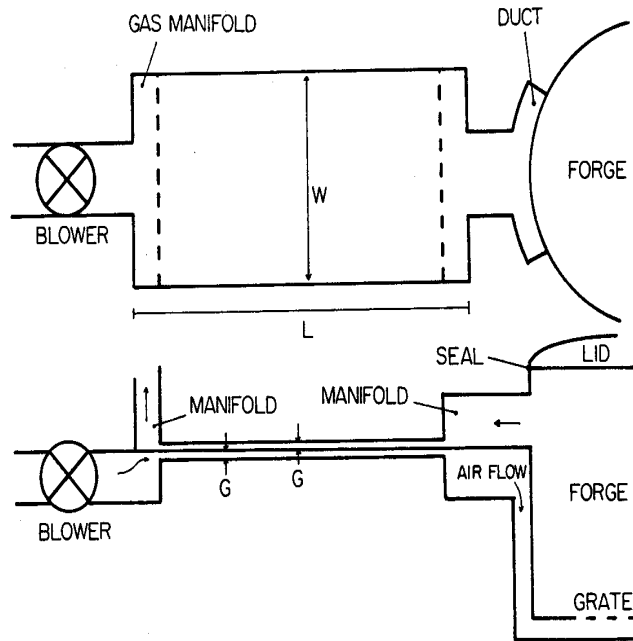
com uma mistura de banco proteger o metal de corrosão (Figura 2). Se indo um espaço abaixo para a câmara de plenum (entrada de ar e coleção de cinza), rebar férreo pesado é posto horizontally para agir como um grate. O topo de um barril velho é posta em cima do sistema inteiro para reduzir calor brilhante perdas. que A forja é ativada por uma mão pequena dirigida soprador que força ar

por um tubo de 5-cm-diâmetro na câmara de plenum debaixo da grelha e então na cama de carvão.

O uso de um ar-para-ar calor exchanger designio pode melhorar significativamente a eficiência deste foundries. que Um designio de exemplo consiste em dois

bse3x126.gif (540x540)

FIGURE 3: Improved foundry with a heat exchanger. All exterior surfaces are insulated



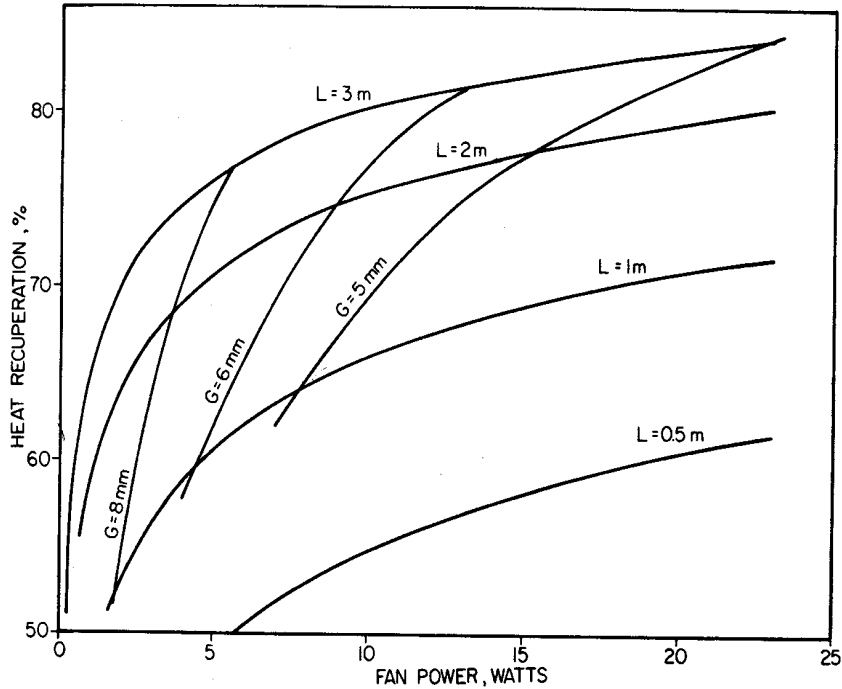
partes dependentes (Figura 3): uma firmemente própria tampa separada para reduzir

perda de calor brilhante e marcar o topo do forno de vazamentos de ar, assim, forçando os gases quentes a passar pelo exchanger de calor; e um counterflow aqueça exchanger para recuperar calor desperdício capturando isto dentro o entrante combustão air. que A tampa pode ser feita de metal e qualquer temperatura alta isolamento é available. However, a tampa e o topo do calor devem ser emparelhados exchanger cuidadosamente de forma que eles marque e previna o combustão supre com gás deixando o forno de evitar o exchanger de calor. Banco poderia ser usado para melhorar o emparelhando da cobertura e o topo de o exchanger de calor em sealing. Additionally, mesada deve ser trazida expansão térmica do metal, partes e acesso fácil para o interior assim isso infringindo as regras resíduos podem ser Detalhes de removed. da análise matemática

bse4x127.gif (600x600)



FIGURE 4: Calculated efficiency versus fan power for an air-to-air counterflow heat exchanger used with a charcoal foundry.



é determinado em Apêndice que são mostrados E e resultados em Figura 4. Como um exemplo, um 2-m exchanger de calor longo com uma 8-mm abertura podem recuperar 68% potencialmente da energia do fogo, ou 6.8 KW neste caso, às custas de 3.7 W em esforço adicional precisou operar o fan. do Que quase é um retorno 2000 a 1.

Tal exchangers de calor também podem ser úteis melhorando a eficiência de fornos, secadores de colheita, e outro tal devices. por exemplo, o uso de calor exchangers em tabaco que cura abrigos em Malauí reduziram uso de combustível antes das 27% e tempo secante antes das 20% (17) . referências Adicionais nos aspectos técnicos de exchanger de calor projete e é listado desenvolvimento em Apêndice E.

#### APÊNDICE UM: CONDUÇÃO

Para condução de calor em materiais de isotropic, não assumindo nenhuma geração de calor

bsexeq1.gif (101x528)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (1)$$

dentro do próprio material, está a equação diferencial: <veja equação 1>

onde T é a distribuição de temperatura interior, t é o tempo, e  $[\alpha]=k/[\rho]c_{\text{sub.p}}$  é chamada o diffusivity térmico onde k é o condutividade térmica,  $[\rho]$  é a densidade, e  $[c_{\text{sub.p}}]$  é o específico calor (1,2).

O operador [o operador de Laplacian] é determinado em sistemas de coordenada vários por: <veja equações abaixo>

bsexeq2.gif (200x600)

Cartesian Coordinates:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (2)$$

Cylindrical Coordinates:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (3)$$

where  $x=r\cos\theta$ ;  $y=r\sin\theta$ ;  $z=z$ .

Spherical Coordinates:

$$\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left[ r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right] + \frac{1}{r^2 \sin\psi} \frac{\partial}{\partial \psi} \left[ \sin\psi \frac{\partial}{\partial \psi} \right] + \frac{1}{r^2 \sin^2\psi} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \quad (4)$$

where  $x=r\sin\psi\cos\phi$ ;  $y=r\sin\psi\sin\phi$ ;  $z=r\cos\psi$ .

#### Fluxo de calor Por Uma Laje Infinita

Considere um infinito (em y e direções de z) laje com densidades  $s$  no direção de  $x$  e temperaturas  $[T.sub.1]$  e  $[T.sub.2]$  em suas duas faces. No fixo declare a equação de condução de calor para este sistema se torna <veja equação 5>

bsexeq5.gif (84x600)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0 \quad (5)$$

bsexeq6.gif (60x600)

$$T = ax + b \quad (6)$$

Isto tem soluções da forma <veja equação 6>

Aplicando o limite condicional <veja equações abaixo>

bsexeq7.gif (145x600)

$$\text{at } x=0; \quad T=T_1; \quad \text{at } x=s; \quad T=T_2 \quad (7)$$

gives

$$b = T_1; \quad a = \frac{T_2 - T_1}{s}; \quad \text{or} \quad T = \frac{T_2 - T_1}{s}x + T_1 \quad (8)$$

A Fourier condução lei dá <veja figura 9> <veja figura 1 a 4>

bsexeq9.gif (84x600)

$$Q = -kA \frac{dT}{dn} \quad (9)$$

bsex130.gif (600x600)

FIGURE 1  
Geometry and Parameters  
For Heat Conduction  
Through an Infinite Slab  
with Fixed Surface  
Temperatures

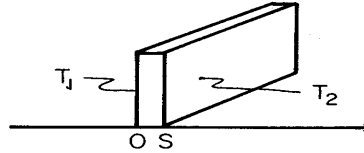


FIGURE 2  
Geometry and Parameters  
for Heat Conduction  
Through an Infinite Slab  
with Convective Heat  
Transfer at the Surfaces

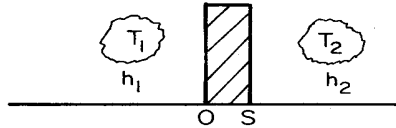


FIGURE 3  
Geometry and Parameters  
For Heat Conduction  
Through a Cylindrical  
Combustion Chamber

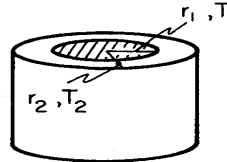
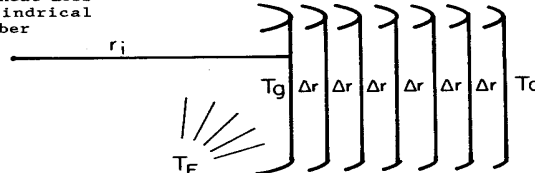


FIGURE 4  
Parameters For a Finite  
Difference Numerical  
Calculation of Heat Loss  
Through a Cylindrical  
Combustion Chamber



onde  $n$  é a superfície normal. Assim, neste caso <veja equação 10>

bsexeq10.gif (75x600)

$$Q = -kA \frac{T_2 - T_1}{s} = \frac{T_1 - T_2}{(s/kA)} \quad (10)$$

onde  $(s/ka)$  é uma resistência térmica.

Agora considere o caso de uma laje infinita com um gás quente em um lado e um gás frio no outro.

Começando novamente com <veja equação 5>

bsexeq5a.gif (94x600)

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0 \quad (5)$$

há soluções da forma <veja equação 6>

bsexeq6a.gif (84x600)

$$T = ax + b \quad (6)$$

Agora o limite condiciona para convective aqueça transferência, discutida dentro, Apêndice B, é aplicado: <veja equação 11>

bsexeq11.gif (84x600)

$$c \frac{dT}{dx} = h_1 (T - T_1) \Big|_{x=0} \quad ; \quad k \frac{dT}{dx} = -h_2 (T - T_2) \Big|_{x=s} \quad (11)$$

onde [h.sub.1] e [h.sub.2] é o convective de superfície aquecem coeficientes de perda (Apêndice B) e as equações serão avaliadas a  $x=0$  e  $x=s$ , como indicada.

A diferença em sinal entre as duas superficies é determinada por se fluxo de calor está na direção de ou defronte para a superfície normal.

Aplicando  $(dT/dx)=a$  de equação (6) e avaliando  $T=ax+b$  a  $x=0$ ,  $x=s$  <veja equação 12 e 13>

bsexeq12.gif (145x600)

$$a = \frac{-(T_1 - T_2)}{\left[ \frac{k}{h_2} + s + \frac{k}{h_1} \right]} \quad (12)$$

$$b = \frac{ka + h_1 T_1}{h_1} = \frac{ka}{h_1} + T_1 \quad (13)$$

Aplicando a Fourier condução lei <veja equação 14>

bsexeq14.gif (117x600)

$$q = \frac{Q}{A} = -k \frac{dT}{dx} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{1}{h_1} + \frac{s}{k} + \frac{1}{h_2}} \quad (14)$$

onde q é o fluxo de calor. Valores típicos para a perda de calor de superfície coeficiente h para baixas diferenças de temperatura ainda são 5 W/[m.sup.2][degrees]C dentro areje mais de 15 W/[m.sub.2][degrees]C em um 3 m/s mais moderado arejam (3). Assim para valores de k de asperamente 1.0 W/mK e valores de [h.sub.1] e [h.sub.2] de 5 W/[m.sub.2][degrees]C, o calor de superfície coeficiente de perda joga uma especialização, se não dominante, papel para thicknesses s para cima para 0.50 m e mais. Porém, para esta geometria, s crescente reduz calor perda em cima da gama inteira de valores, outras geometrias distintas apresentaram debaixo de.

MESA 1

que Propriedade Típica Avalia às 20[degrees]C



K [RHO] [C.SUB.P]  
Material W/mk kg/[m.sup.3] J/LGK  
Metais de  
Alumínio de liga 110-200 2600-2800 850-900  
aceram liga 12-70 7700-8000 450-480  
AVERAGE 35  
Nonmetallic Sólidos  
amuram 0.38-0.52 1760-1810 840  
Barro de 1.28 1460 880  
cimentam 0.8-1.4 1900-2300 880  
Taco de (cinza) 0.17-0.21 609-800 2390  
Arenito de 1.6-2.1 2160-2300 710  
Isoladores de  
Papelaõ de 0.064----  
(CORRUGATED)  
Carvão de 0.05 0.3-0.5 670  
afaçam 0.059 80 1300  
fibra tábua  
(separando) 0.048 237--  
copo lâ 0.04 200 670  
Madeira de sentia 0.05 330 --  
Líquidos de  
molham 0.597 1000 4180  
Gases  
arejam 0.0262 1.177 1005.7

Referência de (1)

Dois outro sumário aponta. Primeiro, deveria ser notado que, comparando equações (10) e (14), resistências térmicas geralmente podem ser somadas dentro o maneira <veja equação abaixo>

bsex132.gif (97x285)

$$Q = \frac{\Delta T}{\sum_1 R_1}$$

Onde  $\Delta T$  é a diferença de temperatura.

Secundariamente, o coeficiente de perda de calor superficial  $h$  e seu extremo sensibilidade para o vento é ambas as características disto que são determinadas por uma camada de limite de superfície de ar com condutividade térmica  $k = 0.026 \text{ W/mK}$ .

Fluxo de calor pelas Paredes de uma Câmara de Combustão Cilíndrica

Equações (1) e (3) dão para o estado fixo de um cilindro infinito: <veja equação 15>

bsexeq15.gif (67x600)

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (15)$$

que tem soluções da forma <veja equação 16>

bsexeq16.gif (84x600)

$$T = [a \ln(r)] + b \quad (16)$$

Onde ln são o logaritmo natural.

Para temperaturas de parede internas e exteriores de [T.sub.1] e [T.sub.2] respectivamente, então <veja equação 17>

bsexeq17.gif (94x600)

$$\frac{T - T_2}{T_1 - T_2} = \frac{\ln(r/r_2)}{\ln(r_1/r_2)} \quad Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{2\pi kL} \ln(r_2/r_1)} \quad (17)$$

onde L é que o comprimento da porção do cilindro considerou e o é assumida que cilindro é infinitamente longo (nenhuma perda de fim).

Para o caso onde há um gás a temperatura [T.sub.1] dentro do cilindro e um a [T.sub.2] fora de, com superfície calor perda coeficientes de [h.sub.1] e [h.sub.2], e  $T = a \ln(r) + b$  <veja equação abaixo>

bsexeq18.gif (145x600)

$$k \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r_1} = \frac{ka}{r_1} = h_1 \left[ a \ln(r_1) + b - T_1 \right] \quad (18)$$

$$k \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r_2} = \frac{ka}{r_2} = -h_2 \left[ a \ln(r_2) + b - T_2 \right]$$

com soluções: <veja equação 19>

bsexeq19.gif (200x600)

$$a = \frac{-(T_1 - T_2)}{\frac{k}{h_1 r_1} + \ln \left[ \frac{r_2}{r_1} \right] + \frac{k}{h_2 r_2}} \quad b = \frac{-ka}{h_2 r_2} - a \ln(r_2) + T_2 \quad (19)$$

and  $Q = -kA(dT/dr)$  gives

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{2\pi r L} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{1}{h_1 r_1} + \frac{1}{k} \ln \left[ \frac{r_2}{r_1} \right] + \frac{1}{h_2 r_2}} \left[ \frac{1}{r} \right]$$

A perda de calor desta câmara de combustão cilíndrica por comprimento de unidade e diferença de temperatura é determinada por: <veja equação 21>

bsexeq21.gif (94x600)

$$\frac{Q}{2\pi L \Delta T} = \frac{1}{\frac{1}{h_1 r_1} + \frac{1}{k \ln \left[ \frac{r_2}{r_1} \right]} + \frac{1}{h_2 r_2}} \quad (21)$$

Assumindo que  $[h.\text{sub}.1] = 15 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.2][\text{degrees}]\text{C}$ ;  $[r.\text{sub}.1]=0.1 \text{ m}$ ;  $[h.\text{sub}.2]=5 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.2][\text{degrees}]\text{C}$ ;  $k=1.0 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.2][\text{degrees}]\text{C}$  então equação (21) dá os valores mostrados em Mesa 2.

É interessante notar (Mesa 2) que a perda de calor que  $Q$  aumenta de fato para  $0.12 < r < 0.30 \text{ m}$  e não cai debaixo de seu valor a  $[r.\text{sub}.2]=0.12$  até  $[r.\text{sub}.2]$  [nearly to]  $0.37$  igual ou uns  $27 \text{ cm}$  parede grossa. Porém, chegar a este estado fixo condicione requer uma tremenda quantia de calor, um quantia aumentando, com densidades de parede. Assim, como mostrada em mais detalhe abaixo, é preferível manter tais paredes emagrecem.

A pessoa pode olhar semelhantemente para a dependência funcional de  $Q$  em outros parâmetros: para  $[h.\text{sub}.1] = 15 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.2][\text{degrees}]\text{C}$ ;  $[r.\text{sub}.1] = 0.12 \text{ m}$ ;  $[h.\text{sub}.2] = 5 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.2][\text{degrees}]\text{C}$ , equação (21) dá o valores mostrados em Mesa 3.

Assim, reduzir a perda de calor significativamente pela parede, a condutividade, do material na parede deve ser feita bastante baixo, i.e.,  $k < [\text{perto de to}] 0.1 \text{ W}/[\text{m}.\text{sup}.2][\text{degrees}]\text{C}$  igual.

#### MESA 2

Values Para Equação (21)

Q  
 [R.SUB.2] -----  
 2[PI]L[DELTA]T  
 (M) (W/M[DEGREES]C)  
 0.12 .398

0.14	.411
0.16	.419
0.18	.423
0.20	.424
0.25	.420
0.30	.411
0.35	.401
0.40	.392
0.45	.382
0.50	.374
0.60	.358
0.70	.345
0.80	.334
1.00	.315

**MESA 3**

Values Para Equação (21)

K Q

-----  
2[PI]L[DELTA]T

(W/M[DEGREES]C) (W/M[DEGREES]C)

0.1	.241
0.5	.371
1.0	.398
5.0	.422
10.0	.425
50.0	.428

**Geometria esférica**

Um jogo semelhante de cálculos pode ser feito para uma esfera fechada (i.e., um fogão volumoso fechado com um proportionately panela pequena).

Neste caso <veja equação 22>

bsexeq22.gif (84x600)

$$\nabla^2 T = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[ r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right] = \frac{1}{r} \frac{\partial^2 r T}{\partial r^2} = 0 \quad (22)$$

e tem soluções da forma <veja equação abaixo>

bsex134.gif (87x317)

$$T = a + \frac{b}{r}$$

Usando o mesmo limite condicional como (11) sobre, isto dá soluções de a forma <veja equação abaixo>

bsexeq23.gif (200x393)

$$a = \frac{T_1 F_2 F_3 - T_2 F_1 F_4}{F_2 F_3 - F_1 F_4} \quad (23a)$$

$$b = \frac{(T_1 - T_2) F_3 F_4}{F_1 F_4 - F_2 F_3} \quad (23b)$$

where

$$F_1 = h_1 r_1 + k \quad F_2 = h_2 r_2 - k$$

$$F_3 = h_1 r_1^2 \quad F_4 = h_2 r_2^2$$

and

$$\frac{Q}{(T_1 - T_2)} = \frac{1}{\frac{1}{4\pi r_1^2 h_1} + \frac{r_2 - r_1}{4\pi k r_1 r_2} + \frac{1}{4\pi r_2^2 h_2}} \quad (24)$$

Com [h.sub.1] = 15 W/[m.sub.2][degrees]C; [h.sub.2]=5 W/[m.sub.2][degrees]C; [r.sub.1]=0.1 m;  
k = 1.0 W/[degrees]C como parâmetros, equação (24)  
dá os valores mostrados em Mesa 4.

Neste caso, a perda de calor com aumentar  
rádio é até mesmo mais severo que no caso  
do cilindro sobre. A razão é isso  
a perda de calor de superfície está aumentando agora a  
uma taxa de [r.sup.2] [sub.2] para a esfera comparada um  
taxa de [r.sub.2] para o cilindro. Mais adiante, o  
valor isolante da parede <veja equação abaixo>

bsexeq24.gif (84x256)

$$\frac{r_2 - r_1}{4\pi k r_1 r_2}$$



só está aumentando muito lentamente comparada ao cilindro está separando valor: <veja equação abaixo>

bsex135.gif (108x150)

$$\frac{1}{2\pi kL} \ln \left[ \frac{r_2}{r_1} \right]$$

Sabendo a distribuição de temperatura a energia exigiram alcançar isso nível de estado fixo também pode ser calculado.

A mudança em calor armazenado em um corpo é geralmente determinada por: <veja equação 25>

bsexeq25.gif (84x600)

$$dE = \int \rho c_p [T(r) - T_2] dV \quad (25)$$

onde  $dV$  é um elemento de volume e  $[T_{sub.2}]$  é a temperatura inicial do elemento de volume.

Para um fogão de metal típico, por exemplo, poderia achar a pessoa: <veja equação abaixo>

bsexeq26.gif (145x600)

$$\begin{aligned} dE &= \rho c_p V (T_1 - T_2) = (8000 \text{ kg/m}^3 \text{ density}) \times (0.45 \times 10^3 \text{ J/kgK}) \times (0.3 \text{ m} \\ &\quad \text{high}) \times (2\pi [0.1] \text{ m radius}) \times (0.002 \text{ m thick}) \times (300^\circ\text{C}) \\ &\approx 400 \text{ kJ} \end{aligned} \quad (26)$$

MESA 4  
Heat Perda De uma Esfera  
Como uma Função de Rádio

[R.SUB.2] Q

-----  
[T.SUB.1]-[T.SUB.2]

0.12 0.565

0.14 0.638

0.16 0.689

0.18 0.723

0.20 0.754

0.25 0.793

0.30 0.808

0.35 0.814

0.40 0.815

0.45 0.814

0.50 0.813

.....

0.70 0.804

.....

1.00 0.793

O Wood tem 18,000 kJ/kg de energia asperamente nisto assim isto é o equivalente de 22.5 gm de madeira em energia para aquecer o fogão a sua condição estatal fixa.

Em contraste, para um fogão volumoso cilíndrico típico poderia achar a pessoa <veja equação abaixo>

bsexeq27.gif (105x393)

$$dE = \int \rho c_p [a \ln(r) + b - T_2] 2\pi L r dr$$

$$= 2\pi L \rho c_p \left[ \frac{a r^2}{2} [\ln(r) - \frac{1}{2}] + [b - T_2] \frac{r^2}{2} \right]$$

L=0.3 m novamente usando; [rho]=2000 kg/[m.sup.3]; [c.sub.p]=0.880 J/kgK; a pessoa acha DE=22 MJ ou o equivalente de 1.22 kg de madeira em energia.

Cálculos de Perda de Calor passageiros

Os anteriores cálculos para perda de batida estavam baseado no estado fixo condição que para paredes volumosas só pode ser alcançada depois de várias horas de operação. O tempo para alcançar esta condição estatal fixa pode ser facilmente calculada no caso especial do cilindro de metal onde há nenhum gradientes térmicos de significance. Neste caso a elevação de temperatura de o cilindro de metal pode ser calculado comparando seu calor específico para o ganho de calor total--o fluxo de calor em menos o fluxo de calor fora. Assim <veja equação abaixo>

bsexeq28.gif (94x353)

$$\rho c_p V \frac{\partial T}{\partial t} = h_1 A_1 (T_1 - T) - h_2 A_2 (T - T_2)$$

onde V é o volume de metal no fogão com uma densidade [rho] e um calor específico de [c.sub.p], e [A.sub.1] e [A.sub.2] é as áreas de superfície internas e exteriores, [A.sub.1] [nearly to] [A.sub.2 igual]; [T.sub.1] e [T.sub.2] é as temperaturas de gás interiores e exteriores com convective de superfície aquecem coeficientes de perda de [h.sub.1] e [h.sub.2]. Resolvendo para T dá <veja equação 29>

bsexeq29.gif (67x600)

$$T = \left[ \frac{h_1 T_1 + h_2 T_2}{h_1 + h_2} - T_2 \right] \left[ 1 - e^{-[(h_1 + h_2) A t / \rho c_p V]} \right] + T_2 \quad (29)$$

Onde e é a base para logaritmos naturais, e=2.71828.

O tempo característico para este sistema, o tempo para isto para alcançar (1 - 1/e) de seu valor estatal fixo, é determinado pelo inverso do explicador de (29) <veja equação abaixo>

bsexeq30.gif (94x600)

$$t_c = \frac{\rho c_p V}{(h_1 + h_2) A} \quad (30)$$

Para os mesmos fogões como em Mesa 5 com  $[h_{\text{sub.2}}]=5 \text{ W/[m.sup.2][degrees]C}$ ;  $[\rho_{\text{sub.massive}}]=2000 \text{ kg/[m.sub.3]}$ ;  $[c_{\text{sub.massive}}]=0.880 \text{ J/kg[degrees]C}$ ;  $[\rho_{\text{sub.metal}}]=8000 \text{ kg/[m.sup.3]}$ ;  $[c_{\text{sub.metal}}]=450 \text{ J/kg[degrees]C}$ .

$[t_{\text{sub.c}}] = 6 \text{ minutos metal fogão}$   
 $[t_{\text{sub.c}}] = 4.9 \text{ horas fogão volumoso}$

Certamente, esta aproximação não está correta para o fogão volumoso como lá é gradientes térmicos significantes dentro de suas paredes, mas indica a ordem áspera de tempo precisou chegar a estado fixo em um fogão volumoso. Um cálculo mais geral que leva em conta os gradientes térmicos nas paredes de fogão volumosas é determinado abaixo.

Técnicas numéricas

Considere o caso mais geral de perda de calor passageira agora onde o são incluídos gradientes térmicos na parede. Devolvendo, <veja equação abaixo>

bsex137.gif (121x600)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (1)$$

$$k \frac{dT}{dr} = h_g (T - T_g) \Big|_{r=r_1} ; \quad k \frac{dT}{dr} = -h_a (T - T_a) \Big|_{r=r_2} \quad (11)$$

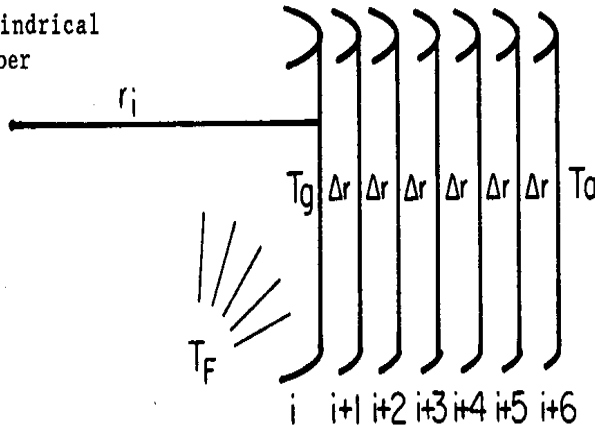
onde [T.sub.g] é a temperatura do gás quente e [T.sub.a] é temperatura ambiente.

Tais equações e condições de limite de non-homogenous são diretamente dianteiras resolver usando integral transformam técnicas. Referência (4) dá o deles/delas solução geral em vários sistemas de coordenada diferentes. Porém, estes soluções são equações geralmente transcendentais e é mais fácil para simplesmente gere uma solução numérica diretamente de equações (1) e (11).

A análise numérica é começada dividindo uma parede cilíndrica em pequeno seções concêntricas. A seção atravessada da parede é mostrada em Figura 4.

bse4x130.gif (437x600)

FIGURE 4  
 Parameters For a Finite  
 Difference Numerical  
 Calculation of Heat Loss  
 Through a Cylindrical  
 Combustion Chamber



Ignorando fim efetua, a equação de condução de calor para este cylindricallly geometria simétrica se torna <veja equação 31>

bsexeq31.gif (105x600)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\alpha}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \quad (31)$$

Procedimentos numéricos standards (4) dê para a temperatura [mm] a ponto i (figura 4 indica como i é determinado) e tempo n <veja equação abaixo>

bsexeq32.gif (200x600)

$$\frac{\partial T_i^n}{\partial r} = \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2\Delta r} + O(\Delta r)^2 \quad (32)$$

$$\frac{\partial^2 T_i^n}{\partial r^2} = \frac{T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n}{(\Delta r)^2} + O(\Delta r)^2 \quad (33)$$

$$\frac{\partial T_i^n}{\partial t} = \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\Delta t} + O(\Delta t) \quad (34)$$

Onde [omicron] () é a ordem do erro de mutilação que é o resultado de terminar a expansão de série.

Usando estes <veja equações 35> equações, para pontos dentro da parede,

bsexeq35.gif (105x600)



$$\frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\alpha \Delta t} = \frac{T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n}{(\Delta r)^2} + \frac{1}{i \Delta r} \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2 \Delta r} \quad (35)$$

onde o valor [r.sub.i] é determinado através de i[delta]r ou, equivalentemente, <veja equação 36>

bsexeq36.gif (60x600)

$$T_i^{n+1} = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \left[ \left[ 1 - \frac{1}{2i} \right] T_{i-1}^n - 2T_i^n + \left[ 1 + \frac{1}{2i} \right] T_{i+1}^n \right] + T_i^n \quad (36)$$

À superfície condiona o limite, equação (11), é, <veja equação abaixo>

bsex138.gif (167x437)

$$-k \left[ \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2 \Delta r} \right] + h_g T_i^n = h_g T_g$$

and

$$k \left[ \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2 \Delta r} \right] + h_a T_i^n = h_a T_a$$

chegar à superfície interna,  $i=[i.sub.1]$  <veja equação 37>

bsexeq37.gif (75x600)

$$T_i^{n+1} = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \left[ \left[ 1 - \frac{1}{2i} \right] \left[ T_{i-1}^n + \frac{2\Delta r h_b}{k} (T_g - T_i^n) \right] \cdot 2T_i^n + \left[ 1 + \frac{1}{2i} \right] T_{i+1}^n \right] + T_i^n \quad (37)$$

e à superfície exterior  $i-[i.sub.2]$  <veja equação 38>

bsexeq38.gif (75x600)

$$T_i^{n+1} = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \left[ \left[ 1 - \frac{1}{2i} \right] T_{i-1}^n \cdot 2T_i^n + \left[ 1 + \frac{1}{2i} \right] \left[ T_{i-1}^n + \frac{2\Delta r h_a}{k} (T_a - T_i^n) \right] \right] + T_i^n \quad (38)$$

em lugar de equação (36).

Várias modificações simples disto são mais com precisão possíveis para reflita as condições dentro de um fogão.

Primeiro, a ambas as superfícies internas e exteriores o convective aquecem transferência podem ser modificadas condições de limite para incluir transferência de calor brilhante. Equação modificando C-12, isto pode ser escrita como <veja equação 39a>

bsexeq39.gif (75x600)

$$h_g \rightarrow h_g + \sigma A_f F_{fw} \left[ \frac{\beta T_f^4 + T_p^4 - 2T_i^4}{T_g - T_i} \right] \quad (39a)$$

onde  $i=[i.sub.1]$ , quer dizer,  $i$  é a superfície interna; e <veja equação abaixo>

bsexeq40.gif (84x437)

$$h_a \rightarrow h_a + \sigma \epsilon_w A \left[ \frac{T_i^4 - T_A^4}{T_i - T_A} \right]$$

para  $i=[i.sub.2]$ , a parede exterior. Nestes equações,  $[\sigma]$  é o Stefan-Boltzmann constante,  $UM$  é a área do fundo de panela e firebed, e  $[F.sub.fw]$  é a visão fator entre o firebed e a parede de câmara de combustão. O fator  $[\beta]$  reduz o tamanho efetivo do fogo como não cobre geralmente o firebed inteiro mas mais normalmente só o centro meio diâmetro.  $[T.sub.f]$  é o temperatura à qual o firebed radia e  $[T.sub.p]$  é a temperatura de panela. Na segunda equação,  $[[\epsilon] .sub.w]$  é o emissivity e  $UM$  é a área do parede. O emissivity está perdendo na primeira equação porque é assumida igual a 1. Isto é razoável como o interior será enegrecida e mais adiante esta suposição evita as complicações de reflexões múltiplas no lado de dentro superfícies. O fator de visão que  $F$  está perdendo pelo segundo equação porque é igual a 1.0--o fogão está radiando uniformemente fora em todas as direções. Finalmente, deveria ser notado que as temperaturas e perdas de calor predisseram por este programa é para a câmara de combustão só e só para um único poder de fogão--normalmente alto. Predizer o valores para um fogão inteiro a área exterior e área de interior expôs os gases quentes devem ser aumentados adequadamente enquanto mantendo o interior área expôs ao calor brilhante do fogo o mesmo.

As segundas contas de modificação para a perda de calor crescente do superfície exterior como esquentado devido a convective crescente aqueça transferência. Elevações de ar mornas. O mais quente a parede exterior o mais esquentado o ar ambiente adjacente e o mais rápido sobe, enquanto aumentando o convective transferência de calor para isto até mesmo mais. Correlações para este fator, transmissão natural por um prato vertical aquecido ou cilindro, é determinado dentro mais básico textos e é listada em Apêndice B. A forma usou aqui para o exterior convective aquecem coeficiente de transferência é de referência (5): <veja equação abaixo>

bsex139.gif (108x393)

$$h = 1.42 \left[ \frac{T_i - T_a}{L} \right]^{0.25} \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

onde  $i=[i.\text{sub}.2]$ , e  $L$  é a altura do prato, ou neste caso, a combustão câmara.

O desempenho do fogão de metal nu, em particular, será afetado por este coeficiente de transferência de calor exterior variável devido a seu geralmente temperaturas mais altas. Semelhantemente, o desempenho do fogão de metal nu será afetada mais fortemente pelo vento que vá o desempenho de metal separado, barro incendiado, ou fogões concretos. Porém, como é cozinhar quase sempre feita em locais protegidos não é esperada que isto seja um consideração importante.

Reduzir a perda de calor da parede de metal nua, geometrias de parede dobro, com um espaço de ar morto pode ser considerada. Para este caso as mesmas equações como sobre solicite cada parede separadamente, mas as condições de limite entre as duas paredes deve ser modificada. Em particular, o calor efetivo

transfira coeficiente por um espaço de ar morto é empiricamente determinado por referência (5). <veja equação 41>

bsexeq41.gif (117x600)

$$h = 3.936 \cdot 10^{10} (CH)^{-0.111} \left[ \frac{(T_1 - T_2)^{0.25}}{(T_1 + T_2)^{0.317}} \right] \text{ W/mK} \quad (41)$$

onde [delta] é o espaço entre as duas paredes, CH é a câmara de combustão altura, e [T.sub.1] e [T.sub.2] é as temperaturas de superfície do dois revestimento paredes.

Alternativamente, podem ser usados insulants de peso leve. Novamente as anteriores equações é duas vezes usado, primeiro calcular a condução de calor pelo primeiro parede, então pelo isolamento. Neste caso, o limite condicione entre as paredes e insulant é determinado fixando o revestimento deles/delas superfícies à mesma temperatura (removendo o radiative e convective condições de transferência de calor), e fixando os fluxos de calor deles/delas igualam à superfície entre as duas paredes; <veja equação 42>

bsexeq42.gif (94x600)

$$k_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = k_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} \quad (42)$$

onde  $[k.sub.1]$ ,  $[T.sub.1]$  e  $[k.sub.2]$ ,  $[T.sub.2]$  é as condutividades térmicas e temperaturas de a parede e insulant ao ponto de contato.

Programas de computação em Microsoft básico para a Maçã é listado o Macintosh debaixo de junto com uma mesa (Mesa 5) dos parâmetros usados. A produção é

bsextab5.gif (600x600)

TABLE 5  
Parameters Used In Combustion Chamber Heat Loss Calculation

	Mud or Concrete	Fired Clay	Single Metal	Double Metal Wall		Insulated Metal	
				Inner	Outer	Metal	Insulation
Combustion Chamber							
Dimensions							
inner radius, m	.15	.15	.15	.15	.17	.15	.152
outer radius, m	.17-.27	.17	.152	.152	.172	.152	.153-.17
height*, m	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
Inner Surface Convective							
Heat Transfer Coefficient, W/m <sup>2</sup> K	10	10	10	10	eqn. (40)	10	--
Emissivity							
inner surface	1.0	1.0	1.0	1.0	.1-.9	1.0	--
outer surface	.93	.93	0.6	.1-.9	.1-.9	--	0.1
Specific Heat, J/kgK	880	840	475	475	475	475	670
Density, kg/m <sup>3</sup>	2000	1800	7800	7800	7800	7800	200
Conductivity, W/mK	1.2	0.45	40	40	40	40	0.05
Temperature, K							
ambient	300	300	300	--	300	--	300
combustion gas	700	700	700	700	--	700	--
fire (radiant)	1000	1000	1000	1000	--	1000	--
Time Increment							
seconds	30	7.5	0.04	0.04	0.04	0.04	2
Number of Nodes							
Within Wall	10	8	2	2	2	2	4

\*note that end effects are ignored in this calculation

apresentada nas figuras no texto, capítulo III, e discutiu lá. Além disso, para os gráficos de produção de computador apresentados em Capítulo III, outros dados de interesse que foi gerado por esta rotina numérica inclua: A perda de parede integrada como uma função de tempo; A perda de parede como uma função de níveis diferentes de convective de parede interior ou radiative cargas de calor; e transferência brilhante da parede para a panela (Apêndice C).

A rotina numérica discutida acima é estável (4) se <veja equação 43>

bsexeq43.gif (84x600)

$$\frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \leq 0.5 \quad (43)$$

A rotina numérica também foi testada para assegurar que convergiu para extorquir firmar-estado soluções analíticas e fez tão independentemente do tamanho de o passo de tempo, t, ou tamanho de nodo, r. Convergência era excelente em todos os casos testada. A desvantagem primária desta rotina numérica, porém, era o tempo muito pequeno pisa necessário quando [alfa] era grande--como para metal fogões. Isto conduziu para correr tempos de várias horas em tais casos. Entre o métodos disponível por acelerar este cálculo em tais casos estão usando " compilada " em lugar de " interpretou básico " e através de optimisation cuidadoso de o próprio código de computador. Estas tarefas são deixadas ao leitor interessado.

#### PROGRAMAS DE COMPUTAÇÃO PARA COMBUSTÃO CÂMARA PAREDE PERDA

Programa 1:

```
1 REM ESTE PROGRAMA CALCULA A PERDA DE CALOR DE UMA ÚNICA PAREDE CÂMARA DE COMBUSTÃO CILÍNDRICA
5 CLS: BUZINE
```



7 CLARO

50 LPT1 " ABERTO ": PARA PRODUÇÃO COMO #1  
 89 IMPRESSÃO " ENTRA EM O NÚMERO DE PONTOS DE NODAL PARA A TEMPERATURA A SER CALCULADA A NA PAREDE "  
 90 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM NÚMERO DE PASSOS S EM X, S)=2, S ="; S  
 91 IMPRESSÃO #1, " O NÚMERO DE TEMPERATURA PONTOS DE NODAL SÃO "; S  
 92 REM PARA UM FOGÃO CONCRETO S É TÍPICAMENTE 1 POR CM; PARA UM METAL FOGÃO 1 POR MM.  
 99 REM O DOIS MATRICES TT(I) E TN(I) É OS VALORES DA TEMPERATURA NO MOMENTO ATUAL,  
 TT, E O DA PRÓXIMA VEZ, TN  
 100 TT(S ESCURO), TN(S)  
 150 IMPRESSÃO " ENTRA EM RÁDIO INTERNO E EXTERIOR E ALTURA DA CÂMARA " DE COMBUSTÃO  
 151 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM RA, RZ, CH "; RA, RZ, CH,  
 152 IMPRESSÃO #1, " AS DIMENSÕES DE CÂMARA DE COMBUSTÃO SÃO "  
 153 IMPRESSÃO #1, " RA ="; RA, " RZ ="; RZ, " CH ="; CH  
 154 REM PARA UM FOGÃO CONCRETO VALORES TÍPICOS SÃO RA = .15, RZ = .25, E CH = .15  
 199 IMPRESSÃO " ENTRA EM CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE INTERNO E EMISSIVITY EXTERNO DE FOGÃO "  
 200 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM HA, EE "; HA, EE,  
 QUE 201 IMPRESSÃO #1, " O CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE INTERNO E EMISSIVITY EXTERNO SÃO "  
 202 IMPRESSÃO #1, " HA ="; HA, " EE ="; EE  
 203 REM O EMISSIVITIES DA PAREDE INTERIOR, O FOGO, E AMBIENTE É ASSUMIDA QUE É 1.0  
 204 REM HA TEM TÍPICAMENTE 10 ANOS E EE TEM .1 A 1 ANOS.  
 209 IMPRESSÃO " ENTRA EM A CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE, E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA PAREDE " DE FOGÃO  
 210 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM HC, HD, HK "; HC, HD, HK,  
 QUE 211 IMPRESSÃO #1, " A CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE, E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA PAREDE SÃO "  
 212 IMPRESSÃO #1, " HC ="; HC, " HD ="; HD, " HK ="; HK  
 213 REM PARA UM FOGÃO CONCRETO VALORES TÍPICOS SÃO HC=880, HD=2000, E HK=1.  
 219 IMPRESSÃO " ENTRA EM INCREMENTO DE TEMPO, NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS DE TEMPO SER CALCULADA POR, E  
 O P'TH TEMPO INTERVALO A SER IMPRIMIDO "  
 220 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM DT, NT, PT "; DT, NT, PT  
 221 IMPRESSÃO #1, " O INCREMENTO DE TEMPO, O NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS, E OS TEMPOS DE IMPRESSÃO SÃO "  
 222 IMPRESSÃO #1, " DT ="; DT, " NT ="; NT, " PT ="; PT  
 223 REM VALORES TÍPICOS PARA UM FOGÃO CONCRETO SÃO DT=60, NT=600, E PT =20. PARA FOGÕES DE METAL DT  
 DEVE SER REDUZIDO EM PARTICULAR DRASICAMENTE A ASPERAMENTE .04  
 400 DR=(RZ-RA)/S ' ESTE É O INCREMENTO NO RÁDIO ENTRE NODOS  
 420 I1=RA/DR ' ESTE É O VALOR DO PRIMEIRO NODO, ENQUANTO MEDINDO DA ORIGEM EM UNIDADES DE DR  
 430 AA=HK/(HD\*HC) ' ESTE É O DIFFUSIVITY TÉRMICO  
 500 BB=AA\*DT/DR^2 ' o Seu É O FATOR de ESTABILIDADE PARA AS EQUAÇÕES de DIFERENÇA ABAIXO  
 510 IMPRESSÃO #1, " O FATOR DE ESTABILIDADE É ", ENQUANTO USANDO " ##. ###^ ^ ^ ^"; BB

```

511 REM O FATOR DE ESTABILIDADE DEVE SER MENOS QUE 0.5
520 SE BB) = .5 6070 220
529 IMPRESSÃO " FIXOU O AMBIENTE, SUPRA COM GÁS, E TEMPERATURAS " DE FOGO
530 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM TA, TG, TF "; TA, TG, TF,
531 IMPRESSÃO #1, " O AMBIENTE, SUPRA COM GÁS, E TEMPERATURAS DE FOGO SÃO "
532 IMPRESSÃO #1, " TA = " ;TA, " TG ="; TG, " TF ="; TF
533 REM VALORES TÍPICOS SÃO TA=300, TG=700, E TF=1000
550 SGM = .000000056697 #' O STEFAN-BOLTZMANN CONSTANTE 5.6697D-08
551 TP=373 ' A TEMPERATURA DE PANEIA EM GRAUS KELVIN
552 FV1=(CH/RA)^2+2!
553 FV--RA*(1! - .5*(FV1-(FV1^2-4!) ^ .5)) / (2*CH) ' O VIEWFACTOR BETWEEN BRILHANTE O FIREBED E ST
OVE PAREDE
554 IMPRESSÃO #1, " O VIEWFACTOR É "; FV
560 PARA I=0 PARA S STEP 1 ' JOGO AS TEMPERATURAS PARA AMBIENTE
561 TT(I)=TA
562 TN(I)=TA
563 LOGO EU
600 BA=2!*DR*HA/HK ' ESTE FATOR É PARA A SUPERFÍCIE INTERIOR CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA
630 P=1! ' P É UMA CONTA DE FORMA QUE VALORES É IMPRESSO QUANDO CADA VALOR DE PT-TH É ALCANÇADO
640 TOTQ--0 ' ESTA É A PERDA DE CALOR INTEGRADA
650 IMPRESSÃO #1, " TEMPO "; ' UM COLUNA ENCABEÇANDO
651 PARA JS=0 PARA S STEP EU ' TÍTULOS DE COLUNA
652 IMPRESSÃO #1, " TEMP";JS,;
653 PRÓXIMO JS
654 IMPRESSÃO #1, PERDA " DE " CALOR; ' COLUNA ENCABEÇANDO
655 IMPRESSÃO #1, " TOTAL " ' COLUNA ENCABEÇANDO
700 PARA W-1 PARA NT PASSO 1 ' ITERATE PELOS VALORES DE TEMPO
705 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE INTERIOR
708 REM QUE O FATOR .5 CRONOMETRA TF É USADO PARA RESPONDER POR SER DE FOGO LIMITOU PARA CENTRAR MEIO DIA
METRO DE DE FOGÃO, SEU EGO PROTEGENDO, E OUTROS FATORES QUE REDUZEM SEU FLUXO BRILHANTE PARA
PAREDE DE . O MESMO VIEWFACTOR FOI INDIFERENTEMENTE USADO.
709 BAR=2!*DR*SGM*FV * (.5*TF^4+TP^4-2!*TT(0)^4)/HK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA INTERIOR
710 TN(0)=BB*((1-1/(2*11)) * (TT(1)+BAR+BA*(TG-TT(0))) -2*TT(0)+(1+1/(2*11)) *TT(1) )+TT(0)
740 SM=S-1
750 PARA I=1 PARA SM STEP 1 ' CALCULE AS TEMPERATURAS PARA OS NODOS DENTRO DA PAREDE SUCCESSIVELY
755 I2=I1+I ' NOTA QUE MATRIZ AVALIA TT(I) COMEÇO PARA I=0 ENQUANTO OS COMEÇOS DE POSIÇÃO DE PAREDE A I1+I
760 TN(I)=BB*((1-1/(2*I2)) *TT(I-1)-2*TT(I)+(1+1/(2*I2)) *TT(I+1) )+TT(I)

```

```

765 LOGO EU
790 19=I1+S
791 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE EXTERIOR
792 BZ=2!*DR*1.42*(TT(S)-TA) ^ .25/(HK*CH ^ .25) ' CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE EXTERIOR
793 REM O VIEWFACTOR PARA AMBIENTE É 1.0
794 BZR=2!*DR*EE*SGM*(TT(S)^4-TA^4)/HK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA EXTERIOR
795 TN(S)=BB*((1-(2*I9)) *TT(SM)-2*TT(S)+(1+(2*I9)) * (TT(SM)-BZR+BZ*(TA-TT(S))) )+TT(S)
799 REM CALCULATE A PERDA DE CALOR NA PAREDE INTERNA DA CÂMARA DE COMBUSTÃO.
800 QQ=-CH*HK*RA*6.283185#*(TN(1)-TN(0)) /DR
801 TOTQ=TOTQ+QQ*DT
900 X=P*PT
910 SE N <X GOTO 1000 ' CONFERE PARA VER SE VALOR DE PT É CRUZADO E SE OU NÃO IMPRIMIR NODO
TEMPERATURES
920 QT=N*DT/60 ' O TEMPO EM MINUTOS
925 IMPRESSÃO #1, USANDO " ####. ##"; QT;
930 PARA IZ=0 PARA S STEP 1
936 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. #"; TN(IZ);
937 PRÓXIMO IZ
938 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. ##"; QQ;
940 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. #"; TOTQ
950 P=P+1 ' P PICK FIXO FORA PRÓXIMO VALOR PT POR IMPRIMIR
1000 PARA 1=0 PARA S STEP 1
1010 TT(I)=TN(I) ' TEMPERATURAS FIXAS, TT, DURANTE TEMPO ATUAL IGUAL A ESSES, TN, DURANTE TEMPO DE FUTURO EM
PREPARAÇÃO DE PARA PRÓXIMA REPETIÇÃO
1020 LOGO EU
1100 PRÓXIMO N
1499 BUZINAM
1500 FIM

```

Program 2:

```

1 REM ESTE PROGRAMA CALCULA PERDA DE CALOR DE UMA PAREDE DOBRO CÂMARA DE COMBUSTÃO CILÍNDRICA
5 CLS
7 CLARO
50 LPT1 " ABERTO ": PARA PRODUÇÃO COMO #1
55 IMPRESSÃO " QUE TODAS AS UNIDADES ESTÃO EM QUILOGRAMAS, METROS, E SEGUNDOS "
89 IMPRESSÃO " ENTRA EM NÚMERO DE NODOS PARA TEMPERATURA SER CALCULADA A EM PAREDES "

```

90 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM NÚMERO DE NODOS,  $\geq 2$ , EM PAREDE 1, S, PAREDE 2, ZS "; S, ZS,  
91 IMPRESSÃO #1, " O NÚMERO DE NODOS DE TEMPERATURA NAS PAREDES É "; S, ZS,  
92 REM PARA UM FOGÃO VOLUMOSO, S É TÍPICAMENTE 1 POR CM; PARA UM METAL FOGÃO 1 POR MM.  
99 REM O MATRIZES TT(I), TN(I), ZTT(ZI), E ZTN(ZI) É OS VALORES DA TEMPERATURA AO  
CORRENTE TEMPO, TT & ZTT, E O DA PRÓXIMA VEZ, TN & ZTN  
100 TT(S ESCURO), TN(S), ZTT(ZS), ZTN(ZS)  
150 IMPRESSÃO " ENTRA EM RÁDIO INTERNO E EXTERIOR DE PAREDE " INTERNA  
151 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM RA, RZ "; RA, RZ,  
152 IMPRESSÃO #1, RÁDIO DE PAREDE " INTERNOS SÃO ";  
153 IMPRESSÃO #1, " R4 ="; RA, " RZ ="; RZ  
155 IMPRESSÃO " ENTRA EM RÁDIO INTERNO E EXTERIOR DE PAREDE " EXTERIOR  
156 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM ZRA, ZRZ "; ZRA, ZRZ,  
157 IMPRESSÃO #1, RÁDIO DE PAREDE " EXTERIORES SÃO ";  
158 IMPRESSÃO #1, " ZRA ="; ZRA, " ZRZ ="; ZRZ  
160 IMPRESSÃO " ENTRA EM ALTURA " DE CÂMARA DE COMBUSTÃO  
161 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM CH "; CH  
162 IMPRESSÃO #1, ALTURA DE CÂMARA DE " COMBUSTÃO IS; CH  
170 IMPRESSÃO " ENTRA EM CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE " INTERNO  
171 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM HA "; HA  
172 IMPRESSÃO #1, " O CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE INTERNO É "; HA  
175 IMPRESSÃO " ENTRA EM EMISSIVITY EFETIVO ENTRE AS PAREDES E A PAREDE EXTERIOR EMISSIVITY " EXTERNO  
176 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM EE, ZEE "; EE, ZEE,  
177 IMPRESSÃO #1, " RADIATIVE COUPLING ENTRE PAREDES, E EMISSIVITY EXTERIOR SÃO "  
178 IMPRESSÃO #1, " EE ="; EE, " ZEE ="; ZEE  
179 REM O EMISSIVITIES DE SUPERFÍCIE INTERIOR, FOGO E AMBIENTE É ASSUMIDA QUE É 1.0  
180 IMPRESSÃO " ENTRA EM CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE, E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE PAREDE " INTERNA  
181 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM HC, HD, HK "; HC, HD, HK,  
QUE 182 IMPRESSÃO #1, " A CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA PAREDE INTERNA SÃO "  
183 IMPRESSÃO #1, " HC ="; HC, " HD ="; HD, " HK ="; HK  
190 IMPRESSÃO " ENTRA EM CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE, E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE PAREDE " EXTERIOR  
191 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM ZHC, ZHD, ZHK "; ZHC, ZHD, ZHK,  
QUE 192 IMPRESSÃO #1, " A CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA PAREDE EXTERIOR SÃO "  
193 IMPRESSÃO #1, " ZHC ="; ZHC, " ZHD ="; ZHD, " ZHK ="; ZHK  
200 IMPRESSÃO " ENTRA O AMBIENTE, SUPRA COM GÁS, E TEMPERATURAS " DE FOGO  
201 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM TA, TG, TF "; TA, TS, TF,  
202 IMPRESSÃO #1, " O AMBIENTE, SUPRA COM GÁS, E TEMPERATURAS DE FOGO SÃO "  
203 IMPRESSÃO #1, " TA ="; TA, " TG ="; TG, " TF ="; TF

```

210 IMPRESSÃO " ENTRA EM INCREMENTO DE TEMPO, NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS DE TEMPO SER CALCULADA POR, E
O P'TH TEMPO INTERVALO A SER IMPRIMIDO "
211 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM DT, NT, PT "; DT, NT, PT
212 IMPRESSÃO #1, " O INCREMENTO DE TEMPO, O NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS, E OS TEMPOS DE IMPRESSÃO
213 IMPRESSÃO #1, " DT ="; DT, " NT ="; NT, " PT ="; PT
300 TOTQ=O! ' ESTA É A PERDA DE CALOR INTEGRADA
400 DR=(RZ-RA)/S: ZDR=(ZRZ-ZRA)/ZS ' ESTE É O INCREMENTO NO RÁDIO ENTRE NODOS
420 I1=RA/DR: ZI1=ZRA/ZDR ' VALOR DE PRIMEIRO NODO, MEDINDO DE ORIGEM EM UNIDADES DE DR
421 QI1P=1+1/(2*I1): ZQI1P=1+1/(2*ZI1)
422 GI1M=1-1/(2*I1): ZQI1M=1-1/(2*ZI1)
423 GI2P=1+1/(2*(I1+S)): ZQI2P=1+1/(2*(ZI1+ZS))
424 QI2M=1-1/(2*(I1+S)): ZQI2M=1-1/(2*(ZI1+ZS))
426 SM=S-1: ZSM=ZS-1
430 AA=HK/(HD*HC): ZAA=ZHK/(ZHD*ZHC) ' ESTE É O DIFFUSIVITY TÉRMICO
500 BB=AA*DT/DR^2: ZBB=-ZAA*DT/ZDR^2 ' ESTABILIDADE FATORA PARA EQUAÇÕES DE DIFERENÇA ABAIXO
510 IMPRESSÃO #1, " O FATOR DE ESTABILIDADE É "; BB, ZBB,
511 REM O FATOR DE ESTABILIDADE DEVE SER MENOS QUE 0.5
520 SE BB >= .5 GOTO 211
521 SE ZBB >= .5 GOTO 211
550 SGM = .000000056697 # ' O STEFAN-BOLTZMANN CONSTANTE 5.6697D-08
551 TP=373 ' A TEMPERATURA DE PANEIA EM GRAUS KELVIN
552 FV1=(CH/RA)^2+2!
553 FV-RA*(1! - .5*(FV1-(FV1^2-4!) ^ .5)) / (2!*CH) ' O VIEWFACTOR BETWEEN BRILHANTE O FIREBED E S
TOVE PAREDE
554 IMPRESSÃO #1, " O VIEWFACTOR É "; FV
560 PARA EU=0 PARA S STEP 1 ' JOGO AS TEMPERATURAS PARA AMBIENTE
561 TT(I)=TA
562 TN(I) =TA
563 NEXT EU
570 PARA ZI=0 PARA ZS STEP 1
571 ZTT(ZI)=TA: ZTN(ZI)=TA
572 PRÓXIMO ZI
600 BA=2!*DR*HA/HK ' ESTE FATOR É PARA A SUPERFÍCIE INTERIOR CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA
630 P=1! ' P É UMA CONTA DE FORMA QUE VALORES É IMPRESSO QUANDO CADA VALOR DE PT-TH É ALCANÇADO
649 SZS=S + ZS + 1
650 PRINT #1, " TEMPO "; ' COLUNA ENCABEÇANDO
651 PARA JS=0 PARA SZS STEP 1 ' TÍTULOS DE COLUNA

```

```

652 PRINT #1, " TEMP";JS,;
653 PRÓXIMO JS
654 PRINT #1, " CALOR PERDA "; ' COLUNA ENCABEÇANDO
655 PRINT #1, " TOTAL " ' COLUNA ENCABEÇANDO
700 PARA N-1 PARA NT PASSO 1 ' ITERATE PELOS VALORES DE TEMPO
705 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE INTERIOR
708 REM O FATOR .5*TF USED 70 CONTA PARA SER DE FOGO LIMITOU PARA CENTRAR MEIO DIÂMETRO DE
FOGÃO DE , SEU EGO PROTEGENDO, E OUTROS FATORES QUE REDUZEM SEU FLUXO BRILHANTE PARA A PAREDE. O
MESMO VIEWFACTOR FOI INDIFERENTEMENTE USADO.
709 BAR=2!*DR*SGM*FV * (.5*TF^4+TP^4-2!*TT(0)^4)/HK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA INTERIOR
710 TN(0)=BB*(QIIM*(TT(1)+BAR+BA*(TG-TT(0))) -2*TT(0)+QI1P*TT(1) )+TT(0)
740 SM=S-1
750 PARA 1=1 PARA SM STEP 1 ' CALCULE AS TEMPERATURAS PARA OS NODOS DENTRO DA PAREDE SUCCESSIVELY
755 12=1/(2*(I1+I))
760 TN(I)=BB*((1-12)*TT(I-1)-2*TT(I)+(I+I2)*TT(I+1) )+TT(I)
765 NEXT EU
791 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE EXTERIOR
792 BZ=(2!*DR/HK)*3.93*(ZRA-RZ) ^ - .1389*CH ^ - .1111*(TT(S)-ZTT(0)) ^ .25/(TT(S)+ZTT(0)) ^ .3171
' CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE EXTERIOR
793 REM O VIEWFACTOR PARA A PAREDE EXTERIOR TEM 1.0 ANOS
794 BZR=2!*DR*EE*SGM*(TT(S)^4-ZTT(0)^4)/HK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA EXTERIOR
795 TN(S)=BB*(QI2M*TT(SM)-2*TT(S)+QI2P*(TT(SM)-BZR+BZ*(ZTT(0)-TT(S)))) *TT(S)
809 ZBAR=2!*ZDR*EE*SGM*(TT(S)^4-ZTT(0)^4)/ZHK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA INTERIOR
810 ZTN(0)=ZBB*(ZQI1M*(ZTT(1)+ZBAR+BZ*(TT(S)-ZTT(0))) -2*ZTT(0)+ZQI1P*ZTT(1) )+ZTT(0)
850 PARA ZI=1 PARA ZSM STEP 1 ' CALCULE TEMPERATURAS PARA NODOS DENTRO DE PAREDE SUCCESSIVELY
855 Z12=-1/(2*(ZII+I))
860 ZTN(ZI)=ZBB*((I-ZI2)*ZTT(2I-1)-2*ZTT(ZI)+(1+Z12)*ZTT(ZI+1) )+ZTT(ZI)
865 PRÓXIMO ZI
891 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE EXTERIOR
892 ZBZ=2!*ZDR*1.42*(ZTT(ZS)-TA) ^ .25/(ZHK*CH ^ .25) ' CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA EXTERIOR COEFFICIEN
T
893 REM O VIEWFACTOR PARA AMBIENTE É 1.0
894 ZBZR=2!*ZDR*ZEE*SGM*(ZTT(ZS)^4-TA^4)/ZHK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA EXTERIOR
895 ZTN(ZS)=ZBB*(2Q12M*ZTT(ZSM)-2*ZTT(ZS)+ZQI2P*(ZTT(ZSM)-ZBZR+ZBZ*(TA-ZTT(ZS))) )+ZTT(ZS)
900 REM CALCULATE A PERDA DE CALOR NA PAREDE INTERNA DA CÂMARA DE COMBUSTÃO.
901 QQ=-CH*HK*RA*6.283185#*(TN(1)-TN(0)) /DR
902 TOTQ=TOTQ+QQ*DT

```

```
905 X=P*PT
910 SE N <X GOTO 1000 ' CONFERE SE VALOR DE PT É CRUZADO E SE IMPRIMIR TEMPERATURAS DE NODO
920 QT=N*DT/60 ' O TEMPO EM MINUTOS
925 PRINT #1, USANDO " ####. ##"; QT;
930 PARA IZ=0 PARA S STEP 1
936 PRINT #1, USANDO " #####. #"; TN(IZ);
937 PRÓXIMO IZ
938 PARA ZI=0 PARA ZS STEP 1
939 PRINT #1, USANDO " #####. #"; ZTN(ZI);
940 PRÓXIMO ZI
948 PRINT #1, USANDO " #####. ##"; QQ;
949 PRINT #1, USANDO " #####. #"; TOTQ
950 P=P+1 ' P PICK FIXO FORA PRÓXIMO VALOR PT POR IMPRIMIR
1000 PARA I=0 PARA S STEP 1
1010 TT(I)=TN(I) ' TEMPERATURAS FIXAS PARA PRÓXIMA REPETIÇÃO
1020 NEXT EU
1030 PARA ZI=0 PARA ZS STEP 1
1032 ZTT(ZI)=ZTN(ZI)
1034 PRÓXIMO ZI
1100 PRÓXIMO N
1499 BEEP
1500 FIM DE
```

Programa 3:

```
1 REM ESTE PROGRAMA CALCULA PERDA DE CALOR DE UMA ÚNICA CÂMARA DE COMBUSTÃO DE PAREDE COMPOSTA
5 CLS
7 CLARO
50 LPT1 " ABERTO ": PARA PRODUÇÃO COMO #1
55 IMPRESSÃO " QUE TODAS AS UNIDADES ESTÃO EM QUILOGRAMAS, METROS, E SEGUNDOS "
89 IMPRESSÃO " ENTRA EM NÚMERO DE NODOS PARA TEMPERATURA SER CALCULADA A EM PAREDES "
90 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM NÚMERO DE NODOS, >=2, EM PAREDE 1, S, PAREDE 2, ZS " S, ZS,
91 IMPRESSÃO #1, " O NÚMERO DE NODOS DE TEMPERATURA NAS PAREDES É "; S, ZS,
92 REM PARA UM FOGÃO VOLUMOSO, S É TÍPICAMENTE 1 POR CM; PARA UM METAL FOGÃO 1 POR MM.
99 REM O MATRICES TT(I), TN(I), ZTT(ZI), E ZTN(ZI) É OS VALORES DA TEMPERATURA AO
CORRENTE TEMPO, TT & ZTT, E O DA PRÓXIMA VEZ, TN & ZTN
100 TT(S ESCURO), TN(S), ZTT(ZS), ZTN(ZS)
```

```
150 PRINT " ENTRAM EM RÁDIO INTERNO E EXTERIOR DE PAREDE " INTERNA
151 INPUT " ENTRAM EM RA, RZ "; RA, RZ,
152 PRINT #1, RÁDIO DE PAREDE " INTERNOS SÃO ";
153 PRINT #1, " RA ="; RA, " RZ ="; RZ
155 PRINT " ENTRAM EM RÁDIO INTERNO E EXTERIOR DE PAREDE " EXTERIOR
156 INPUT " ENTRAM EM ZRA, ZRZ "; ZRA, ZRZ,
157 PRINT #1, RÁDIO DE PAREDE " EXTERIORES SÃO ";
158 PRINT #1, " ZRA ="; ZRA, " ZRZ ="; ZRZ
160 PRINT " ENTRAM EM ALTURA " DE CÂMARA DE COMBUSTÃO
161 INPUT " ENTRAM EM CH "; CH
162 PRINT #1, ALTURA DE CÂMARA DE " COMBUSTÃO É "; CH
170 PRINT " ENTRAM EM CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE " INTERNO
171 INPUT " ENTRAM EM HA "; HA
172 PRINT #1, " O CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE INTERNO É "; HA
175 PRINT ' ENTRE EM A PAREDE EXTERIOR EMISSIVITY " EXTERNO
176 INPUT " ENTRAM EM ZEE "; ZEE
177 PRINT #1, EMISSIVITY " EXTERIOR É "
178 PRINT #1, " ZEE ="; ZEE
179 REM O EMISSIVITIES DE SUPERFÍCIE INTERIOR, SÃO ASSUMIDOS FOGO E AMBIENT PARA SER 1.0
180 PRINT " ENTRAM EM CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE, E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE PAREDE " INTERNA
181 INPUT " ENTRAM EM HC, HD, HK "; HC, HD, HK,
182 PRINT QUE #1, " A CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA PAREDE INTERNA SÃO "
183 PRINT #1, " HC ="; HC, " HD ="; HD, " HK ="; HK
190 PRINT " ENTRAM EM CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE, E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE PAREDE " EXTERIOR
191 INPUT " ENTRAM EM ZHC, ZHD, ZHK "; ZHC, ZHD, ZHK,
192 PRINT QUE #1, " A CAPACIDADE DE CALOR, DENSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA PAREDE EXTERIOR SÃO "
193 PRINT #1, " ZHC ="; ZHC, " ZHD ="; ZHD, " ZHK = "; ZHK
200 PRINT " ENTRAM O AMBIENTE, SUPRA COM GÁS, E TEMPERATURAS " DE FOGO
201 INPUT " ENTRAM EM TA, TG, TF "; TA, PARA, TF
202 PRINT #1, " O AMBIENTE, SUPRA COM GÁS, E TEMPERATURAS DE FOGO SÃO "
203 PRINT #1, " TA ="; TA, " TG = "; TG, " TF ="; TF
210 PRINT " ENTRAM EM INCREMENTO DE TEMPO, NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS DE TEMPO SER CALCULADA POR, E
O TH DE P' CRONOMETRAM INTERVALO SER IMPRIMIDA "
211 INPUT " ENTRAM EM DT, NT, PT "; DT, NT, PT
212 PRINT #1, " O INCREMENTO DE TEMPO, O NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS, E OS TEMPOS " DE IMPRESSÃO
213 PRINT #1, " DT ="; DT, " NT ="; NT, " PT ="; PT
300 TOTQ=O! ' ESTA É A PERDA DE CALOR INTEGRADA
```



```

400 DR=(RZ-RA)/S: ZDR=(ZRZ-ZRA)/ZS ' ESTE É O INCREMENTO NO RÁDIO ENTRE NODOS
420 I1=RA/DR: ZII=ZRA/ZDR ' VALOR DE PRIMEIRO NODO, MEDINDO DE ORIGEM EM UNIDADES DE DR
421 QI1P=-1+1/(2*I1); ZQI1P=1+1/(2*ZII)
422 QI1M=1-1/(2*I1); ZQI1M=I-I/(2*ZLL)
423 GI2P=1+1/(2*(I1+S)): ZQ12P=1+1/(2*(ZII+ZS))
424 Q12M=1-1/(2*(I1+S)): ZQ12M=1-1/(2*(ZII+ZS))
426 SM=S-1: ZSM=ZS-1
430 AA=HK/(HD*HC): ZAA=ZHK/(ZHD*ZHC) ' ESTE É O DIFFUSIVITY TÉRMICO
500 BB=AA*DT/DR^2: ZBB=ZAA*DT/ZDR^2 ' ESTABILIDADE FATORA PARA EQUAÇÕES DE DIFERENÇA ABAIXO
510 PRINT #1, " O FATOR DE ESTABILIDADE É "; BB, ZBB,
511 REM O FATOR DE ESTABILIDADE DEVE SER MENOS QUE 0.5
520 SE BB) = .5 GOTO 1499
521 SE ZBB) = .5 GOTO 1499
550 SGM.000000056697 #! O STEFAN-BOLTZMANN CONSTANTE 5.6697D-08
551 TP=373 ' A TEMPERATURA DE PANEIA EM GRAUS KELVIN
552 FVI=(CR/RA)^2+2!
553 FV=RA*(1! - .5*(FV1-(FV1^2-4!) ^ .5)) / (2*CH) ' O VIEWFACTOR BETWEEN BRILHANTE O FIREBED E ST
OVE PAREDE
554 PRINT #1, ' O VIEWFACTOR É "; FV
560 PARA I=0 PARA S STEP 1 ' JOGO AS TEMPERATURAS PARA AMBIENTE
561 TT(I)=TA
562 TN(1) =TA
563 NEXT EU
570 PARA ZI=0 PARA ZS STEP 1
571 ZTT(ZI)=TA: ZTN(ZI)=TA
572 PRÓXIMO ZI
600 BA=2!*DR*HA/HK ' ESTE FATOR É PARA A SUPERFÍCIE INTERIOR CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA
630 P=1! ' P É UMA CONTA DE FORMA QUE VALORES É IMPRESSO QUANDO CADA VALOR DE PT-TH É ALCANÇADO
649 SZS=S + ZS + 1
650 PRINT #1, " TEMPO "; ' UM COLUNA ENCABEÇANDO
651 PARA JS=0 PARA SZS STEP 1 ' TÍTULOS DE COLUNA
652 PRINT #1, " TEMP";JS,;
653 PRÓXIMO JS
654 PRINT #1, PERDA " DE " CALOR; ' COLUNA ENCABEÇANDO
655 PRINT #1, " TOTAL " ' COLUNA ENCABEÇANDO
700 PARA N=1 PARA NT PASSO 1 ' ITERATE PELOS VALORES DE TEMPO
705 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE INTERIOR

```

```

708 REM O FATOR QUE .5*TF RESPONDE POR SER DE FOGO LIMITOU PARA CENTRAR MEIO DIÂMETRO DE
FOGÃO DE , SEU EGO PROTEGENDO, E OUTROS FATORES QUE REDUZEM SEU FLUXO BRILHANTE PARA A PAREDE. O
MESMO VIEWFACTOR FOI INDIFERENTEMENTE USADO.
709 BAR=21*DR*SGM*FV * (.5*TF^4+TP^4-2!*TT(0)^4)/HK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA INTERIOR
710 TN(0)=88*(QI1M*(TT(1)+BAR+BA*(TG-TT(0))) -2*TT(0)+QI1P*TT(1) )+TT(0)
750 PARA I=1 PARA SM STEP 1 ' CALCULE AS TEMPERATURAS PARA OS NODOS DENTRO DA PAREDE SUCCESSIVELY
755 I2=I/(2*(I1+I))
760 TN(I)=BB*((1-I2)*TT(I-1)-2*TT(I)+(1+I2)*TT(I+1) )+TT(I)
765 NEXT EU
791 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE EXTERIOR
795 TN(S)=BB*(Q12M*TT(SM)-2*TT(S)+QI2P*(TT(SM)+DR*ZHK*(ZTT(1)-TT(SM)) / (ZDR*HK) )+TT(S)
800 ZTN(0)=TN(S)
850 PARA ZI=1 PARA ZSM STEP 1 ' CALCULE TEMPERATURAS PARA NODOS DENTRO DE PAREDE SUCCESSIVELY
855 ZI2=1/(2*(ZII+I))
860 ZTN(ZI)=ZBB*((1-ZI2)*ZTT(ZI-1)-2*ZTT(ZI)+(1+ZI2)*ZTT(ZI+1) )+ZTT(ZI)
865 PRÓXIMO ZI
891 REM CALCULATE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PAREDE EXTERIOR
892 ZBZ=2!*ZDR*1.42*(ZTT(ZS0-TA) ^ .25/(ZHK*CH ^ .25) ' CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA COEFICIENTE EXTERIOR
893 REM O VIEWFACTOR PARA AMBIENTE É 1.0
894 ZBZR=2!*ZDR*ZEE*SGM*(ZTT(ZS)^4-TA^4)/ZHK ' RADIATIVE CALOR TRANSFERÊNCIA EXTERIOR
895 ZTN(ZS)=ZBB*(ZGI2M*ZTT(ZSM)-2*ZTT(ZS)+ZQI2P*(ZTT(ZSM)-ZBZR+ZBZ*(TA-ZTT(ZS))) )+ZTT(ZS)
900 REM CALCULATE A PERDA DE CALOR NA PAREDE INTERNA DA CÂMARA DE COMBUSTÃO.
901 QQ=-CH*HK*RA*6.283185##*(TN(I)-TN(0)) /DR
902 TOTQ=TOTQ+QQ*DT
905 X=P*PT
910 SE N <X GOTO 1000 ' CONFERE SE VALOR DE PT É CRUZADO E SE IMPRIMIR TEMPERATURAS DE NODO
920 QT=N*DT/60 ' O TEMPO EM MINUTOS
925 PRINT #1, USANDO " #####. ##"; QT;
930 PARA IZ=0 PARA S STEP 1
936 PRINT #1, USANDO " #####. #TN(IZ);
937 PRÓXIMO IZ
938 PARA ZI=0 PARA ZS STEP 1
939 PRINT #1, USANDO " #####. #"; ZTN(ZI);
940 PRÓXIMO ZI
948 IMPRESSÃO DE #1,USING " #####. ##" QQ;
949 PRINT #1, USANDO " #####. #"; TOTQ
950 P=P+1 ' P PICK FIXO FORA PRÓXIMO VALOR PT POR IMPRIMIR

```

```
1000 PARA I=0 PARA S STEP 1
1010 TT(I)=TN(I) ' TEMPERATURAS FIXAS PARA PRÓXIMA REPETIÇÃO
1020 NEXT I
1030 PARA ZI=0 PARA ZS STEP 1
1032 ZTT(ZI)-ZTN(ZI)
1034 PRÓXIMO ZI
1100 PRÓXIMO N
1499 BEEP
1500 FIM DE
```

#### APÊNDICE B: TRANSMISSÃO

Há numerosos textos, como esses listadas como Referências (1-5), o qual discuta convective aquecem transferência em detalhes.

Como descrita em Capítulo III, convective aquecem transferência acontece quando um líquido ou fluxos de gás, levando calor de um ponto para outro seguiram por condutivo transferência de calor entre os recentemente chegaram gás ou líquido e os materiais previamente there. Contrast isto com transferência de calor condutiva que só está devido a interação direta entre partículas individuais. Analisando convective aquecem transferência é então muito mais difícil que analisando transferência de calor condutiva porque ambos o movimento do próprio fluido e os processos de transferência de energia devem ser estudados simultaneamente.

Análise de transferência de calor de convective começa derivando a continuidade, e o impulso e equações de conservação de energia para o fluido. devido a a complexidade do jogo resultante de equações, eles normalmente são simplificada às " equações de camada " de limite, assim chamou porque o simplificação está baseado na observação que a maioria da resistência para transferência de calor entre um fluido e um sólido está concentrado dentro um magro camada " de " limite próximo ao solid. A velocidade do fluido varia dramaticamente por esta camada, de zero à parede para a corrente principal avalie a seu edge. exterior que Isto é mostrada em Figura III-7. Dentro disto camada de limite, transferência de calor está por uma interação complexa de condução de calor e transporte de energia pelo fluid. Once comovente por este limite estenda em camadas o calor é levado rapidamente fora pelo sólido, ou alternativamente por

o fluxo popular do fluido.

Com estas simplificações, <veja equações abaixo> para limite dois-dimensional

bsex149.gif (207x600)

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0 \quad \text{Continuity} \quad (1)$$

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu \frac{\partial u}{\partial y} \right) + g(\rho_{\infty} - \rho) - \frac{dp}{dx} \quad \text{momentum conservation} \quad (2)$$

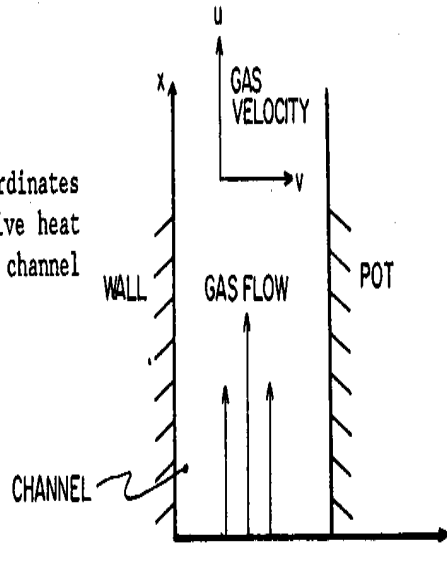
$$\rho u c_p \frac{\partial T}{\partial x} + \rho v c_p \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left( k \frac{\partial T}{\partial y} \right) \quad \text{energy conservation} \quad (3)$$

camada convective natural aquecem transferência se torne (1-5):

onde u e v são as velocidades do gás no x e direções de y; T é a temperatura do gás e p é sua densidade--[rho][infinity] é o ambiente densidade; [mu] é a viscosidade dinâmica do gás; k é a condutividade de o gás; [p] é a pressão e g é a aceleração devido a gravidade. O geometria é mostrada em Figura 1.

bselx152.gif (437x540)

FIGURE 1: Definition of coordinates for the empirical convective heat transfer calculation in channel type stoves.



Limite condicional no caso com uma superfície saltando é tipicamente:

$$u(\text{at } x \rightarrow \infty) = 0 \quad (4a)$$

$$v(\text{at } x \rightarrow \infty) = 0 \quad (4b)$$

$$T(\text{at } x \rightarrow \infty) = [T_{\text{sub.ambient}}] \quad (4c)$$

São usadas condições de inicial para fixar a temperatura inicial comum e velocidade do gás que entra na região que é analisada.

Até mesmo na anterior forma simplificada, estas equações são difíceis resolver e particularmente assim no caso de transmissão natural dominaram fluxos. Em transmissão natural, o caso de interesse para fogões melhorados, a força dirigindo o fluxo do gás quente é sua temperatura mais alta e resultando mais baixa densidade comparou em resumo a seu surroundings., ar quente rises. Mas como sobe, deixa alguma de sua energia a seus ambientes, como a panela ou fogão wall. Como sua temperatura assim diminuições, assim faz o força que impele isto upwards. então Como sua velocidade diminuições, assim faz o taxa a qual dá para cima calor a seus ambientes, e assim por diante. é isto natureza juntada de transmissão natural flui--o gás temperatura determinando seu fluxo e taxas de transferência de calor que em troca determinam seu temperatura--isso faz tais sistemas tão difícil resolver analiticamente ou numerically. Por estas razões, correlações empíricas desenvolveram de são usadas observações experimentais extensivamente analisar e predizer o comportamento de transmissão natural systems. antes do que Estes serão discutidas voltando a técnicas analíticas e numéricas de análise.

Uma variedade de parâmetros e correlações é regularmente usada descrevendo convective aquecem transfer. que Alguns destes são listadas em Mesa 1. Empírico são listadas correlações para uma variedade de situações diferentes em Mesa 2. Mesas completas de tais correlações são determinadas dentro (9-10).

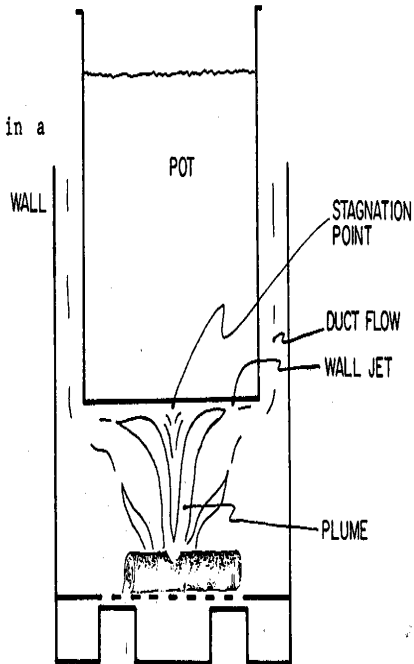
Em fogões melhorados, incluem regimes de fluxo de interesse:

- o A plumagem de gás quente que sobe do fogo;
- o O ponto de estagnação onde o gás quente primeiro encontra a panela;
- o O jato de parede onde o gás quente flui fora e acima ao longo da panela assentam; e
- o O fluxo de tubo onde o gás quente é encanado por uma abertura estreita entre a panela e parede de fogão antes de deixar o fogão.

Estes fluxos diferentes são ilustrados em Figura 2.

bse2x152.gif (486x486)

FIGURE 2: Flow regimes in a channel type stove.



O primeiro em três destes, a plumagem, ponto de estagnação, e jato de parede, possa seja a base para parte das melhorias de eficiência achada em tipo de nozzle fogões (Veja Figura III-8) . O quarto, fluxo de tubo, é um fator primário dentro as melhorias de eficiência acharam em todos os três tipos--multipot, encane, e fogões de nozzle.

o Para o leitor interessado, plumagens de fogo são discutidas extensivamente dentro (3,5,11-13,16). A velocidade do gás na plumagem inicialmente aumentos com altura dentro da chama entretanto diminui lentamente sobre as chamas. A transferência de calor ao ponto de estagnação e ao longo do panela fundo aumenta então um pouco com altura de panela crescente acima o incendeiam; alcançando um máximo só quando os toques de gorjeta de chama a panela (11). Isto compensa a redução parcialmente em transferência de calor brilhante de o firebed para a panela que acontece com panela crescente height. Experimentally, foi achado para canal e fogões de multipot que o Radiative de aquecem transferência é mais importante e aquela transferência de calor melhor é alcançado colocando a panela perto do fogo (17,18) . que Isto pode, porém, aumento emissões de fumaça perigosas.

em contraste, nozzle digitam fogões combinam velocidade de gás crescente dentro a plumagem de fogo com diâmetro de fogão reduzido (Figura III-8) em ordem para aumentam suficientemente velocidade de gás e convective aquecem transferência no panela fundo que compensa para radiative reduzido aquece transferência.

o Estagnação ponto calor transferência é discutida dentro (3,5,11,12,19) . Analytical Foram desenvolvidas soluções de para fluxos de nonreacting e foram achadas em a maioria dos livros de ensino como também em Mesa 1. Quando combustão está levando colocam simultaneamente, a situação grandemente é complicated. Dissociated e intermediário espécies químicas estão presentes e têm uma temperatura forte Dependência de . transferência de calor Significante pode acontecer devido a Difusão-recombinação de processa conduzindo para aquecer transfira taxa muito mais alto que isso predisse no caso de fluxos de nonreacting (12) . O estruturam das chamas (turbulento ou laminar, etc.) também possa fortemente influenciam taxas de transferência de calor (19). Finally, a forma da panela, assentam influências um pouco a transferência de calor (Mesa 2).



o Parede sai a jato, o fluxo livre de gás quente em cima de uma parede sem outro saltar se aparece, é discutida dentro (1-5,11,14). Again, soluções analíticas são prontamente disponível mas deve ser usada com precaução no caso presente de temperaturas altas, temperatura grande diferença, e um fluxo reagindo.

em princípio pelo menos, acrescentando barbatanas ou outros dispositivos ao fundo de panela também poderia aumentar a transferência de calor. Em prática, tais dispositivos vão depressa fuligem e provavelmente resulta dentro abaixo taxas de transferência de calor globais.

o Tubo ou canal fluxo calor transferência é discutida extensivamente em Capítulo III. Um modelo empírico para convective aquece transferência em multipot São apresentados fogões de em referência (21) e dá geralmente resulta semelhante a esses achadas para tipo de canal stoves. UM simples empírico modelam para convective aqueça transferência em fogões de tipo de canal segue.

Análise empírica de Convective Calor Transferência Em Fogões de Canal

O convective aquecem transferência é determinada por

$$Q = hA([T.SUB.1]-[T.SUB.2]) \quad (4)$$

onde h é o coeficiente de transferência de calor; UM é a área de superfície de contato entre o gás quente e o ser de objeto aquecido, e  $([T.sub.1]-[T.sub.2])$  é o diferença de temperatura entre o gás quente e o objeto--neste caso a panela ou parede de fogão.

O parâmetro h ou é experimentalmente determinado ou, em casos especiais, teoricamente. Here a relação

$$NU = HG/K \quad (5)$$

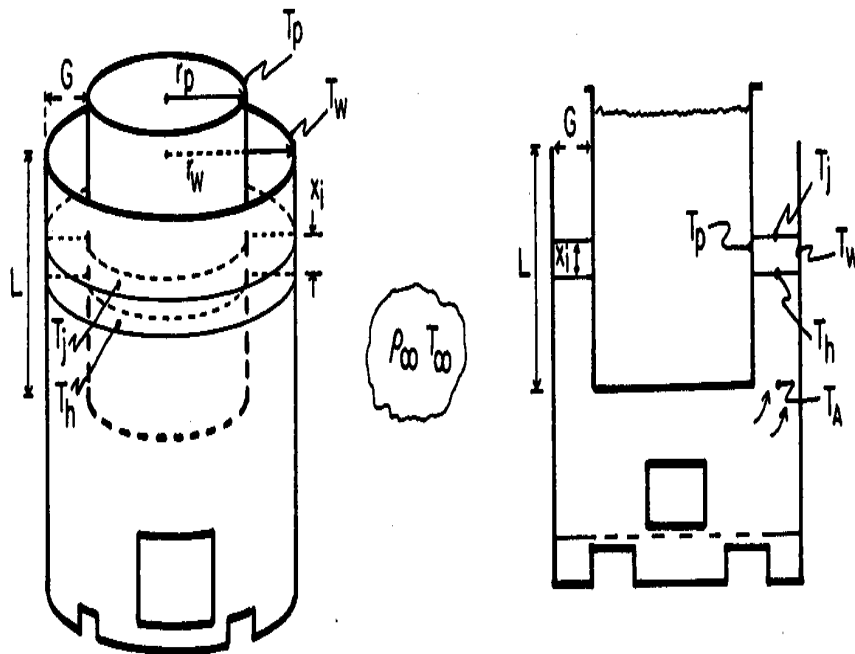
será usada, onde Nu é que o Nusselt numeram, k é a condutividade de ar e G é a largura da abertura de canal pela qual o gás quente é fluindo. Para baixa velocidade transmissão natural em um canal vertical, referência (8) usa Nu=1.0. Forced transferência de calor de transmissão resulta espetáculo Nu=7.541 (3.77 por parede) para fluxo completamente desenvolvido entre constante paredes de temperatura e Nu=4.861 quando uma parede é separada perfeitamente (Mesa 2).

Na região de entrada de um tubo o valor de  $Nu$  é ainda mais alto (1,2,4,9,10) mas serão ignorados tais efeitos de região de entrada aqui como o velocidades de fluxo são baixas e o canal é estreito ( $[Re.sub.G]Pr(G)l$  é pequeno (4).

Agora considere o caso de um um fogão de chimneyless de panela como mostrada em Figura 3.

bse3x152.gif (600x600)

FIGURE 3: Definition of parameters for the empirical convective heat transfer calculation for channel type stoves.



Supra com gás a temperatura [T.sub.a] deixa o fogo e entra no espaço entre a panela e o fogão wall. Este testamento espacial anular seja tratado como planar dentro o modelo. A temperatura alta do gás e assim baixa densidade dá isto um tendência para subir e uma certa pressão é ao mesmo tempo generated., fricção entre o gás e parede de fogão e panela se se opor a esta tendência subir com uma pressão correspondente drop. A velocidade de gás vai aumento ou diminui gaveta exatamente estas duas pressões competindo equilíbrio.

Em passado fluindo a panela e paredes de fogão, uma certa quantia de calor será transferida do gás quente--mudando a pressão assim derruba, velocidades, e convective aquecem transferência que novamente muda quanto calor é perdida do gás, quanto sua temperatura muda, etc.

Considere um segmento muito pequeno do cilindro agora, [X.sub.i], com entrar em gás temperaturas de [T.sub.h] e encerrando temperaturas de gás de [T.sub.j]. que UMA gota de pressão é gerada neste segmento devido a fricção do gás com as paredes em cima de o comprimento [X.sub.i] . Assuming uma velocidade de gás [U.sub.i] e assumindo um kinematic viscosidade [v.sub.i], e densidade [[rho] .sub.i], que são determinados pela temperatura comum naquele segmento

$$[T.SUB.I] = [[T.SUB.H]+[T.SUB.J]/2 \quad (6)$$

A gota de pressão é então determinada por (Mesa 2 e referências 4,9) <veja equação 7>

bsetab20.gif (600x600)



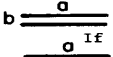

TABLE 2  
Some Recommended Heat Transfer Correlations

FORCED CONVECTION DUCT FLOWS: Fully Developed Laminar Flow

- $Nu_{H1}$ : Average Nusselt number for a uniform heat flux from the wall to the fluid in the flow direction and a uniform wall temperature at a particular flow cross section.
- $Nu_{H2}$ : Average Nusselt number for a uniform heat flux both in the flow direction and around the periphery.
- $Nu_T$ : Average Nusselt number for a uniform wall temperature.
- Re: Average Reynolds number for average velocity  $u$ .
- $D_h$ : Hydraulic diameter. For duct flows  $D_h$  will be approximately  $4A/P$  where  $A$  is the area and  $P$  is the perimeter of the duct. For a rectangular duct,  $D_h = 4ab/2(a+b)$  where  $a$  and  $b$  are the dimensions of a rectangular duct, or  $D_h = D$  where  $D$  is the diameter of a pipe.
- $fRe$ :  $f$  is the Fanning friction factor.  $\Delta P = fReL\rho u/(2D_h^2) = fL\rho u^2/2D_h$  where  $\Delta P$  is the pressure drop and  $L$  is the length of the duct.

Nusselt Numbers and Friction Factors For Various Duct Geometries  
(Properties are to be evaluated at some mean temperature.)

$Re_x = ux/\nu$  ;  $Nu_x = hx/k$  ;  $\overline{Nu}_x = \overline{hx}/k$  ;  $Gr = gx^3\beta\Delta T/\nu^2$  ;  $pr = \nu/\alpha$

Geometry $L/D_h > 100^*$	$Nu_{H1}$	$Nu_{H2}$	$Nu_t$	$fRe_D$
	3.608	3.091	2.976	56.9
	4.364	4.364	3.657	64.0
 If $T_1 = T_2$ then $Nu_1 = 4.0$ ; $Nu_2 = 4.0$	8.235	8.235	7.541	96.0
 INSULATED	5.385	--	4.861	96.0

\* (means that values are evaluated far from the entrance)

Example: For a pipe of diameter  $D$  with constant wall temperature, the table lists  $Nu_p = 3.657$ . The heat transfer coefficient is then  $h = kNu/D$ . For 300 K air flowing through a 0.1 m diameter pipe, far from the en-

bsex153a.gif (77x660)

$$\Delta P_i = [(fRe)x_i \rho_i \nu_i u_i] / 2G^2 \quad (7)$$

Correções devido a efeitos de região de entrada serão ignoradas novamente para  $[\delta] [P.sub.i]$  como eles eram para o valor do número de Nusselt.

Esta gota de pressão é equilibrada pela pressão gerada devido ao diferença de densidade do gás quente,  $[[\rho] .sub.i]$ , comparou para suprir com gás a ambiente, ou <veja equação 8>

bsex153b.gif (69x660)

$$\Delta P_i = gX_i (\rho_w - \rho_i) \quad (8)$$

onde  $g$  é a aceleração gravitacional,  $g=9.8 \text{ m}/[\text{s}.sup.2]$ , e  $[\rho][infinite]$  é o densidade de ar ambiente.

A perda de calor do gás para a panela e paredes de fogão são <veja equação 9>

bsex153c.gif (165x660)

$$\begin{aligned}
 Q &= A_p [Nu_p k_i / G] (T_i - T_p) + A_w [Nu_w k_i / G] (T_i - T_w) \\
 &= 2\pi r x_i k_i [(Nu_p + Nu_w) T_i - Nu_p T_p - Nu_w T_w] / G
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

onde foi assumido que  $G \ll [r.\text{sub}.p][\text{perspective to}][r.\text{sub}.w] [\text{to}]r$  de perspectiva.

Finalmente, o calor perdido às paredes por tempo de unidade está igual ao calor perdida pelo gás quente corrente que determina sua mudança de temperatura. Thus <veja equação 10>

bsexx.gif (78x600)

$$Q = (\text{volume flow rate of gas}) \rho_i c_i (T_h - T_j) = 2\pi r G u_i \rho_i c_i [2(T_h - T_i)] \tag{10}$$

onde  $[c.\text{sub}.i]$  é o calor específico do gás a temperatura  $[T.\text{sub}.i]$  nesta seção do tubo.

Podem ser resolvidos os desconhecidos nas anteriores equações agora for. Setting o equações para gota de pressão igual e para transferência de calor igual, e usando <veja equação abaixo>

bsex154.gif (600x600)

$$\rho_i = P_i / RT_i \quad (11)$$

results in

$$u_i = \frac{2gG^2}{(fRe)\nu_i} \left[ \frac{T_i - T_\infty}{T_\infty} \right] \quad (12)$$

and

$$u_i = \frac{x_i k_i RT_i [(Nu_p + Nu_w)T_i - Nu_p T_p - Nu_w T_w]}{2G^2 Pc_i (T_h - T_i)} \quad (13)$$

where  $P_i \approx P_\infty \approx P$ . Setting these  $u_i$  equal and defining

$$\beta = \frac{4gG^4 \rho_\infty}{(fRe)x_i} \quad \text{and} \quad \xi_i = \frac{k_i \nu_i}{c_i} \quad (14)$$

results in

$$\xi_i T_i^2 (Nu_p + Nu_w) - \xi_i T_i (Nu_p T_p + Nu_w T_w) + \beta T_i^2 - \beta T_i (T_h + T_\infty) + \beta T_h T_\infty = 0 \quad (15)$$



Se um deveria desejar a account para região de entrada efetua, os valores de [beta] (fRe), [Nu.sub.p], e [Nu.sub.w] pode ser ajustada adequadamente.

A condutividade térmica, k, viscosidade de kinematic, m, e v, calor específico, [c.sub.p] de ar é temperatura dependente como mostrada em Mesa 3. Fitting um

bsextab3.gif (600x600)

TABLE 3  
Property Values of Air at Atmospheric Pressure

T °K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ J/kgK	$\mu$ kg/ms	$\nu$ m <sup>2</sup> /s	k W/mK	$\alpha$ m <sup>2</sup> /s	Pr
250	1.4128	1.0053×10 <sup>3</sup>	1.488×10 <sup>-5</sup>	10.53×10 <sup>-6</sup>	0.02227	0.1568×10 <sup>-4</sup>	0.722
300	1.1774	1.0057	1.983	16.84	0.02624	0.2216	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4636	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.27	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.682
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.266	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.624	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.9	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702

reference 4

exponencial a estes dados ao redor de T=800K dá <veja equação abaixo>

bsex16a.gif (348x660)

$$\nu_i = 82.29 \times 10^{-6} (T/800)^{1.626} \quad \text{m}^2/\text{s} \quad (16a)$$

$$k_i = 0.05779 (T/800)^{0.7459} \quad \text{W/mK} \quad (16b)$$

$$c_i = 1.0978 \times 10^3 (T/800)^{0.176} \quad \text{J/kgK} \quad (16c)$$

and thus

$$\xi_i = 1.777 \times 10^{-15} T^{2.2} \quad \text{kgm/s}^2 \quad (16d)$$

Inserindo isto em (15) dá <veja equação 17>

bsexxvii.gif (181x726)

$$1.777 \times 10^{-15} (Nu_p + Nu_w) T_i^{4.2} - 1.777 \times 10^{-15} (Nu_p T_p + Nu_w T_w) T_i^{3.2} + \beta T_i^2 - \beta T_i (T_h + T_\infty) + \beta T_h T_\infty = 0 \quad (17)$$

Para uma temperatura de gás, [T.sub.h], entrando em um segmento [x.sub.i], a temperatura comum [T.sub.i] e conseqüentemente a temperatura saindo [T.sub. ]can seja determinado agora selecionando as raízes fisicamente razoáveis de equação (17) . Determining o calor transfira para um tubo inteiro é agora simplesmente um processo de iterating em cima de cada do [x.sub.i] determinar a entrada condicional ([T.sub.h] )i+1 para o próximo seção [x.sub.i+1] . Destas temperaturas, a pessoa pode calcular o gás comum velocidades, temperatures, aquecem transferências, etc., em cima do comprimento inteiro de o stove. UM cheque útil na solução é que o fluxo de massa <veja equação 18>

bsex18.gif (106x660)

$$\dot{M} = M(\text{kg})/t(\text{sec}) = 2\pi r G u_i \rho_i = 2\pi r G u_{i+1} \rho_{i+1} \quad (18)$$

é constante para o comprimento inteiro do duct. que cuidado Considerável também deve seja levada para escolher a raiz fisicamente razoável [T.sub.i] de equação (17) .

O anterior modelo determina o fluxo taxa e calor transfere dentro o canal que assume uma temperatura de gás inicial à entrada de canal. Em vire, a temperatura de gás e taxas de fluxo determinam a potência de fogo combinada e ar de excesso factor. por exemplo, se é assumido que um terço do energia libertada pelo fogo está nos gases quentes como eles entram no canal, o fator de ar de excesso,  $[\lambda]$ , pode ser determinada resolvendo <veja equação 19>

bsex19.gif (104x726)

$$6 \text{ MJoules} = (1+5\rho_{\infty}\lambda)c_p(T_g - T_a) \quad (19)$$

Aqui, um terço da energia libertado queimando 1 kg de madeira seca foi fixe igual à massa dos tempos de gases quentes o calor específico deles/delas e temperatura sobre ambient. O fator 5 vem do volume de ar precisada para combustão de stoichiometric com 1 kg de wood. Com os calcularam taxas de fluxo e o anterior fator de ar de excesso, a potência de fogo é <veja equação abaixo>

bsex20.gif (118x660)

$$P = 18 \times 10^6 \dot{M} / (1+5\rho_{\infty}\lambda) \text{ watts} \quad (20)$$

Um programa de computação simples que resolve este sistema é fixo e o dados de produção é mostrado no texto (veja nota 20) . devido à falta de precisão nas correlações usadas e para a simplificação excessiva de o próprio modelo, lá tenda a ser algumas divergências da exigência que o fluxo de massa é constante, particularmente para canais muito estreitos, onde a transferência de calor é a maioria do abrupt. que Estas variações normalmente são menos que 10% . Para canais muito estreitos, tipicamente 3 mm ou menos, há também freqüentemente problemas achando as raízes fisicamente razoáveis [T.sub.i] de equação (17) . Finally, estas mesmas simplificações e aproximações feita o modelo chegar o limite de eficiência de repente em lugar de assintoticamente (Figura III-9A) . Practically, estes são de pouco interesse.

Os parâmetros de linha base para este modelo eram [Nu.sub.p]=4.86; [Nu.sub.w]=0; fRe=24; e [T.sub.g] são mostradas =900 K e produção para estes parâmetros em Capítulo III. Que o modelo é geralmente robusto foi verificada através de calor de convective variando transfira coeficientes para a panela e a parede, temperaturas de gás de enseada, tamanho de passo numérico, e uma variedade de outro factors. Em todos os casos o comportamento do modelo geralmente permaneceu por exemplo o same., enquanto mudando o Nusselt numeram para a panela de 1.0 a 8.0 não teve nenhum efeito essencialmente na forma da curva, por exemplo, Figura III-9A, mas o canal abre brecha para um 50% eficiência de canal variou de 4.3 mm ([Nu.sub.p]=1) para 7.2 mm ([Nu.sub.p]=8) .

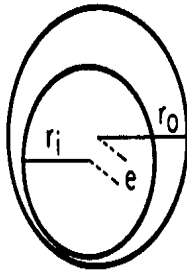
Ambos estes estão totalmente perto da abertura de canal de 6.4 mm para o caso de [Nu.sub. ]p=4.86 (L=5 cm, [T.sub.g]=900 K) . Similarly, aumentando a temperatura de gás de enseada, de 700 K para 1300 K não mudou a forma geral da curva (Figura III-9A); mas só trocou seu position., o canal, por exemplo abra brecha para 50% eficiência de canal mudada de 7.0 mm (700 K) para 8.9 mm (1300 K) para uns 10 cm canal longo.

O anterior modelo assume um canal constante gap. Em prática, a panela vai não seja centrada perfeitamente nem o fogão perfeitamente em volta. Como discutida dentro Capítulo III, isto pode reduzir a transferência de calor fortemente como o ligeiramente seções mais largas tendem a perder quantias muito grandes de calor. A razão para esta é a variação grande em gota de pressão com abertura de canal (equação 7). UMA cunha do tubo com uma abertura ligeiramente maior sofrerá muito gotas de pressão menores,  $1/[G.sup.2]$ , de forma que os gases quentes fluirá fora do

fogão muito mais fácil àquele point. Mesa 4 lista estes pontos em detalhes.

bsextab4.gif (600x600)

TABLE 4  
Pressure Drops and Heat Transfers in Eccentric Annular Ducts



$$e^* = e / (r_o - r_i)$$

$$r^* = r_i / r_o$$

$$fRe = 24 / (1 + 1.5e^*)$$

$e^*$	$fRe(r^*=0.9)$	$Nu_{H1}(r^*=0.9)$
0.00	24.000	8.232
0.01	23.645	8.226
0.10	20.870	7.667
0.20	18.462	6.422
0.40	15.000	4.192
0.60	12.632	2.975
0.80	10.909	2.324
0.90	10.213	2.106
0.99	9.658	1.947

Reference 10



Um cálculo relacionado foi terminado para o convective aqueça transferência para o segundo e painelas subseqüentes de um fogão de multipot e é descrita dentro detalhe dentro (21) . em geral, porém, não são recomendados designios de multipot até mesmo quando a eficiência térmica total deles/delas é alta porque é mesmo difícil controlar a contribuição de calor efetivamente a cada das painelas individualmente de um fogo.

Embora o anterior modelo empírico é útil descrevendo os esperaram tendências no desempenho do tubo com mudanças dimensionais, gás temperaturas, e outros fatores, não é esperada que seja um preciso predictor de performance. para fazer mais com precisão que, análise numérica das equações de camada de limite (1-3) é Referências de necessary. (3,22-25) é revisões particularmente úteis disto.

Para baixas diferenças de temperatura, a aproximação de Boussinesq que fixa  $[\rho]$ ,  $[\mu]$ ,  $k$ , e  $[c.sub.p]$  constante em todos lugares menos o termo  $g([\rho][\infty][\lambda]-[\rho])$  é usado.

Soluções numéricas neste caso para geometrias particulares são determinadas por (26-27), e com dependência de tempo por (33) . Para fogões melhorados, temperatura são achadas diferenças de vários cem graus em cima de distâncias de um poucos millimeters. Debaixo destas condições, a aproximação de Boussinesq é menos preciso (6) e outras técnicas são necessárias, como descrita dentro (3,14,28-29).

Além disso, fluxos em fogões melhorados são dirigidos por forças de flutuabilidade que presentes dificuldades adicionais obtendo soluções numéricas estáveis. Técnicas várias controlavam estas dificuldades são descritas dentro referências (3,23-25,28,30-32).

Só em particular, por fluxos de tubo a geometria de tubo é conhecida e o pressione em equação (2) sobre é um variable. que Isto requer para uma adição para equações (1-3) para lá ser uma solução e é normalmente terminado por requerendo o fluxo de massa no tubo ser constante (3). <veja equação 21>

bsex21.gif (102x798)

$$\int_{duct} \rho u dy = \dot{M} \quad (21)$$

Referências (26-27) então resolve o sistema de equações de diferença gerado de equações (2,3,21) e usa os resultados em equação (1) determinar a velocidade  $v$ . Tal um procedimento não é completamente ego consistent. Dentro contraste, referências (3,31-32) resolve equações (1-3) e varia iteratively de  $p$  até equação (21) é satisfied. Para o leitor interessado, programas de computação detalhados que resolvem estas equações são determinados dentro (3).

Finalmente, é útil para notar da anterior análise que há um número de " fatores de balança " que entram em designio de fogão. Alguns destes é listada em Mesa 5. Como um exemplo, considere o que acontece quando um fogão e são mudadas panela e todas as dimensões associadas em balança por um fator de dois--quer dizer, eles são tudo dobradas (ou halved) em tamanho. Naquele caso, a energia precisou aquecer os aumentos de panela por seu volume ou [tempos de D.sup.3]=[2.sup.3]=8 onde D é o diâmetro de panela, mas a energia disponível do fogo só aumentos por sua área de superfície ou [D.sup.2]=4 times. Este é um resultado do calor ser exigido determinado pelo volume da panela enquanto o calor proveu é asperamente determinado pela área do fire. O efeito em vários outro podem ser calculados aspectos de desempenho de fogão semelhantemente de Mesa 5.

#### MESA 1

Correlações, Definições, e Parâmetros em Convective Calor Transferência

Comprimento característico--a dimensão primária que determina comportamento de sistema:

Para um fluido corrente saltado em só um lado, o comprimento característico, do sistema seria a distância da extremidade principal do que salta parede; para fluxo entre duas paredes seria a distância entre eles; e para fluxo em um tubo seria o diâmetro interno.

Flow: desenvolvido Quando o fluido entrar no tubo primeiro, há rapidamente velocidades fluidas variáveis muito perto da parede de tubo, e um relativamente velocidade de fluxo inalterada constante ao centro do duct. Isto é conhecido como a região de entrada e coeficientes de transferência de calor são um pouco mais alto que avance a jusante. Com distância no tubo, estes se aparecem camadas de limite de fluido (com rapidamente velocidade variável de acordo com a distância da parede de tubo) cresça mais grosso até que eles fundem ao centro do tubo. Que é, o fluxo pelo inteiro Tubo de foi perturbado pela fricção com o wall. Este ponto em é conhecido como a região desenvolvida. Nesta região a velocidade de fluxo tem um perfil parabólico. mais precisamente, é dita que um fluxo de tubo é completamente desenvolveu quando as velocidades de fluxo relativas pela largura de canal já não estão mudando ao longo do comprimento do tubo.

Grashof numeram,  $Gr = \frac{g \beta (T_w - T_f) x^3}{\nu^2}$  onde  $g$  é a dívida de aceleração para gravidade,  $T_w$  é a temperatura de parede, e  $T_f$  é a temperatura fluida longe da parede, e  $x$  é a dimensão característica do sistema.  $Gr$  dá a magnitude da força flutuante relativo para o viscoso force. forças Flutuantes geralmente só são importantes em transmissão natural flui.

Lei de Gás ideal:  $PV = nRT$  onde  $P$  é a pressão,  $V$  é o volume, e  $T$  é temperatura de de  $n$ , verrugas do gás.  $R$  é o gás universal constante  $R = 8.314 \text{ J/[DEGREES]K/MOLE}$ .

Viscosidade de Kinematic,  $\nu = \frac{\mu}{\rho}$  onde  $\rho$  é a densidade fluida.  $\nu$  dá o taxam a qual impulso difunde por um fluido devido a movimento molecular

Flow: de Laminar UM fluxo é laminar de termed quando suas camadas de fluxo, ou agiliza, é liso, até mesmo, bem ordenou, etc. Esta condição regularmente acontece para relativamente baixas velocidades fluidas.

Fluido de Newtonian:  $\tau = \mu \frac{du}{dy}$  por definição de um fluido de newtonian onde  $\tau$  é a tensão de tosquia ou força por área de unidade em uma camada fluida saltando ou se aparecem e estão na direção de fluxo fluido;  $u$  é a velocidade dentro o

Direção de de fluxo fluido,  $x$ , Figura 1; e  $[\mu]$  é a viscosidade dinâmica.

Nusselt numeram,  $Nu$ :  $Nu(x)=[h.sub.x]/k$  onde  $[h.sub.x]$  é o calor de convective local transferem coeficiente,  $x$  é o comprimento característico do sistema, e  $k$  é a condutividade térmica do fluid. Porque  $h$  é aproximadamente dado por  $k/[\delta]$  onde  $[\delta]$  é a espessura do limite térmico local estendem em camadas, o número de Nusselt é  $x/[\delta]$  ou a relação da característica Comprimento de do sistema para as densidades de camada de limite térmicas locais.

Peclet numeram,  $Pe$ :  $Pe=RePr$  O número de Peclet é uma medida do importância relativa de transmissão contra mecanismos de condução dentro o fluido.

Prandtl numeram,  $Pr$ :  $Pr=v/[\alpha]$   $Pr$  é uma medida da habilidade do fluido para impulso difuso,  $v$ , comparado a sua habilidade para difundir calor,  $[\alpha]$ . Para supre com gás, o número de Prandtl é quase constante com temperatura e é aproximadamente .68 para ar.

Rayleigh numeram,  $Ra$ :  $Ra=GrPr$

Reynolds numeram,  $Re(x)$ :  $Re(x)=[u.sub.[infinity]x/v]$  onde  $[u.sub.[infinity]]$  é a velocidade de fluxo livre do fluido e  $x$  é o comprimento característico do system. O número de Reynolds é a relação de forças inerciais no fluido para o forças viscosas. A transição de laminar para fluxo turbulento é descreveu por um valor crítico de  $Re(x)$ . Para fluxo ao longo de uma única parede este valor crítico é tipicamente  $Re=5x[10.sup.5]$ ; para fluxo em um tubo é tipicamente  $Re=2300$ .

Stanton numeram,  $St$ :  $St=h/[\rho]c.sub.p[u.sub.[infinity]]=[Nu/Pe]$  dá a relação de calor de convected transferem que virtualmente transferível se fossem igualadas temperaturas.

Diffusivity térmico,  $[\alpha]$ :  $[\alpha]=k/[\rho]c$  onde  $k$  é a condutividade térmica,  $[\rho]$  é a densidade, e  $c$  é o calor específico do fluid.  $[\alpha]$  dá a taxa ao qual calor pode difundir por uma substância.

Flow: turbulento UM fluxo é termed turbulento quando seu agiliza é fortuitamente intermixed e desordenou. que Esta condição normalmente acontece para

velocidades fluidas relativamente mais altas.

Coefficiente de volume de Expansão, <veja equação>

bsex158.gif (135x230)

$$\beta: \beta = \frac{1}{V} \left[ \frac{\partial V}{\partial T} \right]_P$$

Para gases ideais [beta]=1/T.

MESA 5

que Alguma Balança Conta Designio de Fogão

Panela diameter/fire diâmetro D/D

Panela de para fogão parede canal gap/length G/L

FACTOR BALANÇAS DE COMO

Energia de precisou aquecer uma panela a boiling [D.sup.3]

Energia taxa disponível do fire [D.sup.2]

Máximo fogo tamanho (limitou através de escape) de gás D

Heat transferem dentro de canal DL/G

Pressure gota em canal L/[G.sup.3]

PROGRAMA DE COMPUTAÇÃO PARA MODELO EMPÍRICO DE CONVECTIVE CALOR TRANSFERÊNCIA

```

5 CLS :BEEP
10 CLARO
15 LPT1 " ABERTO ": PARA PRODUÇÃO COMO #1
16 IMPRESSÃO " QUE TODAS AS UNIDADES ESTÃO EM QUILOGRAMAS, METROS, SEGUNDOS, GRAUS KELVIN E WATTS "
17 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM COMPRIMENTO DE CANAL, L, E LARGURA, LL "; L, LL,
20 S=200*L
25 QQ(S ESCURO), VV(S), TT(S)
30 CONTRIBUIÇÃO " ENTRA EM TEMPERATURA DE GÁS, TG "; TG
110 D = .3 `Diameter de panela
112 TW=373: TP=373: TA=300 `Temperatures de parede, panela, e ambiente
115 REM SET NÚMEROS DE NUSSELT E FATOR DE FRICÇÃO COMO DESEJADA
120 NUP=4.86: NUW=0! : FR=24! `NUW=0 corresponde a uma parede perfeitamente separada
130 DA=1.1774 `Ambient arejam densidade
200 TB=TG ` temperatura de jogos a fundo de primeiro segmento igual a entrar em temperatura de gás
300 XI=L/S `Length de segmento
310 B=39.2*DA*LL^4/(FR*XI)
400 PARA J=1 PARA S STEP 1
500 Y=10 temperatura de `Increments por 10 graus em procura para raiz
510 T1=TB
520 F1=1.78E-15*(NUP+NUW)*T1^4.2-1.78E-15*(NUP*TP+NUW*TW)*T1^3.2+B*T1^2-B*(TB+TA)*T1+B*TB*TA
600 PARA 1=1 A 60 PASSO 1
610 T2=T1-Y*I
620 F2=1.78E-15*(NUP+NUW)*T2^4.2-1.78E-15*(NUP*TP+NUW*TW)*T2^3.2+B*T2^2-B*(TB+TA)*T2+B*TB*TA
640 G=F1*F2
650 SE G <=0 GOTO 700 ` confira para ver se cruzou raiz, F=0, entre F1 e F2,
660 F1=F2 ` jogos para cima para próximo cheque determinar crossover
670 PRÓXIMO 1
700 SE Y <=1 GOTO 750
710 Y=1 ` iterates por um incrementos de grau
720 T1=T2+10 ` temperatura de aumentos para isso a crossover de raiz
730 GOTO 520
750 T2=T2+ABS(F2)/(ABS(F1)+ABS(F2)) ` interpolação linear de raiz de T2 de valores de função
810 VI = .0000823*(T2/800) ` 1.626
820 KI = .05779*(T2/800) ` .746
900 QI=3.14*D*XI*KI*NUP*(T2-TP)/LL ` fluxo de calor comum em seção
910 UI=19.6*LL^2*(T2-TA)/(FR*VI*TA) ` velocidade comum em seção
1000 QQ(J)=QI: VV(J)=UI: TT(J)=T2

```

```

1100 TB=2*T2-TB ' calcula temperatura a topo de seção atual e fundo de próxima seção
1200 PRÓXIMO J
1290 SQ=O: SM=O
1400 IMPRESSÃO #1, " L ="; L, " LL ="; LL, " D ="; D
1410 IMPRESSÃO #1, " TG ="; TG, " NUP ="; NUP, " NUW ="; NUW, " FR ="; FR
1450 REM PRINT #1, " TEMP "; HEAT "; VEL "; MASSA "
1500 PARA IP=1 PARA S STEP 1
1510 MF=3.14*D*LL*VV(IP)*DA*TA/TT(IP) ' fluxo de massa em cada seção
1520 GOTO 1530 ' isto evita o passo por passo cópia imprimida
1521 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. ##"; TT(IP);
1522 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. ##"; QQ(IP);
1523 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. ##"; VV(IP);
1524 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. #####"; MF
1530 SQ=SQ+QQ(IP) ' soma de fluxos de calor em cada seção
1535 SW=SM+MF ' soma de fluxo de massa em cada seção
1540 PRÓXIMO IP
1545 MFA=SM/S ' taxa de fluxo de massa comum
1550 CG=1097.8*(TG/800) ' .176 ' calor específico de gás que entra em canal
1555 XSR = .17*(6000000/(CG*(TG-TA)) -1) ' ar de excesso se .33 energia de fogo em gases quentes que entram em canal
1560 PF=18000*MFA/(1+5.885*XSR) ' potência de fogo total para taxa de fluxo de média e fator de ar de excesso assumido
1561 PFQ=MFA*CG*(TG-TA) ' energia total de gases em canal baseado em taxa de fluxo de média
1565 EFT=(TG-TT(S)) / (TG-TA) ' eficiência baseado em mudança de temperatura de gás
1570 EFG=SQ/PFQ ' fluxo de calor para panela obtida somando o Q=hAdT de cada segmento
1575 MFA=SM/S ' taxa de fluxo de gás comum
1580 SQT=EFT*PFQ ' fluxo de calor para panela (nuw=0) baseado em mudança de temperatura em gás
1601 IMPRESSÃO #1, " PF =";
1602 IMPRESSÃO #1, USANDO " ###, #####"; PF;
1603 IMPRESSÃO #1, " EFT =";
1604 IMPRESSÃO #1, USANDO " #. #####"; EFT;
1605 IMPRESSÃO #1, " EFQ ";
1606 IMPRESSÃO #1, USANDO " #. #####"; EFQ;
1607 IMPRESSÃO #1, " QF =";
1608 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. #####"; SQ;
1609 IMPRESSÃO #1, " MFA =";
1610 IMPRESSÃO #1, USANDO " ##. #####"; MFA

```

```
1620 IMPRESSÃO #1, " PFQ =";
1621 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. ###"; PFQ;
1622 IMPRESSÃO #1, " QFT =";
1623 IMPRESSÃO #1, USANDO " #####. #####"; SQT
1700 BUZINAM
1800 FIM
```

#### APÊNDICE RADIAÇÃO DE C:

Todas as substâncias emitem radiação eletromagnética continuamente devido ao movimento molecular e atômico associou com a energia interna do material. No estado de equilíbrio, esta energia interna é proporcional para a temperatura da substância. Textos básicos que discutem radiação e transferência de calor de radiação é listada em detalhes como referências (1-3).

Para radiação eletromagnética em um vazio, o comprimento de onda e frequência está relacionado pela equação <veja equação 1>

bsexel.gif (92x798)

$$\lambda \nu = c$$

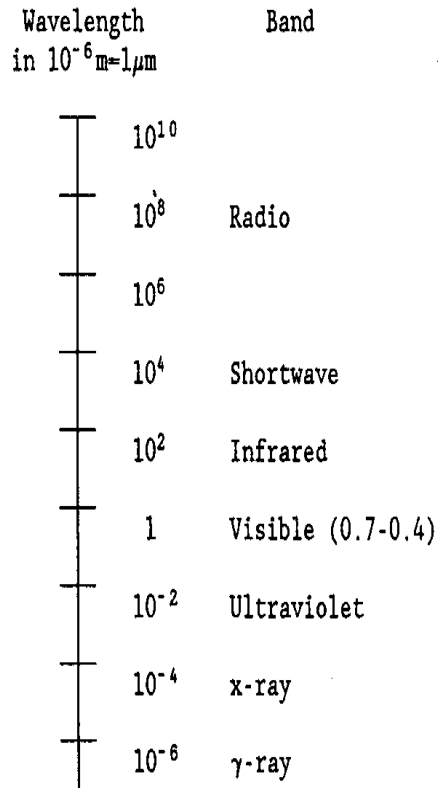
(1)

onde c é a velocidade de luz,  $c=2.998 \times 10^{sup.8}$  m/s. Figure 1 relaciona o

bse1x168.gif (600x600)



**FIGURE 1:**  
The Radiation Spectrum



faixas várias de radiação para o comprimento de onda deles/delas. A energia em um único fóton de radiação é relacionado a sua frequência pela equação <veja equação 2>

bsexex2.gif (90x877)

$$E = h\nu \quad (2)$$

onde h é a constante de Planck,  $h=6.6256 \times 10^{-34}$  Js.

A habilidade de um objeto para emitir radiação é determinada por seu emissivity  $[\epsilon]$  e normalmente é uma função do comprimento de onda da radiação. Mesa 1 listas a média (frequência independente) emissivities para uma variedade de materiais comuns. Semelhantemente, a habilidade de um objeto para absorver radiação normalmente é comprimento de onda dependente e é determinado por  $[\alpha](\lambda)$ . O emissivity e absorptivity de um material são iguais,  $[\alpha](\lambda) = [\epsilon](\lambda)$ .

Objetos que são absorventes perfeitos (emissores),  $[\alpha]=1.0$ , de radiação, embora comprimento de onda é conhecido como blackbodies. Se eles só absorvem um fracione  $0 < [\alpha] < 1.0$  da radiação encontrando eles são conhecidos como graybodies. Refletores perfeitos têm  $[\alpha]=0.0$ .

Para um corpo preto, é radiada energia de calor a uma taxa dada pelo Stefan-Boltzmann lei <veja equação 3>

bsexex3.gif (93x726)

$$Q = \sigma AT^4 \quad (3)$$

onde  $[\sigma]$  é o Stefan-Boltzmann constante,  $[\sigma]=5.6697 \times 10^{-8}$  W/[m.sup.2] [K.sup.4], UM é o área emitindo do objeto em metros quadrados, e T sua temperatura em graus Kelvin. que Isto emitiu radiação tem uma intensidade de máximo ao comprimento de onda dado pela lei de Wien <veja equação 4>

bsexex4.gif (92x798)

$$\lambda_{\max} T = 2897.8 \mu\text{m}^\circ\text{K} \quad (4)$$

Para graybodies, o Stefan-Boltzmann lei é modificada como <veja equação 5>

bsexex5.gif (92x798)

$$Q = \epsilon \sigma AT^4 \quad (5)$$

Como pode ser vista, a energia total radiada por um corpo preto (ou corpo cinza)

é fortemente temperatura dependent. Increasing a temperatura só 10 por cento aumenta a produção de calor por [(1.1) .sup.4] ou quase 50 por cento.

#### MESA 1

Emissance [ $\epsilon$ ] [perpendicular para] Em A Direção De A Superfície Normal

material [degrees]C [ $\epsilon$ ] [perpendicular para]

#### Metais:

Alumínio, rolled luminoso 170 .039  
 , pintura 100 .2 - .4  
 , oxidado a 600[degrees]C 300 .13,  
 Crome, polished 150 .058  
 Passe a ferro, etched luminoso 150 .128  
 , abradado luminoso 20 .24  
 , enferrujado vermelho 20 .61  
 , rolado quente 20 .77  
 " " 130 .60  
 , pesadamente encrostou 20 .85  
 , calor oxidado resistente 80 .613  
 Níquel, matte 100 .041 luminoso,  
 Aço imaculado 301 260 .18  
 Aço 347 imaculado, oxidou  
 a 1100[degrees]C 300 .87  
 Estanhe, sheet férreo estanhado luminoso 38 .08

#### Pinturas:

Branco 100 .925  
 Black matte 80 .970

#### Pigmentos:

LAMPBLACK 52 .94  
 Vela fuligem 52 .95  
 Red ([Fe.sub.2][O.sub.3]) 52 .96

#### Misturado:

Brick, morteiro, gesso 20 .93  
 Concrete 30 .94

Fired barro 67 .91  
Refractory amuram, ordinary 1100 .59  
branco 1100 .29  
cromo escuro 1100 .98  
Sand 25 .90

#### References (1,2)

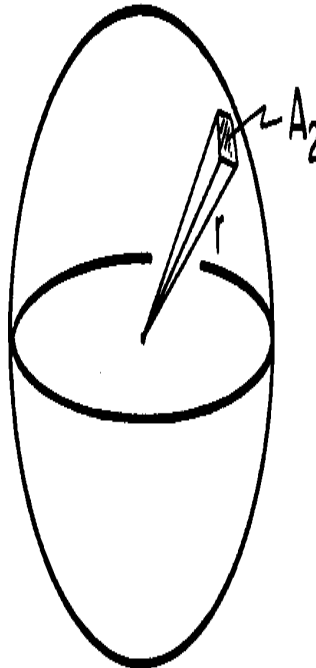
Ao mesmo tempo que um objeto está emitindo energia brilhante que também é absorvendo energia emitida por outros objetos. Um " fator " de visão [F.sub.12] possa então seja definida como a fração de energia total radiada por superfície 1 que que é interceptada por superfície 2.

No caso mais simples de uma fonte de ponto que radia spherically fora, um seção pequena de uma concha esférica circunvizinha interceptará uma fração

([A.sub.2]/4[pi][r.sup.2]) da energia radiada por esta fonte (Figura 2). Assim, nisto

bse2x168.gif (486x486)

FIGURE 2: Point Source Radiating  
to a Spherical Shell.



caso,  $[F_{\text{sub.12}} = A_{\text{sub.2}} / 4[\pi]r_{\text{sup.2}}$ ] e o calor de ponto 1 que chega a se apareça 2 é <veja equação 6>

bsex6.gif (116x726)

$$Q = \frac{\epsilon_1 \sigma A_2 T_1^4}{4\pi r^2} \quad (6)$$

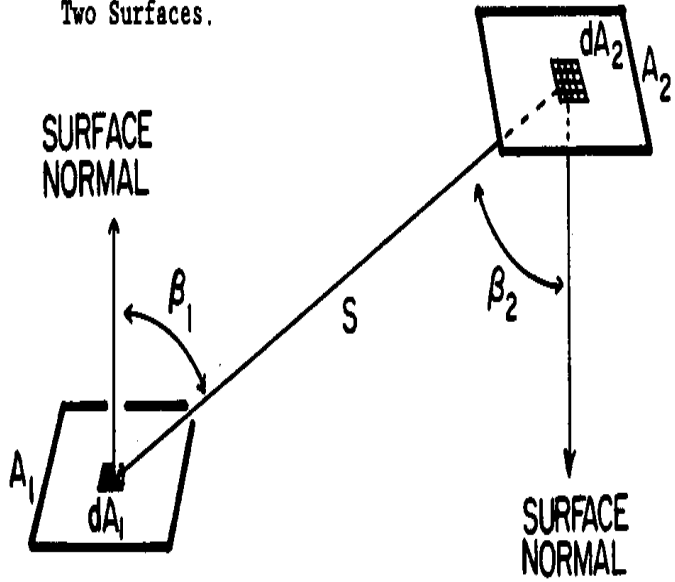
onde  $[\epsilon]$  [sub. perpendicular para], é o emissivity a ângulos de direito (normal) para a superfície.

Deveria ser notado que esta transferência de calor é muito sensível para o distancia entre os dois; dobrando a distância  $r$  reduz o calor transfira antes de quatro vezes.

No caso mais geral, a transferência de calor brilhante deve ser calculada por integrando a " visão " um elemento de superfície tem do outro em cima de ambos superfícies inteiras. Com os parâmetros como definido em Figura 3, <veja equação 7>

bse3x168.gif (540x540)

FIGURE 3: Definition of Parameters  
For The Viewfactor Between  
Two Surfaces.





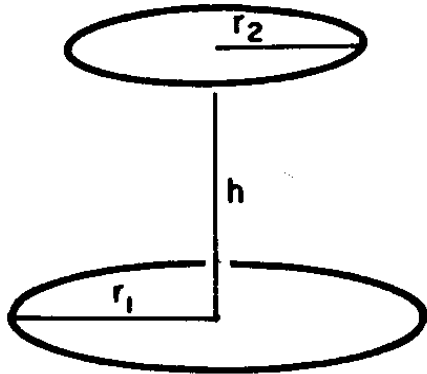
bsexe7.gif (116x726)

$$F_{12} = \frac{1}{A_1} \int_{A_1} \frac{1}{\pi} \int_{A_2} \frac{\cos\beta_1 \cos\beta_2}{S^2} dA_2 dA_1 \quad (7)$$

Para o caso de dois discos de apartamento que enfrentam um ao outro no mesmo eixo, Figure 4,

bse4x172.gif (437x437)

FIGURE 4: Geometry For The View factor Between The Firebed And Pot



este integral dá <veja equação 8>

bsexex8.gif (129x726)

$$F_{12} = \frac{1}{2} \left[ \frac{\left[ \frac{h}{r_2} \right]^2 + 1}{\left[ \frac{r_1}{r_2} \right]^2 + 1} - \left[ \left[ \frac{h}{r_2} \right]^2 + 1 \right]^2 - \frac{4}{\left[ \frac{r_1}{r_2} \right]^2} \right]^{0.5} \quad (8)$$

Gráficos desta função são determinados em Capítulo III. A visão fatora para outras geometrias particulares são determinadas em referências (1-4).

Da definição do fator de visão como a fração da energia total radiada por superfície 1 que que é interceptada através de superfície 2, um incluso superfície i dá a identidade <veja equação 9>

bsexex9.gif (127x798)

$$\sum_k F_{ik} = 1 \quad (9)$$

onde as superfícies k são todas as outras superfícies que incluem superfície i.

O calor brilhante líquido perdeu ou ganhou através de superfície i é a diferença entre o calor radia e que o qual absorve de outro radiar superfícies. Assim, para blackbodies (veja equação 10>

bsexel0.gif (129x726)

$$Q_i = \sigma A_i T_i^4 - \sum_k \sigma A_k F_{ki} T_k^4$$

Finalmente, há a relação entre superfície i e superfície k por simetria  
<veja equação 11>

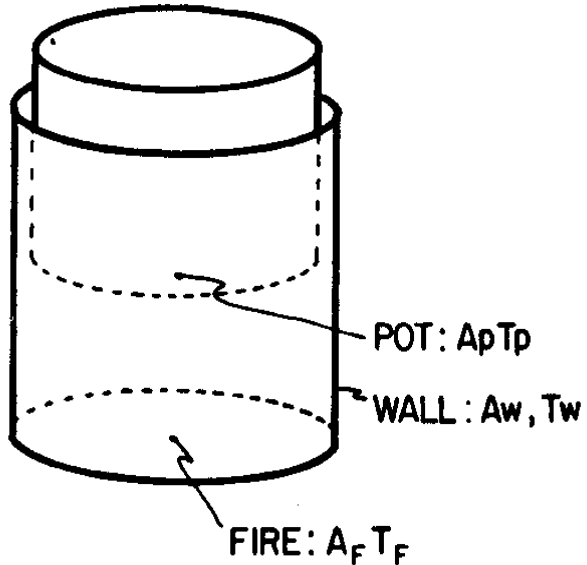
bsexel1.gif (129x726)

$$A_i F_{ik} = A_k F_{ki} \quad (11)$$

Com estas equações a transferência brilhante para uma variedade de geometrias simples pode ser determinada. Por exemplo, considere o equilíbrio de calor no superfície interna da câmara de combustão cilíndrica mostrada em Figura 5. Como

bse5x172.gif (486x486)

FIGURE 5: Geometry For Radiant Heat Balance Inside A Cylindrical Combustion Chamber



a própria parede intercepta muito do calor que radia, seu ganho de calor líquido, deve ser escrita como a diferença entre o que a parede radia especificamente para a panela e fogo e que que é radiada pela panela e incendeie à parede. É assumido que as superfícies estão todo perfeitas

absorventes, [epsilon]=1. Para o interior de um fogão de woodburning este é um bem aproximação como as paredes e panela será pesadamente sooted. Assim, <veja equação 12>

bsexel2.gif (116x726)

$$Q_w = \sigma A_f F_{fw} T_f^4 + \sigma A_p F_{pw} T_p^4 - \sigma A_w (F_{wp} + F_{wf}) T_w^4 \quad (12)$$

Equação usando (11) e notando aquela simetria dá [A.sub.f][F.sub.fw] = [A.sub.p][F.sub.pw], isto simplifica <veja equação 13>

bsexel3.gif (127x798)

$$Q_w = \sigma A_f F_{fw} (T_f^4 + T_p^4 - 2T_w^4) \quad (13)$$

Finalmente, através de equação (9) <veja equação 14>

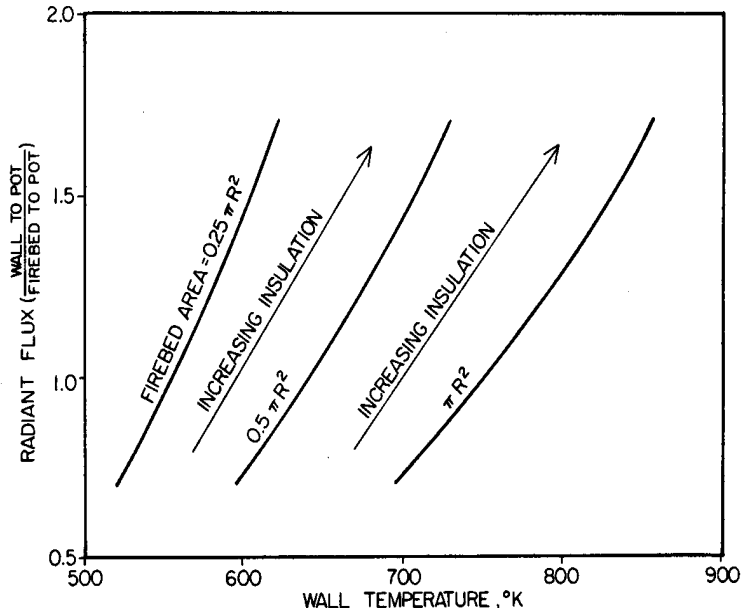
bsexel4.gif (104x726)

$$F_{fw} = 1 - F_{fp} \quad (14)$$

e  $[F_{sub.fp}]$  é determinado através de equação (8). Os resultados de cálculos baseado em equações (3,5,8,13,14) e as temperaturas de parede como determinada pelo modelo desenvolveu em Apêndice UM é apresentada em figura 6. Como vista, bem

bse6x172.gif (600x600)

**FIGURE 6:** Wall To Pot Radiant Flux Compared To Firebed To Pot Radiant Flux For Different Wall Temperatures And Firebed Areas. As seen, larger firebed areas lead to higher wall temperatures. Heavily insulated walls can increase the radiant heat flux to the pot by about 1.5 times compared to poorly insulated walls. The wall to pot radiant flux is large due to its large area, equal to  $2\beta$ , where  $\beta$  is the ratio of the firebed to the pot area, and its large view factor, roughly twice that of the firebed to pot. Combined, these make up for the lower wall temperature.





paredes separadas podem aumentar aquecimento brilhante da panela substancialmente.

No caso mais geral  $[\epsilon] \neq 1$  igual e reflexões de múltiplo entre o diferente devem ser consideradas superficies.

Para o leitor interessado há numerosos fatores adicionais em ponto luminoso transferência de calor de fogos merecedor de consideração. Embora a radiação das chamas é uma porção pequena da energia total libertada pelo incendeie, tipicamente menos que aproximadamente 14% (5), faz um papel crucial dentro o processo de combustão isto. Energia brilhante dos calores de chamas a madeira e liberta mais volatiles que queima na chama, enquanto mantendo o combustão e controlando, em parte, sua taxa.

Entender o emissivity de uma chama requer conhecimento do luminoso (amarelo) emissões da fuligem ardente que age como uma nuvem de miniscule blackbodies como também das emissões de faixa moleculares infra-vermelhas do produtos de combustão, principalmente  $[\text{CO}]$  e  $[\text{H}_2\text{O}]$ . Referência (6) calcula o extinção detalhada e coeficientes se espalhando para uma nuvem de fuligem partículas. Referência (7) desenvolve técnicas aproximadas por calcular o emissivity de chama total inclusive o espectro de corpo preto de fuligem, o emissão de faixa molecular dos gases, e, adicionalmente, o sobrepondo e interações das faixas eles. Referência (8) detalhes o importância de dimensões de chama nas magnitudes relativas de fuligem contra faixa molecular Referência de emissions. (9) presentes resultados experimentais qual espetáculo que a presença de vapor de água em uma chama além disso gerada pela própria combustão grandemente pode reduzir a emissão do partículas de fuligem e o emissivity de chama total. Isto pode ser um dominante conte controlando a taxa ardente de combustível molhado. Uma revisão excelente de radiação de chama é determinado através de referência (10).

Além das anteriores complexidades de fortemente dependente de comprimento de onda emissivities, o cálculo de transferência de calor brilhante também é complicado pela transferência de energia que acontece entre elementos extensamente separados. Isto será contrastada com o caso de condução e transmissão para o qual é adequado para considerar só elementos de volume adjacentes. Como um consequência, uma descrição completa de transferência de calor brilhante requer o solução de sistemas de equações de integrodifferential de nonlinear. Referência

(2) discute a formulação de tais sistemas de equações e presentes um poucos estudos de caso. Referências (11-13) presente exemplos adicionais disto tipo de análise.

#### APÊNDICE D: COMBUSTÃO

Neste apêndice substância química vários e propriedades físicas de biomassa e sua combustão será discutida dentro um pouco mais detalhe que era possível no text. devido à complexidade do assunto, porém, extenso serão dadas referências para mais adiante leitura em lugar de tentar proveja uma revisão exaustiva here. que Os tópicos discutidos abaixo incluem: substância química e propriedades físicas de biomassa e seus serviços domésticos, as pirólises, de madeira, a combustão de carvão, chamas de difusão, fuligem e ar qualidade.

#### Substância química e propriedades físicas de Biomassa e Serviços domésticos de Biomassa

Como mencionada no texto, há uma variedade de modos para caracterizar o substância química e propriedades físicas de biomassa e seu chars. que Estes incluem o seguinte:

Análise de Proximate de listas de biomassa as frações de biomassa em termos de umidade, volatiles, carbono fixo, e ash. que Tal análise normalmente é executada aquecendo o material lentamente a 950[degrees]C em uma atmosfera inerte e examinando o material libertado como uma função de temperatura. Mesa 1 listas valores típicos de análise de proximate para biomassa crua. Mesa 2 espetáculos o efeito de temperatura de pirólises no rendimento de serviço doméstico final (3).

Última análise determina a composição elementar do material. Começando com combustão catalitica ou pirólises, biomassa está abaixo quebrada em gás carbônico, molhe, sulfide de hidrogênio, e nitrogênio. Estes gases está então medido por chromatography de gás que usa ionização de chama ou corrente térmica detectores de condutividade (1) . que são listados valores Típicos em Mesas 3 e 8 debaixo de. para converter os valores em Mesa 3 em relações de molar, o peso-por cento, deve ser dividida pelos pesos atômicos respectivos deles/delas cedidos Mesa 4. São mostrados resultados em Mesa 5. Disto, a quantia de oxigênio precisou

queimar o material completamente, assumindo misturando perfeito ou em outro palavra a relação de stoichiometric de oxigênio, pode ser calculada como mostrada em Mesa 6. Para carvão, 8.3 [m.sup.3] de ar são precisadas queimar 1 kg; para madeira, 5.5 [m.sup.3] ar é precisada por quilograma.

A cinza que permanece combustão seguinte está tipicamente composta de CaO, [K.sub.2]O, [Na.sub.2]O, MgO, SiO, [Fe.sub.2][O.sub.3], [P.sub.2][O.sub.5], e [SO.sub.3]. CaO geralmente representa sobre meio a cinza e [K.sub.2]O tem aproximadamente 20 por cento anos (1). The potássio carbonato, em particular, é útil fazendo sabão.

Foram mencionados valores caloríficos brevemente no texto e mais extenso listas são determinadas em Mesas 2, 7 e 8 e em referências (3-7). O também pode ser calculado valor calorífico dos resultados de último análise que usa correlações standards disponível na literatura e tem erros de tipicamente menos de 2 percent. However, é geralmente mais fácil executar medidas de calorimetry de bomba e determinar o valor calorífico de biomassa diretamente em lugar de circuitously fazer última análise seguida pelo uso de tais correlações.

A densidade de madeira é determinada pelos números e tamanhos dos poros dentro disto e pode variar dramaticamente como vista em Mesa 9 (1,8). Wood, e biomassa geralmente, consiste em fibras longas de celulose ([C.sub.6][H.sub.10][O.sub.5]) .sub.m] e hemicelulose ([C.SUB.5][H.SUB.8][O.sub.4]) .sub.n] cimentou junto através de lignina ([C.sub.9][H.sub.10][O.sub.3]([CH.sub.3]O)[sub.9-1.7]p] Para ambos duro e softwoods, celulose é aproximadamente 43 por cento do total. Porém, Hemicelulose forma 35 por cento do taco típico aproximadamente comparou a 28 por cento de softwood enquanto lignina é aproximadamente 22 por cento de taco e 29 por cento de softwood (1) . valores Caloríficos para cada de estes componentes são determinados no texto.

Porque bosques consistem nestes fibras longas que correm longitudinalmente, o deles/delas propriedades são altamente anisotropic. o permeabilidade deles/delas, por exemplo, lata seja 10,000 vezes (e mais) maior na direção longitudinal que em o transversal (1,9) . Isto é importante porque os controles de permeabilidade

MESA 1

## Proximate Análise de Biomassa Crua

Volatiles material (\*) Fixed Carbono (\*) Cinza de (\* Referência de )

Forno Bosques Secos

Cicuta Ocidental 84.8% 15.0% 0.2% 1

Douglas Fir 86.2 13.7 0.1 1

Ponderosa Píneo 87.0 12.8 0.2 1

Sequóia canadense de 83.5 16.1 0.4 1

Cedro de 77.0 21.0 2.0 1

Forno Latidos Secos

Cicuta Ocidental 74.3 24.0 1.7 1

Douglas Fir 70.6 27.2 2.2 1

Ponderosa Píneo 73.4 25.9 0.7 1

Sequóia canadense de 71.3 27.9 0.8 1

Cedro de 86.7 13.1 0.2 1

Forno Bagasse Seco 85.7 11.5 2.8 2

(\*) percent, de peso base seca; Referência (1)

## MESA 2

Carvão de Réplica de Eucalipto australiano

Carvão de

Temperatura Yield% Approximate Volatile Cinza por Calorific

de através de Weight Fixed Assunto Peso de Valor de

carbonizando de Carbono de Seco, by por Weight% MJ/kg

[degrees]C Wood Sample Weight %%

400 40 78 21.5 0.5 31.5

450 35 82 17.5 0.5 33.1

550 31.5 88.5 11.0 0.5 33.9

650 28 95 4.5 0.5 34.7

Referência (56)

o movimento de vapor de água e volatiles longe da zona de combustão

fora da madeira ou em partes de refrigerador de Materiais de it. como biomassa briquetes ou serragem podem queimar com maior dificuldade que madeira porque a natureza fibrosa longa deles/delas é rompida e bolsas de ar dentro do material separe e localize a zona de combustão (57) . Similarly, térmico, condutividades de madeira são duas vezes aproximadamente como grande na direção longitudinal como no transversal (8) . que são listados valores Representativos em Mesa 9. Adicionalmente, estas propriedades variam com o conteúdo de umidade dentro fresco biomassa e grau de chamuscar em biomass. Even ardente os anéis de crescimento e estrutura de grão pode afetar as características de combustão fortemente de madeira (10-12) . discussões Muito mais detalhadas do físico e químico estrutura de biomassa e biomassa chamusca pode ser achada em referências (1,8) .

### MESA 3

Última Análise de Biomassa

C material (\*) H ( \* ) N ( \* ) S ( \* ) O ( \* \* Cinza de )

Carvão 80.3% 3.1% 0.2% 0.0% 11.3% 3.4%

Douglas Fir 52.3 6.3 0.1 0.0 40.5 0.8

"" " BARK 56.2 5.9 0.0 0.0 36.7 1.2

HICKORY 49.7 6.5 0.0 0.0 43.1 0.7

Arroz Hulls 38.5 5.7 0.5 0.0 39.8 15.5

Arroz Straw 39.2 5.1 0.6 0.6 35.8 19.2

Waste animal 42.7 5.5 2.4 0.3 31.3 17.8

(\*) Por cento de peso, base seca; (\* \*) Através de Referência de difference; (1)

### MESA 4

Pesos atômicos de

Elemento C H (H2) ( \* ) N (N2) S O (O2)

Weight atômico 12.0 1.0 14.0 32.0 16.0

(\*) A forma em parênteses é a forma molecular em qual a substância química São achadas espécies de normalmente em ar a pressão atmosférica e 20[degrees]C.

### MESA 5

Kmoles de de element/kg de biomassa

C material H N S O  
 Carvão .0669 (\*) .031 .00014 0.0- .0071  
 Douglas Fir .0436 .063 .00007 0.0- .025  
 Waste animal .0356 .055 .002 0.0001 .020

(\*) Calculou dividindo valores em Mesa 3 (base fracionária) por respectivo pesos atômicos, Mesa 4.

#### MESA 6

Stoichiometric Amounts de Oxigênio Precisou para Combustão por Biomassa de Kg (\*)

material C[ $\rightarrow$ ][CO.sub.2] H[ $\rightarrow$ ][H.sub.2]0 menos 0 in Somam 0 Ar Volume Precisado  
 BIOMASS DE (KMOLES) ([M.SUP.3]) (\* \*)

Carvão .134 .015 .0071 .142 8.3  
 Douglas Fir .087 .032 .025 .094 5.5  
 Waste animal .071 .028 .020 .079 4.6

(\*) Baseado em valores de molar de Mesa 5

(\* \*) Ar é 78 por cento [N.sub.2] e 21 por cento [O.sub.2]. A 27 C e nível de mar pressionam, a densidade de ar é aproximadamente 1.177 kg/[m.sup.3] e areja assim tem aproximadamente 8.6 verrugas [O.sub.2] por [m.sup.3].

#### MESA 7

Valores Caloríficos

material Valor Calorífico Total Referência de  
 Taco Average 19.734 [- ou +] 0.981 MJ/kg 4  
 Taco Bark 19.343 [- ou +] 1.692 4  
 Taco Sapwood 20.349 [- ou +] 0.791 4  
 Taco Heartwood 20.683 [- ou +] 0.961 4  
 Softwood Average 20.817 [- ou +] 1.479 4  
 Softwood Bark 21.353 [- ou +] 1.221 4  
 Arroz Straw 15.21 1  
 Arroz Hulls 15.37 1  
 Esterco Cakes 17.17 1

Salgue Cobs 18.9 5  
 Coco Shells 20.1 5  
 Coco Husks 18.1 5  
 Algodão Stalks 15.8 5  
 Alfafa Straw 18.4 5  
 Cevada Straw 17.3 5  
 Carvão Mesa 2

material Valor Calorífico Total (\*) Densidade de (\*)  
 n-butano 45.72 Mj/kg 548 kg/[m.sup.3]  
 Diesel: LIGHT 42.37 876  
 médio 41.87 920  
 41.37 960 pesado  
 ETHANOL 26.80 789  
 Gasolina (73 Octane) 44.13 720  
 Querosene 43.12 825  
 Metano 50.03 - - -  
 Metanol 19.85 793  
 Propano 46.35 508  
 (\*) Referência (13)

Por causa das complicações várias é extremamente difícil modelar realisticamente a combustão de wood. Thus, o testamento seguinte só presente modelos muito simples de aspectos particulares de combustão de madeira e então extensivamente referência a literatura para investigações mais detalhadas pelo reader. interessado Como fundo, estão textos gerais em combustão listada como referências (13-16).

#### MESA 8

Última Análise e Valores Caloríficos Para Serviços domésticos de Biomassa

C material H N S O Cinza Calorific  
 Carvão de sequóia canadense Value MJ/kg  
 (pyrolyzed a 550 C) 75.6 3.3 0.2 0.2 18.4 2.3 28.8  
 Carvão de sequóia canadense  
 (pyrolyzed a 940 C) 78.8 3.5 0.2 0.2 13.2 4.1 30.5  
 Carvão de carvalho

(pyrolyzed a 570 C) 64.6 2.1 0.4 0.1 15.5 17.3 23.0  
 Latido de abeto Char 49.9 4.0 0.1 0.1 24.5 21.4 19.2  
 Casca de arroz Char 36.0 2.6 0.4 0.1 11.7 49.2 14.2  
 Grass Straw Char 51.0 3.7 0.5 0.8 19.7 24.3 19.3  
 Char Desperdicio animal 34.5 2.2 1.9 0.9 7.9 48.8 12.7

Referência (1)

MESA 9

Densidades, Condutividades, e Diffusivities Térmico Para Bosques Vários

Thermal Corrente térmica

CONDUCTIVITY CONDUCTIVITY DIFFUSIVITY DIFFUSIVITY

Densidade de Transverse Longitudinal Longitudinal Transversal

Wood kg/[m.sup.3] W/mC W/mC [m.sup.2]/s [m.sup.2]/s

Abeto 540 0.14 0.34 18.7X[10.sup.8] 45.9X[10.sup.8]

Caoba 700 0.16 0.31 16.6 32.3

Carvalho 820 0.21 0.36 18.7 32.1

Pine branco 450 0.11 0.26 17.8 42.1

Teca 640 0.18 0.38 20.1 43.5

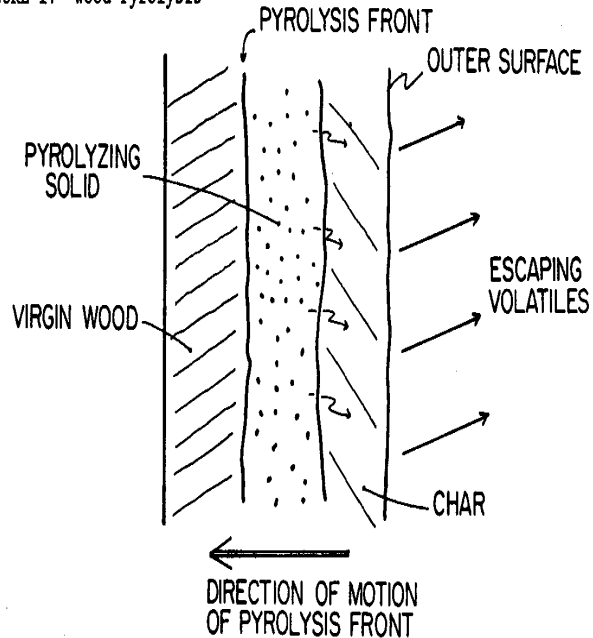
Referência (8)

Wood Pyrolysis <veja figura 1>

bselx184.gif (486x486)



FIGURE 1: Wood Pyrolysis



Wood foram descritas pirólises qualitatively em Capítulo III. Briefly, como madeira está aquecida sofre reações químicas nas quais gases voláteis são evoluída e escapa a madeira, enquanto deixando para um serviço doméstico poroso behind. Entre o

modelos quantitativos mais cedo para descrever isto fenômenos eram isso de referência (17) . como o que são listados Outros, mais recentes e mais completos modelos referências (18-26) .

O modelo típico está baseado na equação de condução de calor passageira, equação (UM-1), responder por ser de calor administraram na madeira. São somadas condições adicionais para responder pelo calor levou a cabo da madeira pelo volatiles escapando e responder pela energia absorveram ou libertada pela reação de pirólises itself. que Outros constrangimentos incluem respondendo pelo processo de decomposição e para a mudança na corrente térmica condutividade, densidade, calor específico e qualquer outra propriedade pertinente de o wood/char como os progressos de processo de decomposição.

A forma das equações de pirólises em uma dimensão é então: <veja equação abaixo>

bsex180.gif (313x660)

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_s c_s T) = \frac{\partial}{\partial x}(k_s \frac{\partial T}{\partial x}) - \frac{\partial}{\partial x}(\rho_g V_g c_g T) - Q_p \frac{\partial \rho_s}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho_s}{\partial t} = -\rho_a A \exp(-E/RT) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho_s}{\partial t} = \frac{\partial(\rho_g V_g)}{\partial x} \quad (3)$$

Em equação (1), as primeiras duas condições  $[\delta]([\rho] .sub.s][c.sub.s]T)/[\delta]t=[\delta]\{[\delta]T/[\delta]x\} / [\delta]x$  simplesmente é a equação para condução de calor passageira, equação (UM-1), para materiais com thermophysical variável properties. As variáveis  $[\rho] .sub.s],[c.sub.s],k$ , e  $T$  é a densidade, calor específico, condutividade térmica, e temperatura de o sólido de pyrolyzing, i.e. o wood. chamuscando O terceiro termo  $[\delta]([\rho] .sub.g][V.sub.g][C.sub.g]T)/[\delta]x$  é o calor levado a cabo do pyrolyzing sólido pelos gases voláteis de densidade  $[\rho] .sub.g$  movendo com uma velocidade  $[V.sub.g]$  e tendo um calor específico  $[C.sub .g]$ .  
 Extenso dados na magnitude de transmissão interna é determinado em referência (19). que é assumido que os gases estão em equilíbrio térmico com o sólido. O termo final de equação (1),  $[Q.sub.p][\delta][\rho] .sub.s]/[\delta]t$ , é a energia absorvida (ou libertou) pelas pirólises de  $[\delta][\rho] .sub.s]/[\delta]t$  de material por tempo de unidade.

Equação (2) descreve as pirólises se processam em termos de um único primeiro ordene, Arrhenius digitam (13-16) taxa law. O fator UM é o frequência, ou pre-exponencial, fatore, E é a energia de ativação para o reação de pirólises, e R é o gás universal constante;  $R=1.987 \text{ cal/mole[degree]C}$ -8.314  $\text{J/mole[degree]C}$ . Again,  $[\rho]_{\text{sub.s}}$ , é a densidade do pyrolyzing sólido enquanto  $[\rho]_{\text{sub.a}}$  é a densidade da porção do sólido que gaseifica.

Equação (3) é a equação de continuidade que expressa a mudança em densidade com tempo,  $[\Delta][\rho]_{\text{sub.s}}/[\Delta]t$ , em termos do fluxo de massa,  $[\rho]_{\text{sub.g}}[V_{\text{sub.g}}]$ , fora do pyrolyzing sólido.

É assumida que o sólido de pyrolyzing consiste de em todas estas equações, um chamusque matriz, densidade  $[\rho]_{\text{sub.c}}$ , e uma porção ativa ou gaseificável de densidade  $[\rho]_{\text{sub.a}}$ . para o que são assumidas As propriedades de thermophysical do sólido de pyrolyzing seja dada através de interpolação linear entre esses da madeira de virgem e esses do serviço doméstico como uma função de density. por exemplo, a corrente térmica condutividade do sólido de pyrolyzing é determinada por <veja equação abaixo>

bsex180a.gif (204x594)

$$k_s = k_c + \frac{(\rho_s - \rho_c)}{(\rho_w - \rho_c)} (k_w - k_c)$$

onde as subscrições, c, s, e w, são serviço doméstico, sólido de pyrolysing, e virgem madeira.

Limite típico condiciona para este jogo de equações é fixar todos o temperaturas para ambiente e todas as propriedades para o de madeira de virgem a cronometre t=0. A t=0 um fluxo de calor Q(t) é aplicada então à superfície exposta <veja equação 4>

bsex181.gif (75x726)

$$k \frac{\partial t}{\partial x} = -Q \quad (4)$$

quais aumentos a temperatura do sistema e começa a decomposição processo. Additionally, a algum ponto, x=s, na madeira é assumido seja separada perfeitamente,  $[\Delta]T/[\Delta]x=0$ , e que não há nenhum fluxo adicional de volatiles,  $[\rho]_{\text{sub.g}}[V]_{\text{sub.g}}=0$

Equações (1-3) e limite condiciona (equação 4 mais o anterior discussão) pode ser formulada em um jogo de equações de diferença finitas e resolveu como terminado dentro (22) e others. no que são listados valores típicos usados Mesas (1,9, 10) mas varia dramaticamente entre estudos (1,8,9,17-33).

Podem ser levadas em conta numerosas considerações adicionais modelando pirólises. Entre estes estão adaptando a geometrias diferentes (23,25); respondendo por ponto luminoso e convective aquecem perdas da superfície (26); e respondendo pelo volatiles que escapa como bem na madeira de virgem como pelo serviço doméstico (26). que Outros fatores que deveriam ser considerados incluem

MESA 10

Constantes de para as Pirólises de Wood, Equação (2)

## UM E REF

5x[10.sup.9] g/[cm.sup.3] s 35 kcal/mole 33 caminho 1  
 3x[10.sup.17] 55 33 caminho 2  
 5X[10.SUP.7] (\*) 30 22  
 2.5X[10.SUP.4] 18 20, 26,  
 5X[10.SUP.8] 33 17

(\*) Neste caso UM é expressada em termos de 1/sec em lugar de gm/[cm.sup.3]s de forma que outros fatores deve ser ajustada adequadamente.

## MESA 11

## Pirólises Rendimento Para Contaminantes Diferentes

Carvão de Tar [H.sub.2]O [CO.sub.2] o CO  
 Nenhum additive 30% (\* ) 46% 19% 4% 1%  
 .14% WT/WT [NA.SUB.2][CO.SUB.3] 85 3 8 2 2  
 8% WT/WT NAEL 51 6 29 7 7

(\*) Através de por cento de peso  
 Referência (3)

os efeitos de serviço doméstico rachar, decomposição química múltipla (ou pirólises) caminhos e energetics, encolhimento da matriz de serviço doméstico, simultâneo, chamusque combustão, e reações chamuscar-voláteis simultâneas.

Em particular, é importante a nota que há dois pelo menos caminhos de decomposição químicos (9,28,33) para alone. celuloso O primeiro predomina a baixas temperaturas, 200-280[degrees]C, e consiste em " desidratação " ou a remoção de água do serviço doméstico considerável partindo celuloso e pouco combustível produzindo gas. que O segundo predomina a mais alto temperaturas (280-340[degrees]C) e é um depolymerization processo produzindo principalmente gases combustíveis com pequeno ou nenhum serviço doméstico deixou para trás (28,33). Por causa da presença de caminhos de pirólises alternativos, relativamente baixo, concentrações de contaminantes podem trocar o rendimento relativo de serviço doméstico consideravelmente dependendo no qual caminho é emphasized. Isto é ilustrada dramaticamente em Mesa 11 e examinou em maior detalhe em referência (18). Na ausência de contaminantes, porém, o rendimento de serviço doméstico do

pirólises de madeira são relativamente insensíveis a sua história de temperatura (3) com só seu conteúdo volátil que varia como já com temperatura discutida. Para informação adicional sobre a química de pirólises o leitor interessado recorre a referência (33); nas termodinâmicas de pirólises, (30), e na cinética de pirólises, (31).

#### Combustão de carvão

Seguindo (e durante) perda do volatiles através de pirólises, o permanecendo serviço doméstico queima através de oxidação a sua superfície. Revisões básicas deste processo são cedida referências (13,14) e é resumida abaixo.

O modelo mais simples de combustão de carbono considera só o dois seguinte reactions(1):

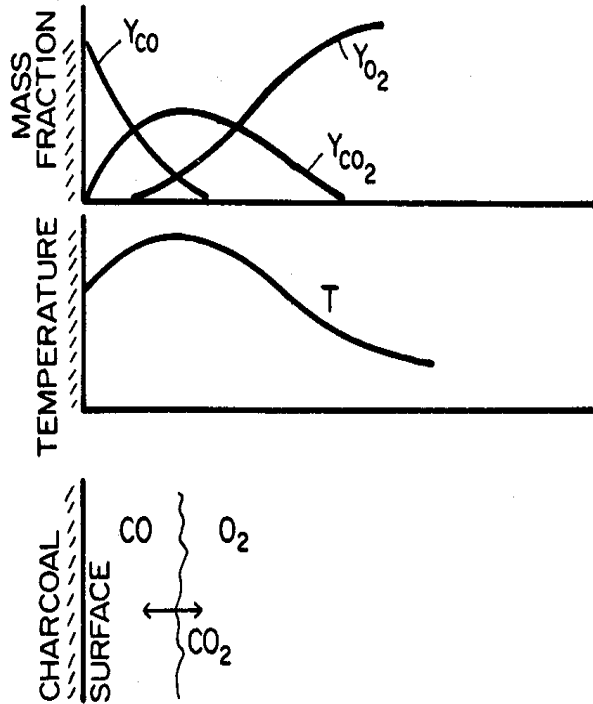


Experimentalmente, foi achado que carbono deixa a superfície do carvão principalmente na forma de CO. Diffusing longe da superfície, o CO encontra e queima com [O.sub.2] por uma variedade de intermediário reactions(1) na fase de gás formar [CO.sub.2] (reação 5a). que Esta reação pode às vezes há pouco seja vista como uma chama azulada lânguida anterior a superfície do carvão. Part disto [CO.sub.2] difunde atrás à superfície onde é reduzida a CO pelo carbono sólido (reação 5b) fechando o ciclo assim.

A massa fraciona para este reactants vários é mostrada schematically dentro Figure 2.

bse2x184.gif (600x600)

FIGURE 2: Charcoal Combustion





(1) uma variedade de reações com OH, [HO.sub.2], [H.sub.2][O.sub.2], e outro intermediário radicais de hidrogênio-oxigênio são necessários explicar os observaram completamente comportamento de carbono e combustão de monóxido de carbono (47). Modelando disto sistema também é discutido dentro (47).

A lei de conservação de espécies em coordenadas esféricas para isto sistema altamente simplificado é então <veja equação 6a>

bsex6a.gif (95x660)

$$\frac{d}{dr} r^2 \rho_g D_o \frac{dY_o}{dr} - [\dot{M}_c R_c^2] \frac{dY_o}{dr} + \dot{W}_o = 0 \quad (6a)$$

para oxigênio, subscrição o, e <veja equação 6b>

bsex6b.gif (95x660)

$$\frac{d}{dr} r^2 \rho_g D_d \frac{dY_d}{dr} - [\dot{M}_c R_c^2] \frac{dY_d}{dr} + \dot{W}_d = 0 \quad (6b)$$

para gás carbônico, subscrição d. A variável [[rho] .sub.g]. é a densidade do gás; [R.sub.c] é o rádio da esfera de carbono; [Y.sub.o] ou [Y.sub.d] é a fração de massa daquelas espécies de substância química, [Y.sub.o]=[P.sub.o]/[M.sub.o]/PM onde P é a pressão e M é o

peso molecular; [W.sub.o] ou [W.sub.d] é a taxa de reação (moles/volume-segundo) de aquelas espécies; [M.sub.c] é o fluxo de massa (mass/area-segundo) de carbono do superfície da esfera de carvão; e [D.sub.o] ou [D.sub.d] é o diffusivity de espécies. Se [f.sub.c] gramas de carbono reagem com 1 grama de [CO.sub.2] à superfície do carvão para formar (1+[f.sub.c]) gramas de CO, se [f.sub.m] gramas de CO reagem com 1 grama de [O.sub.2] para form 1+[f.sub.m]) gramas de [CO.sub.2], e se o diffusivities de espécies são iguale, [D.sub.o]=[D.sub.d]=D, então a taxa ardente do carvão pode ser calculada (13) e é determinado por <veja equação 7a>

bsex7a.gif (104x726)

$$M_c = \frac{\rho_s D}{R} \ln(Y_{O_2} f_c (1+f_m) + 1) \quad (7a)$$

e a vida de partícula (tempo caracteristico até que queima para cima) é <veja equação 7b>

bsex7b.gif (204x660)

$$t_b = \frac{\rho_c R_c^2}{2\rho_g D \ln(Y_o \omega_c (1+f_m)+1)} \quad (7b)$$

where  $\rho_c$  is the density of the carbon sphere.

onde  $[\rho]_{.sub.c}$  é a densidade da esfera de carbono.

Em realidade, há numerosas complicações a esta teoria simples (34-42). Entre estes são: a presença de volatiles e reações de chamuscar-gás (30,31); a presença de vapor de água que faz andar depressa a conversão de CO para  $[CO]_{.sub.2}$  (35,47); perda de calor brilhante que em alguns casos dianteiras para espontâneo extinção de combustão para partícula pequena classifica segundo o tamanho (36); o efeito de poros e rachando em taxas de difusão (37,38); o efeito de variar reação taxa, e de calor e transporte de massa (38,40); o efeito de inércia térmica (39); o efeito da camada de cinza exterior que reduz a velocidade difusão de gases para a superfície ardente (10,11); e a partida de equilíbrio (41,42).

Em particular, a camada de cinza de sais de non-combustível que permanecem no superfície de carvão ardente é um fator importante que controla sua taxa de combustão (10,11). em troca, isto regula o nível de poder de carvão fogões e faz assim de uma maneira útil: níveis de poder altos provendo ao parte cedo de cozinhar e então mais baixos níveis de poder como as formas de cinza (43). Elevando o nível de poder novamente simplesmente é terminado movendo a panela e derrubando a camada de cinza.

Pode ser feita uma variedade de coisas para melhorar a qualidade de combustão de um fogão. Entre estes estão separando para elevar temperaturas de câmara de combustão; aumentando o volume (e particularmente a altura da combustão câmara) de forma que lá está mais completo queimar-para cima antes dos gases quentes entre em contato com a panela e combustão é extinguida (isto faz, porém, reduza transferência de calor brilhante à panela); proveja redemoinho para o gases entrantes para melhorar misturando; proveja confundindo na zona de combustão criar zonas de recirculação para queimar melhor os gases; e usar uma grelha prover o oxigênio de firebed de carvão com que queimar (isto melhora a combustão global, reduz o carvão perdido, e pode elevar fogo poderes (44,45)) . vários estes foram discutidas em Capítulo III.

Chamas de difusão, Fuligem, e Qualidade de Ar

Quando gases de pirólises, ou volatiles, deixe a madeira que eles ou escapam como fume ou eles queimem na chama amarela sobre o wood. que Tais chamas são conhecida como chamas de difusão porque a velocidade global deles/delas de combustão é controlada pela taxa à qual oxigênio pode difundir ao volatiles ardente em lugar de ser controlado pela taxa do oxigênio-hidrocarboneto cinética que themselves. Difusão chamas são discutidas em detalhes dentro básico textos de combustão (13-16) . devido à complexidade de combustão flamejante de madeira, o tópico só será inspecionado brevemente aqui.

Os gases de pirólises consistem em mais de 200 combinações diferentes (46) . No mais baixa parte da chama, estes gases reagem para produzir carbono grátis dentro o forma de fuligem e monóxido de carbono das quais então queimam na parte superior o chama. A combustão de monóxido de carbono geralmente acontece por carbono-hidrogênio-oxigênio reações que incluem  $\text{CO} + \text{OH} \rightarrow [\text{CO.sub.2}] + \text{H}$  que é muito mais lento que a taxa de reação entre OH os radicais e hidrocarboneto típico espécies (47) . Thus, embora muito CO é produzido na mais baixa parte da chama sua combustão subsequente para  $[\text{CO.sub.2}]$  é retardado até a maioria de os hidrocarboneto foram consumidos (47) . Embora, como já discutiu, madeira com um conteúdo de umidade de 20 a 30 por cento tem melhor global eficiência de combustão que forno madeira seca, isto pode não estar devido a catálise por OH radicais ou outros mecanismos (48) mas talvez simplesmente para limitar o migração de volatiles fora da combustão zone. na realidade, medidas mostrou aqueles conteúdos de umidade de madeira mais altos podem conduzir a maior CO

produção (49).

Porque o CO está preferencialmente queimado na parte superior da chama, trazendo a panela também perto das chamas podem extinguir a combustão então de monóxido de carbono e causa quantias maiores ser emitida, aumentando o saude que hazard. que Que muito pequeno dados está neste fator sugere que para alguns fogueões, aumenta produção de CO quando a panela é trazida muito perto do fogo (49) . Este é um fator importante que precisa ser examinada muito mais cuidadosamente.

O carbono que já aglomera em queimaduras de fuligem da maneira discutida acima debaixo de Combustão de Carvão e emite a característica chama amarela de um fogo de madeira (Apêndice C) . O tempo calculado para queimar um partícula de carbono, equação (7b), pode ser equilibrada contra o tempo comum que aquela partícula está na zona de combustão (altura de zona de combustão dividida por velocidade comum) determinar, simplistically, se ou não queima completamente ou fugas como soot. Moving a panela mais íntimo para o incendeie então reduz o tempo por combustão e pode extinguir combustão de fuligem antes de fosse complete. que Isto aumentará a quantia de soot/smoke que fugas o fire. que UM exemplo particularmente simples disto pode ser observado colocando um objeto na chama de uma vela produzir preto de vela.

Os mecanismos que conduzem a produção de fuligem não são contudo bem entendeu (50-52) . Para completamente chamas de combustivel-ar de premixed, é a produção de fuligem determinada pela taxa a qual o volátil supre com gás pyrolyze que deixa carbono atrás de qual então subseqüentemente aglomerado e cresce em partículas de fuligem grandes e a taxa a qual estes que partículas de fuligem queimam através de oxidação. Em geral, como é elevada a temperatura que as partículas queimam (oxide) mais rapidamente que eles pyrolyze e aglomerado (51) . Thus, neste caso, temperaturas mais altas reduzem fuligem.

Em contraste, debaixo de um pouco de difusão controlaram condições, enquanto elevando o temperatura aumenta a taxa de pirólises e aumentos a tendência para fuligem (51) . em geral, a tendência para fuligem dependerá do fluxo de combustivel taxe, temperatura de chama, difusão de oxigênio e a molécula particular envolvida (51).

Em woodstoves, como a altura de chama (e contata com a panela) aumentos com a potência de fogo, a quantia de fuligem produzida pode ser esperada aumente com potência de fogo como well. Debaixo de condições operacionais típicas para fogões pequenos, até 40 gramas e mais de particulates pode ser libertada por quilograma de madeira queimado com valores de 5 g/kg mais típico (53) (veja Mesa II-16).

Em termos de eficiência de fogão global, combustão incompleta, como comprovada por monóxido de carbono, fuligem, e produção de fumaça, tem pouco efeito. Porém, estes são muito importantes em termos de saúde de usuário (53). UM número de combinações emitidas por fogos de madeira foi identificada como carcinogenic e a exposição total para particulates, monóxido de carbono, e carcinógenos como Benzo-um-pyrene sofreu por usuários é frequentemente consideravelmente sobre saúde reconhecida recomendações standards (53). Raising a média temperatura de zona de combustão pode reduzir estas emissões - - com o maior occuring de redução para temperaturas mais de 600[degrees]C (44).

Para o leitor interessado, é informação sobre modelar chamas de difusão cedida referências (13-16,54) e o caso do fogo de madeira aberto é especificamente tratada em referência (45).

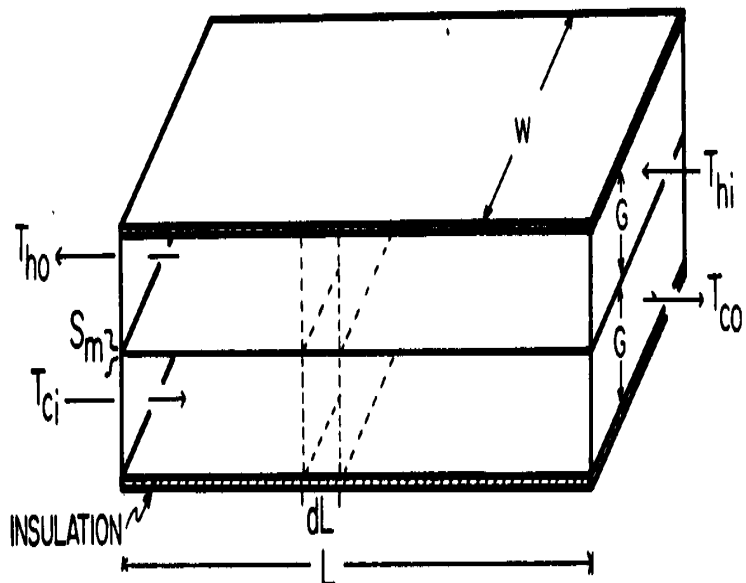
#### APÊNDICE CALOR DE E: EXCHANGERS

Informação detalhada sobre designio de exchanger de calor é determinada dentro (1-6) e o leitor interessado é urgido para consultar este sourcebooks. Embora o cálculo seguinte é para o caso de transmissão forçada, o conceito de counterflow aquecem troca pode ser aplicada semelhantemente a fluxos dirigidos por convection. natural Como o exemplo debaixo de claramente indica, o potencial de exchangers de calor melhorar o desempenho de energia tradicional tecnologias são enormes.

O exchanger de calor de ar-para-ar discutiram em Capítulo VI para o alto fundição de temperatura é uma forma especialmente simples para analisar. Effectively, consiste em dois fluxos paralelos de gás que se muda para direções opostas, saltada e separou por folhas magras de steel. Porque é um fechado sistema, o fluxo de ar neste exchanger de calor é constante e o mesmo andamento em e out. que A situação é ilustrada em Figura 1.

bse1x188.gif (540x540)

FIGURE 1: Definition of parameters for the air-to-air heat exchanger calculation.





Nesta figura,  $T$  é a temperatura, as subscrições  $h$  e  $c$  se referem o fluxos de gás quentes e frios, e  $i$  e  $o$  recorrem aos fluxos entrante para e ultrapassando do calor exchanger. O próprio exchanger de calor é  $L$  desejam,  $W$  largo, e formou de dois tubos adjacentes cada com uma abertura  $G$ . que Os tubos são saltada por aço de densidades  $[\text{s.sub.m}]$  e condutividade  $[\text{k.sub.m}]$ .

Então, a equação seguinte é usada para a mudança em temperatura de ar: <veja equação 1>

bsex187a.gif (129x726)

$$dE = d(mc_p T) = mc_p dT \quad (1)$$

onde  $DE$  é a mudança em energia de calor de um objeto de massa  $m$  e específico calor  $[\text{c.sub.p}]$  devido a uma mudança de temperatura dentro daquele objeto de  $dT$ . Aplicando esta equação para um elemento de volume  $WGdL$  com um fluxo de massa constante por isto de  $m$   $[\cdot]$ , onde o ponto indica um tempo derivado,  $(dm/dt)=m$   $[\cdot]$ , o calor troque por tempo de unidade é  $Q=(dE/dt)$ , ou <veja equação abaixo>

bsex187b.gif (199x798)

$$Q_c = \dot{m}_c c_{pc} dT_c \quad (2)$$

$$Q_h = \dot{m}_h c_{ph} dT_h \quad (3)$$

where

$$\dot{m} = WCV\bar{\rho} \quad (4)$$

onde

com  $\bar{V}$  e  $\bar{\rho}$  sendo a velocidade de gás comum e densidade dentro daquele volume elemento.

Desde que este é um sistema fechado e ignorando o asperamente cinco a dez por cento aumento na massa do gás quando os produtos de combustão são somados,  $\dot{m}_h = \dot{m}_c$ . Further, as paredes externas do exchanger de calor são assumidas seja separada perfeitamente e as propriedades de gás, como  $c_p$ , constant. Em este caso, os fluxos de gás frios e quentes têm temperatura igual e oposta mudanças e  $(T_{sub,h} - T_{sub,c})$  é constante e o mesmo para todo o dL.

Logo, o convective aquecem transferência pode ser escrita

$$Q = d(\text{chapéu}) = hAdT \quad (5)$$

Esta equação dá a transferência de calor por tempo de unidade de um objeto para outro quando eles têm uma área de superfície comum de UM, uma transferência de calor coeficiente de h e um dT de diferença de temperatura.

Neste sistema, velocidades de gás típicas estão resultando baixo em fluxo de laminar. Como a diferença de temperatura entre os fluxos quentes e frios está em todos lugares constante, há um calor constante flux. que O Nusselt numeram então usada é (Apêndice B): <veja equação 6>

bsex188a.gif (95x660)

$$Nu = \frac{hG}{k} = 5.385 \quad \text{or} \quad h = \frac{Nu k}{G} = \frac{5.385k}{G} \quad (6)$$

onde G é a dimensão característica do tubo, k é a corrente térmica condutividade de ar, e h é o convective aquecem coeficiente de transferência entre o gás e a parede.

Para um dA de elemento de área, a transferência de calor de um fluxo de gás para o outro pode ser escrita agora como: <veja equação 7>

bsex188b.gif (106x660)

$$Q = \frac{T_h - T_c}{\frac{1}{h_c dA} + \frac{s_m}{k_m dA} + \frac{1}{h_h dA}} \quad (7)$$

onde a Fourier condução lei foi used. Como a condutividade térmica de ar é tipicamente [10.sup.-3] o de aço, isto reduz: <veja equação abaixo>

bsex189a.gif (181x726)

$$Q = \frac{Nu\bar{k}dA(T_h - T_c)}{G} \quad (8)$$

where

$$\bar{k} \approx \frac{1}{\frac{1}{k_h} + \frac{1}{k_c}} = k$$

onde

[barra] k [aproximado] 1/1/[k.sub.h] + 1/[k.sub.c] [equivalente] k t

Equações agora usando (2,3,8) o seguinte pode ser escrita para o inteiro aqueça exchanger: <veja equação abaixo>

bsex189b.gif (224x726)

$$Q = \dot{m}c_p(T_{co} - T_{ci})$$

$$Q = \dot{m}c_p(T_{hi} - T_{ho})$$

$$Q = \frac{NukLW(T_{ho} - T_{ci})}{G}$$

$$Q = \frac{NukLW(T_{hi} - T_{co})}{G}$$

(9)

As temperaturas de enseada [T.sub.ci] e [T.sub.hi] pode ser assumida que é conhecida. Then, [T.sub.co] e [T.sub.ho] pode ser resolvida para achar: <veja equação 10>

bsex189c.gif (278x726)

$$T_{co} = \frac{\dot{m}c_p T_{ci} + \frac{NukLWT_{hi}}{G}}{\dot{m}c_p + \frac{NukLW}{G}} \quad (10)$$

$$T_{ho} = \frac{\dot{m}c_p T_{hi} + \frac{NukLWT_{ci}}{G}}{\dot{m}c_p + \frac{NukLW}{G}}$$

e a eficiência do exchanger de calor é determinada por: <veja equação 11>

bsex189d.gif (181x726)

$$\eta = \frac{Q_{recuperated}}{Q_{total}} = \frac{\dot{m}c_p (T_{co} - T_{ci})}{\dot{m}c_p (T_{hi} - T_{ci})} = \frac{1}{1 + \frac{\dot{m}c_p G}{NukLW}} \quad (11)$$

Um quilograma de carvão requer 9 asperamente [m.sup.3] de ar a temperatura standard e pressão (STP) para stoichiometric combustion. UM um fogo de kW então queima 3.45x[10.sup.-5] kg/s de carvão e 3.1x[10.sup.-4] [m.sup.3]/s de STP air. Com um fator de ar de excesso de 2, 7.3x[10.sup.-4] kg/s de fluxo de ar no calor exchanger e 7.65x[10.sup.-4] kg/s de produtos de combustão fluem fora. Calculando a média, asperamente 7.5x[10.sup.-4] kg/s de fluxo de massa pelo exchanger de calor para um 1 kW fogo. Para o calor específico efetivo, um valor comum de 1.1x[10.sup.3] J/kgK é usado e para a condutividade térmica efetiva [barra] k um valor comum de 0.027 W/mK é usado (Mesa UM-4) que é relativamente constante independente de a diferença de temperatura entre os fluxos de gás.

De equação (11) pode ser visto que a eficiência de recuperação de calor é melhorada fazendo o tubo abrir brecha G mais magro e a área de tubo LW maior. Porém, o mais magro e mais longo o tubo, o maior a gota de pressão e o mais trabalho que é precisado forçar o gás pelo sistema. Adicionalmente, como aumentam as pressões, o mais ar que escoará diretamente fora do forno e completamente evita o exchanger de calor.

A gota de pressão em laminar forçado transmissão é (Mesa B-2, página 159, e equação (4) sobre): <veja equação 12>

bsex190a.gif (116x726)

$$\Delta p = \frac{48(2L)\bar{\nu}\rho V}{G^2} = \frac{96L\bar{\nu}\dot{m}}{WG^3} \quad (12)$$

onde (2L) é o comprimento de tubo total e [bar][nu] é a viscosidade de kinematic de o gás e para conveniência aqui é calculada a média em cima do comprimento inteiro do

streams. quente e frio Para temperaturas de enseada assumidas de 300 e 1,300 K, [bar][nu]=89x[10.sup.-6] [m.sup.2]/s e [bar][rho]=0.724 kg/[m.sup.3] . Using a relação Poder-forcexvelocity nós achamos então: <veja equação 13>

bsex190b.gif (93x726)

$$P = \frac{96L\bar{v}^2}{WG^3} \quad (13)$$

Gráficos baseado em equações (11) e (13) é apresentada em Capítulo VI.

Como pode ser vista de Figura VI-4 e de equações (11) e (13), o aumentos de gota de pressão muito rapidamente com a abertura de tubo, a eficiência só moderadamente so. Como a abertura está reduzido, o ponto onde quantias grandes de poder de fã é precisada é depressa reached. Como a tecnologia de fã disponível em a maioria dos países em desenvolvimento está limitado e o poder de motivo é normalmente o humano, é importante para minimizar a gota de pressão que deve ser supere dentro do calor exchanger. que Uma tecnologia de fã melhorada pode ser regardless. precisado UM ponto de partida típico poderia ser um exchanger de calor 2 m 0.5 m longo largo e com uma abertura de tubo de 6 mm. proveria Isto, em princípio, uma 70 recuperação de calor de por cento a um custo de 12 watts em soprador poder. UM tubo muito mais largo, W, poderia ser usado mas assegurando que o gás fluxos são uniformemente pela área inteira difíceis.

Também deveria ser notado aqui que com recuperação de calor, o necessário fluxo de massa em pelo sistema está asperamente reduzido proportionally que mais adiante melhora a eficiência de recuperação de calor e reduz o poder precisada para o fã.

Com os anteriores parâmetros está o número do Reynold: <veja equação 14>



bsex190c.gif (114x798)

$$Re = \frac{\bar{v}G}{\nu} = \frac{\dot{m}}{W\rho\nu} = 233 \quad (14)$$

que dá fluxo de laminar.

A temperatura de gás estatal fixa também pode ser estimated. Com um excesso fator de ar de 2, 1 kg de carvão requer 21 kg de ar para combustão e provê 29,000 a 34,000 kJ de energia.

Assumindo um calor específico comum de  $1.2 \times 10^3$  J/kgK, haverá um elevação de temperatura de: <veja equação abaixo>

bsex190d.gif (135x600)

$$dT = E/mc_p = 1,150 \text{ to } 1,350^\circ\text{C}$$

Porém, isto ignora várias perdas grandes inclusive o dissociação dos produtos de combustão que serão significante a estas temperaturas. Para um cálculo mais preciso, o leitor deveria consultar um texto

em combustão.

Finalmente, por causa das temperaturas altas dentro do sistema, pode haver expansão térmica significante do metal e deformando possivelmente e afivelando. Como as densidades dos tubos é importante, o efeito disto, expansão térmica deveria ser levada em conta.

O coeficiente de expansão térmica,  $[\alpha]$ , ranges de aproximadamente  $11 \times 10^{-6} / [degrees]C$  a temperatura de quarto para aproximadamente  $15 \times 10^{-6} / [degrees]C$  a  $750 [degrees]C$  para aço (7) . Consider,

por exemplo, um ar para arejar exchanger de calor formado de três concêntrico cilindros para qual a temperatura de quarto tem a parede interna um exterior diâmetro de 1 metro e a parede exterior é de 2 mm metal grosso com um diâmetro exterior de 1.016 metros (ou uma abertura de tubo de 6 mm).

Se quando em operação, a parede interna tem uma temperatura de  $530 [degrees]C$ , seu diâmetro será 1.0063 metros ( $[\alpha]=12.5 \times 10^{-6}$ ) . Se a parede mediana é ao invés a  $330 C$ , seu diâmetro exterior será 1.0197 metros. Thus, ao invés, de uma 6 abertura de mm há um 4.7 mm gap. que Isto poderia fazer para uma diferença importante no desempenho do forno.

Evitar este problema era preferido entender o exchanger de calor então de folhas paralelas de metal como descrita no texto, com spacers entre as conchas para manter o tubo desejado gap. prevenir a assembléia de deformando devido a expansão de diferencial durante operação, o individuo, podem ser partidas folhas livre para deslizar passado de um lado para outro um ao outro com um propriedade de armação externa rígida a assembléia inteira em lugar. que Isto também vai permita separação fácil e limpando.

#### MESA 1

##### Coeficientes de Expansão Térmicos Lineares

$[degrees]C$  Alumínio de Steel Steel Aço Steel  
 (.1% C) (duro) (Ni) (macio)  
 50 .0234X $[10.SUP.-3]$ -----  
 100 .0238 .012X $[10.SUP.-3]$  .01170X $[10.SUP.-3]$  ----

200 .0245-- .01225 -- .01255X[10.SUP.-3]  
 300 .0255-- .01277 .00933X[10.SUP.-3] .01307  
 400 .0265-- .01328 .01000 .01360  
 500 .0274-- .01382 .01050 .01412  
 600 .0283-- .01433 .01042 .01465  
 700---- .01486 .01114 .01519  
 800----- .01156 --  
 900 ----- .01167--  
 1000 ----- .01185--

Referência (7)

#### APÊNDICE F: ANÁLISE FINANCEIRA

Análises financeiras simples de fogões melhorados podem prover só um general indicação de benefits. potenciais Numerosos fatores como fumaça reduzida inalação, maior conveniência cozinhando, e uma imagem moderna pode bem prove ser mais importante na decisão para comprar um fogão melhorado que as poupanças financeiras potenciais para esses que compram combustível. E até mesmo para esses que compram combustível, é difícil calcular realisticamente o barreira posada pelo primeiro custo do stove. Entre os fatores que tendem elevar esta barreira são uma visão a curto prazo--nenhum mais longo que pelo próxima colheita e freqüentemente consideravelmente mais curto; uma margem estreita de sobrevivência --de forma que riscos deve ser muito cuidadosamente pesada; e uma falta simples de dinheiro para invest. dados de Banco Mundiais para taxas de juros comerciais para agrícola taxas de espetáculo de crédito tão alto quanto 192 por cento, com a maioria dos países que desabam a 20 a 66 gama de por cento (citou em 1) . Thus, o primeiro custo de um fogão melhorado pode ser uma barreira verdadeiramente formidável e deve ser levado em conta.

O primeiro custo de um fogão pode ser uma até maior barreira a esses que forragem para fuelwood ou outro combustível em lugar de comprando isto, Nisto, caso, o custo monetário de um fogão é equilibrado contra o trabalho do forager--em muitos casos uma criança que pode não ter qualquer outro imediatamente tarefa útil para executar em lugar de foraging. Obviously, a cabeça do casa escolherá freqüentemente contra tal uma compra quando houver pronto mãos disponível.

Análises financeiras de projetos que recebem o governo ou internacional apoio de doador e eles não ganham que tem que levar também renda em conta que é freqüentemente mais fácil de adquirir fundos de um-tempo para instalar projeto equipamento que é adquirir fundos periódicos para operação e manutenção (2). Inicial que investimento de capital pode ser obtido freqüentemente por programas de ajuda, financiamento liberal, ou um-tempo orçãdo, enquanto custos periódicos tenha que sair do orçamento regular e tenha que competir contra todos o outro necessidades de educação, ajuda rural, e desenvolvimento de infra-estrutura. O habilidade para conhecer custos periódicos é freqüentemente mais importante que minimizando ciclo de vida vale como medido em um único valor presente (2). Combinando capital inicial e custos periódicos em um único valor presente ignora as diferenças cruciais entre as fontes de consolidação de dívida flutuante deles/delas e restrições. Em muitos casos pode ser melhor para executar comparações de undiscounted de capital e custos periódicos separadamente (2) países em desenvolvimento de . são coberta de lixo com projetos e equipamento nos quais custos periódicos não puderam ser se encontrada. Em fogão projeta, um esforço extra deve ser feito assegurar isso de vendas possa conhecer custos periódicos.

Com este caveats, estarão agora técnicas de análise financeiras simples considerada. Como um simples primeiro exemplo, considere o caso de um tradicional fogão e dois modelos melhorados (ignorando taxas de juros efetivas) como listada em Mesa 1. Como vista lá, ao término do primeiro ano ambos modelos melhorados têm poupanças financeiras quase idênticas relativo para o fogão tradicional apesar de diferir primeiro amplamente custos e eficiências.

Porque as vidas e outras características de fogões podem variar assim dramaticamente, é freqüentemente conveniente para esparramar o custo deles/delas em cima do deles/delas lifetime. inteiro Os resultados neste mesmo caso sem taxa de juros, é apresentada em Mesa 2. custos Adicionais para ser esparramada em cima da vida de o fogão inclui manutenção.

Cálculos como estes sem fatores de interesse são extremamente simples e podem ser tentadas numerosas variações observar a importância relativa de parâmetros diferentes como o custo de combustível, o custo do fogão, o poupanças de energia do fogão, e assim on. Como a taxa de juros é assumido zere, cada um destes fatores terá uma interdependência linear.

## MESA 1

Análise Financeira de Três Fogões Hipotéticos  
Contabilidade Diária

DESPESAS DE , EUA \$

Improved Tradicional Improved  
Metal Fogão Stove UM Fogão de B  
(30% Savings) (40% Poupanças)

Dia de Daily Daily Total Total Total de Diário

Instalação 0 de - \$0.50 - \$0.50 - \$6.50 - \$6.50 - \$15.5 - \$15.5  
Abasteça 1 - 0.25 - 0.75 - .175 - 6.675 - .15 - 15.65  
Abasteça 2 - 0.25 1.00 - .175 - 6.85 - .15 - 15.80  
Abasteça 3 - 0.25 - 1.25 - .175 - 7.025 - .15 - 15.95  
Abasteça 4 - 0.25 - 1.50 - .175 - 7.20 - .15 - 16.10  
.....  
365 - 0.25 -91.75 - .175 -70.375 - .15 - 70.25

Tempo de reembolso simples (days) 80 150  
Poupanças mais de um year 21.38 21.50

## MESA 2

Análise Financeira de Três Fogões Hipotéticos:  
Diário Totais

Traditional Improved Improved  
Metal de Fogão de Stove UM Fogão de B

Instalação o EUA \$) 0.50 6.50 15.50  
Vida (years) 1 2 4  
Cost/day instalado (\*) (o EUA \$) 0.00137 0.008904 0.0106  
Energia o parente de poupança para  
fogão tradicional (percent)-- 30 40  
Abasteça cost/family-dia (o EUA \$) 0.25 0.175 0.15

Total cost/day operacional (o EUA \$) 0.25137 0.1839 0.1606

(\*) Taxa de juros é assumida zero.

No caso mais geral, a taxa de juros efetiva deve ser levada em conta. A taxa de juros efetiva pode ser pensada de como um quantitativo representação da barreira que opõe a compra de um fogão por um pobre pessoa. O mais alto a taxa de juros o maior o valor colocou em tendo o dinheiro em mão no momento em lugar de investir isto em algo isso proverá só um retorno financeiro no futuro.

Calcular juro simples, a fórmula,

$$F = P(1+NI) \quad (1)$$

é usado, onde P é o valor presente do investimento, i é o interesse taxa por período de tempo, e n é o número de tempo periods. O fator F é o valor do investimento n cronometram períodos no futuro. Thus, se são postas \$10 no banco a uma taxa de juros anual simples de 20 por cento, então o valor futuro, F, daquele investimento um ano no futuro é  $F=\$10(1+0.2)=\$12$ ; dois anos no  $F=\$14$  futuro, e assim por diante.

Calcular juro composto (o caso mais geral), a fórmula

$$F = P[(1+I) .SUP.N] \quad (2)$$

é usado. Thus, ao término de cada período de tempo, o investimento inteiro P mais interesse que i ganhou durante aquele período de tempo é reinvestida a isso taxa de juros i. Para o anterior exemplo, o valor futuro F dos \$10 investimento ao término de cada ano é determinado em Mesa 3.

Alternativamente, o valor presente P de um pouco de valor é determinado por  $P=F/[(1+i) .sup.n]$ . Assim, a uma taxa de juros de 20 por cento, sendo prometida \$24.88 entre cinco anos estão igual a ser imediatamente determinado \$10.

Se n que são feitos regularmente durante um certo tempo pagamentos iguais, E, então o valor futuro F destes pagamentos simplesmente é a soma <veja equação 3>

bsex195a.gif (165x660)

$$\begin{aligned}
 F &= E(1+i)^{n-1} + E(1+i)^{n-2} + E(1+i)^{n-3} + \dots + E(1+i)^1 \\
 &= E \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]
 \end{aligned} \tag{3}$$

O valor presente correspondente P é <veja equação 4>

bsex195b.gif (93x726)

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} = E \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \tag{4}$$

onde n é o número de períodos em cima de qual os pagamentos são feitos E e i é a taxa de juros em cima de cada period. como o que Isto também pode ser expressada esparramando um único sinal P em cima de vários pagamentos menores E fora no futuro.

Como um exemplo, o anterior caso pode ser considerado com um anuário nominal taxa de juros de 40 por cento ou uma taxa diária nominal (40/365) de 0.11 por cento. Spreading o custo P do fogão tradicional UM e fogão B em

n pagamentos diários iguais E em cima da vida do fogão, o custo diário de operando o fogão podem ser calculadas como mostrada em Mesa 4.

bsex196.gif (600x600)



TABLE 4  
Financial Analysis of Three Hypothetical Stoves:  
With Interest

	Traditional Metal Stove	Improved Stove A	Improved Stove B
Installation (US\$)	0.50	6.50	15.50
Lifetime (years)	1	2	4
n = (days)	365	730	1460
Nominal daily interest at 40% annual rate	.0011	.0011	.0011
$\left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$ -	300	502	726
Installed Cost/Day (US\$) -			
- $\left[ \frac{\text{installation Cost}}{\left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]} \right]$ -	0.00167	0.0129	0.0213
Fuel cost/family-day (US\$)	0.25	0.175	0.15
Total operating cost/day	0.25167	0.1879	0.1713

Deveria ser notado que a taxa de juros anual efetiva, quando compôs em cima de um periodo de menos que um ano, é <veja equação 5>

bsex196a.gif (75x726)

$$i_e = \left[ 1 + \frac{r}{c} \right]^c - 1 \quad (5)$$

por compor a taxa de juros nominal,  $r$ , ( $c$ ) tempos durante o ano. Como  $c$  fica muito grande, enquanto compondo todas as semanas ou menos, isto pode ser escrita <veja equação 6>

bsex196b.gif (85x660)

$$i_e \approx e^r - 1 \quad (6)$$

onde  $e$  é a base para logaritmos naturais,  $e=2.71828$ . No anterior caso, a taxa de juros anual nominal de 40% se torna, com compor diariamente, uma taxa anual efetiva de aproximadamente

$[e.\text{sup}.0.40] - 1 = 0.4918$  ou 49%

TABLE 3

Juro composto de

Ano  $[(1+i) .\text{sup}.n] F$

0	1	\$10.00
1	[1.2.sup.1]	12.00
2	[1.2.sup.2]	14.40
3	[1.2.SUP.3]	17.28
4	[1.2.sup.4]	20.74
5	[1.2.sup.5]	24.88

Com estas fórmulas, pode ser analisada uma variedade larga de situações. More situações complicadas, como com inflação, pode ser analisada semelhantemente usando fórmulas de taxa de juros standards apresentadas em outro lugar (3).

Para os cálculos sobre, uma taxa de juros efetiva deve ser assumida e está freqüentemente baseado em assumptions. muito duvidoso evitar isto, um termed de fator, a taxa interna de retorno é calculada que não depende de qualquer particular assumiu interesse rate. que Sua desvantagem é que normalmente é mais difícil calcular.

A taxa interna de retorno é a taxa de juros que fixa o total valor presente, recibos mais desembolsos, para zero. Como um exemplo, para modelo de fogão UM listou em Mesas 1, 2, e 4, há um desembolso de \$6.50 em zero de dia e receita de \$.075 cada dia em poupanças de combustível em cima de um dois ano period. A taxa interna de retorno é aquela taxa de juros que dá um valor presente de \$0.00 por todos estes custos. <veja equação 7>

bsex197a.gif (116x726)

$$P = -\$6.50 + \$0.075 \left[ \frac{(1+i)^{730} - 1}{i(1+i)^{730}} \right] = 0 \quad (7)$$

Porque a taxa de juros é tão alta, isto pode ser resolvida diretamente. Thus, <veja equação 8>

bsex197b.gif (118x660)

$$86.67i = 1 \cdot \frac{1}{(1+i)^{730}} \approx 1 \quad \text{and} \quad i = 0.0115/\text{day} \quad (8)$$

Esta é uma taxa anual nominal de  $365(0.0115)=420$  por cento. Neste particular caso, a taxa interna de diminuições de retorno quase linearmente com o preço decrescente de fuelwood, a eficiência de combustível decrescente do fogão, ou o custo inicial crescente do fogão.

Como um segundo exemplo, mais típico de taxa de cálculos de retorno, considere um fogão que vale \$20.00 e economiza \$0.20 valor de combustível por semana o primeiro year. devido a perdas em desempenho, o fogão economiza \$0.16 por semana o segundo ano, \$0.12 por semana o terceiro ano, \$0.08 o quarto ano, e \$0.04 o quinto year. Quando o fogão é comprado, seu valor presente é então <veja equação 9>

bsex197c.gif (106x660)

$$P = -\$20 + (\text{Fuel 1}) + (\text{Fuel 2})/N^1 + (\text{Fuel 3})/N^2 + (\text{Fuel 4})/N^3 + (\text{Fuel 5})/N^4 \quad (9)$$

onde (Combustível X) é o valor presente do combustível usado durante o ano X a o começo daquele ano, o fator N é determinado por  $N=[(1+i)^{52}]$ , e i é o interesse semanal rate. O fator N desconta o valor do combustível na ocasião durante qualquer ano particular para seu valor presente é o fogão comprada. O valor presente do combustível durante qualquer ano particular X é dada por equação (4); <veja equação abaixo>

bsex198a.gif (204x660)

$$\text{(Fuel 1)} = 0.20 \left[ \frac{(1+i)^{52} - 1}{i(1+i)^{52}} \right] \quad (10a)$$

$$\text{(Fuel 2)} = 0.16 \left[ \frac{(1+i)^{52} - 1}{i(1+i)^{52}} \right] \quad (10b)$$

e assim por diante.....

Para cada taxa de juros semanal o valor presente é calculado então de equações (9) e (10) são mostrados Resultados de . em Mesa 5. Como pode ser vista, o taxa interna de retorno está entre 25 e 30% e pode ser calculada asperamente ser 27%.

Fechando esta seção isto é importante a nota da que se tratou análise financeira para o usuário de fogão individual only. determinando o valor de um programa de fogão também é importante para considerar as economias,

quer dizer, os custos ambientais nacionais de não fazer nada; os impactos de fogão programa em emprego rural e urbano; os custos nacionais de importando o substituto abastece ou subsidiando disseminação de fogão; o custo de desenvolvimento de infra-estrutura; e muitos others. que Alguns destes eram brevemente discutida em Capítulo II.

#### MESA 5

##### Taxa Interna de Retorno

Interesse Poupanças de Importantes (\* \*) (antes de ano)

Taxa (\*) Investimento de % 1 2 3 4 5 Total

0.002	-	\$20.00	\$9.87	\$7.12	\$4.81	\$3.01	\$1.30	+\$6.10
0.003	-20.00	9.62	6.58	4.23	2.41	1.03	+3.87	
0.004	-20.00	9.37	6.09	3.71	2.01	0.82	+2.01	
0.005	-20.00	9.14	5.64	3.26	1.68	0.65	+0.36	
0.006	-20.00	8.91	5.22	2.87	1.40	0.51	-1.08	
0.007	-20.00	8.69	4.84	2.53	1.17	0.41	-2.36	

(\* \*)These são taxas de juros semanais e correspondem a anuário nominal

Taxas de juros de de aproximadamente 10, 15, 20, 25, 30, e 35%.

(\* \*) Savings estão devido a combustível reduzido costs. Coluna 1 é determinada por

(Combustível 1) sobre; coluna 2 é determinada por (Combustível 2)/N; coluna 3 por (Combustível 3)/[N.sup.2]; etc. correspondendo às condições em equação (9).

#### APÊNDICE G: MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Este apêndice é um sumário " como revisar de vários básico estatístico técnicas inclusive a média, divergência standard, coeficiente de variação, limites de confiança, t-teste, e regressão linear. Esses se interessada por informações mais detalhadas ou técnicas mais avançadas deva consulte um texto básico em estatísticas como referência (1).

Técnicas estatísticas são muito úteis quantificando dados e lata às vezes ajude a pessoa está entendendo dos processos físicos ou sociais isso é occurring. However, estas técnicas não são uma substituta para entendendo este processes. Tal compreensão é desenvolvida ao invés,

por exemplo, analisando a combustão e processos de transferência de calor dentro um fogão ou a resposta cultural e social adaptando a um fogão novo. Quando análise estatística dos dados é mecanicamente terminada, sem um entendendo destes processos físicos ou sociais subjacentes, importante, podem ser obscurecidos fatores que poderia ser vista caso contrário revisando cuidadosamente o data. Thus cru, técnicas estatísticas são uma ferramenta a ser usada com cuidado.

Finalmente, é importante a nota que a maioria do seguinte estatístico técnicas estão baseado em certas suposições simplificando sobre a natureza dos dados de teste que são em particular analyzed., é assumido que o dados de teste sempre são uma amostra fortuita de um normal " subjacente " ou gaussian distribuição. Embora esta normalmente é uma aproximação razoável, é não garantido, e aplicando as técnicas estatísticas seguintes a dados isso não é normal " às vezes pode conduzir a erros significantes. Estes deveriam ser usadas técnicas então com caution. Para o interessado leitor, referência (1) discute testes vários para determinar se ou não uma amostra pode ser tratada como " normal " e, se não, alternativa estatístico técnicas que podem ser usadas.

Média

A média de um jogo de dados [x.sub.i] está definido como <veja equação 1>

bsex199a.gif (146x726)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

where[math>\sigma] é a soma de todo o n valores de teste individuais [x.sub.i]. mais precisamente, X[bar] é um estimador do verdadeiro valor comum do estar por baixo de distribuição normal " da qual os dados de teste são uma amostra fortuita. Como o número de testes, n, aumentos para infinidade, X[bar] converge à verdadeira média valor da distribuição.

Como um exemplo, assuma que três fogões diferentes, UM, B, e C, é testada no laboratório com os resultados mostrado em Mesa 1. A média para fogão UM é <veja equação abaixo>

bsex199b.gif (165x660)

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i = \frac{1}{10} (20+17+16+18+14+17+18+19+18+15) = 17.2$$

#### MESA 1

Hypothetical Laboratório Teste Dados

Test UM (PHU) B (PHU) C (PHU)

1 204 (\* ) 13% 15%

2 17 16 14

3 16 17 17

4 18 18 15

5 14 14 16

6 17 16 13



7 18 17 17  
 8 19 18 16  
 9 18 17 --  
 10 15 16 --

(\*) Para facilidade de ilustração, são dados só valores a dois figuras significantes. Em prática, um terço figura significante, I.E. normalmente serão incluídas 20.3, enquanto assumindo que o teste Procedimento de está suficientemente seguro para justificar aquela precisão.

a média para B é: <veja equação abaixo>

bsex200a.gif (87x486)

$$B = \frac{1}{10} (13+16+17+18+14+16+17+18+17+16) = 16.2$$

e para C é: <veja equação abaixo>

bsex200b.gif (97x600)

$$C = \frac{1}{8} (15+14+17+15+16+13+17+16) = 15.375 \approx 15.4$$

Divergência standard

A divergência standard, [ $\sigma$ ], é uma medida de quanta variação há

de um teste para outro dentro da " distribuição normal " que está por baixo de o teste observado data. A divergência de amostra é uma estimativa do padrão divergência baseado no teste observado data. Se os testes estivessem repetidos um número infinito de tempos, a divergência de amostra se aproximaria e, no limite, seja igual à divergência standard (2).

A divergência de amostra para uma série de teste está definida como: <veja equação abaixo>

bsex200c.gif (186x486)

$$S_x = \left[ \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

e para facilidade de cálculo isto é escrita como: <veja equação abaixo>

bsex200d.gif (146x726)

$$S_x = \left[ \frac{1}{(n-1)} \left[ \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Para a série de teste em fogão UM anterior, [S.sub.A], é calculada então como segue: <veja equação abaixo>

bsex201a.gif (317x600)

$$\sum_{i=1}^n A_i^2 = 20^2 + 17^2 + 16^2 + 18^2 + 14^2 + 17^2 + 18^2 + 19^2 + 18^2 + 15^2 = 2988$$

$$n\bar{A}^2 = 10(17.2)^2 = 2958.4$$

and then

$$S_A = \left[ \frac{1}{9} (2988 - 2958.4) \right]^{\frac{1}{2}} = [3.2889]^{\frac{1}{2}} = 1.8135$$

Este cálculo pode ser repetido para série de teste B e C, enquanto dando:

$$[S.SUB.B] = 1.6193$$

$$[S.SUB.C] = 1.4079$$

São expressados resultados de teste normalmente um a vantagem comum ou menos o prove divergência: <veja equação abaixo>

bsex201b.gif (150x317)

$$A = 17.2 \mp 1.81$$

$$B = 16.2 \mp 1.62$$

$$C = 15.4 \mp 1.41$$

A divergência de amostra,  $S$ , também pode ser usada para prever a gama aproximada em cima de qual os dados cairão se testes adicionais forem terminados--assumindo o mesmo caso de condições.

Para um jogo de dados de  $n$  pontos  $[x_{sub.i}]$ , assumindo eles são uma amostra aleatória de uma distribuição normal, o  $\bar{X}$  [valor médio calculado] e divergência de amostra  $[S_{sub.x}]$  não seja achada como acima. discutido O número de graus de liberdade deste jogo de dados é então determinado por:

$$F = [N_{SUB.X}] - 1 \quad (3)$$

Da t-tabela, Tabela 2, um t-valor pode ser encontrado para graus de liberdade e níveis vários de confiança/níveis de significação,  $100(1-[\alpha]) / [\alpha]$ . O gama <veja equação 4>

bsex201c.gif (67x726)

$$\bar{X} \mp (t\text{-value})S_x \quad (4)$$

então segura aproximadamente  $100(1-2[\alpha])\%$  de todos os pontos de dados.

Como o tamanho de amostra  $n$  fica muito grande de forma que  $X[\text{bar}]$  converge com o verdadeiro valor comum da " distribuição normal " e  $[S.\text{sub}.x]$  converge com o divergência standard,  $[\sigma]$ , da distribuição então 68.27 por cento de todos os testes feita terá um valor que mente dentro  $[-$  ou  $+]1[\sigma]$  da média. Similarly, 95% de os pontos de dados mentirão dentro  $[-$  ou  $+]1.96[\sigma]$  da média, e 99% dos dados pontos mentirão dentro  $[-$  ou  $+]2.57[\sigma]$  do average. Isto pode ser vista em Mesa 2 para um número infinito de graus de liberdade.

Para o caso mais comum de tamanho de amostra finito  $n$ , como no caso de fogões hipotéticos UM, B, e C sobre, equação (4) deve ser usada.

Como um exemplo, os dados de teste para fogão UM tem graus de f-10-1-9 de liberdade. Assim, para  $f=9$  e  $[\alpha]=2.5\%$ , a t-mesa indica que o intervalo <veja equação abaixo>

bsex202a.gif (78x600)

$$\bar{A} \mp 2.26S_A = 17.2 \mp 4.1 = 13.1 \text{ to } 21.3$$

cabos aproximadamente 100(1-2[2.5]) -95% de tudo esperaram dados aponta se testar eram continuar indefinidamente (jogos de amostra geradores de 10 dados pontos).

Semelhantemente, <veja equação abaixo>

bsex202b.gif (63x486)

$$\bar{A} \mp 3.25S_A = 17.2 \mp 5.9$$

cabos aproximadamente 99% de tudo esperaram pontos de dados.

Para fogão C com graus de  $f=8-1=7$  de liberdade, o intervalo <veja equação abaixo>

bsex202c.gif (87x486)

$$\bar{C} \mp 2.365S_C = 15.4 \mp 3.3$$

cabos aproximadamente 95% de tudo esperaram dados aponta, e assim por diante.

Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação CV normaliza a divergência de amostra simplesmente por dividindo isto pela média: <veja equação 5>

bsex202d.gif (85x660)

$$CV_x = \frac{S_x}{\bar{X}} \quad (5)$$

Para a série de teste em fogão UM: <veja equação abaixo>

bsex202e.gif (108x486)

$$CV_A = \frac{S_A}{\bar{A}} = \frac{1.8}{17.2} = 0.105$$

O coeficiente de variação e a divergência de amostra é mede do qualidade do data. O menor o CV, os mais firmemente se agruparam o dados são e o menos importante o variables. descontrolado UM muito grande coeficiente de meios de variação que as condições experimentais não são adequadamente controlled. por exemplo, pode haver muito vento, o equilibrio pode estar aderindo, ou os provadores diferentes podem executar os testes longe dentro manners. Regardless diferente, se o CV é que esforço grande, maior deve ser feita controlar melhor as condições experimentais e reduzir a variabilidade dos dados.

## MESA 2

T-mesa de

Of de graus Nivelam de Confiança [100(1-[alpha])] /Level de Significação [[alfa]]  
FREEDOM 90/10 95/5 97.5/2.5 99/1 99.5/0.5

1 3.078 6.314 12.706 31.821 63.657

2 1.886 2.920 4.303 6.965 9.925

3 1.638 2.353 3.182 4.541 5.841

4 1.533 2.132 2.776 3.747 4.604

5 1.476 2.015 2.571 3.365 4.032

6 1.440 1.943 2.447 3.143 3.707

7 1.415 1.895 2.365 2.998 3.499

8 1.397 1.860 2.306 2.896 3.355

9 1.383 1.833 2.262 2.821 3.250

10 1.372 1.812 2.228 2.764 3.169



11 1.363 1.796 2.201 2.718 3.106  
12 1.356 1.782 2.179 2.681 3.055  
13 1.350 1.771 2.160 2.650 3.012  
14 1.345 1.761 2.145 2.624 2.977

15 1.341 1.753 2.131 2.602 2.947  
16 1.337 1.746 2.120 2.583 2.921  
17 1.333 1.740 2.110 2.567 2.898  
18 1.330 1.734 2.101 2.552 2.878  
19 1.328 1.729 2.093 2.539 2.861

20 1.325 1.725 2.086 2.528 2.845  
21 1.323 1.721 2.080 2.518 2.831  
22 1.321 1.717 2.074 2.508 2.819  
23 1.319 1.714 2.069 2.500 2.807  
24 1.318 1.711 2.064 2.492 2.797

25 1.316 1.708 2.060 2.485 2.787  
26 1.315 1.706 2.056 2.479 2.779  
27 1.314 1.703 2.052 2.473 2.771  
28 1.313 1.701 2.048 2.467 2.763  
29 1.311 1.699 2.045 2.462 2.756

30 1.310 1.697 2.042 2.457 2.750  
40 1.303 1.684 2.021 2.423 2.704  
60 1.296 1.671 2.000 2.390 2.660  
120 1.289 1.658 1.980 2.358 2.617

[infinitude] 1.282 1.645 1.960 2.326 2.576

#### Referência de (1)

Ao analisar dados, um valor de teste bastante diferente de todos os outros, chamada um " outlier ", pode ser achada, contudo não pode haver nenhuma razão óbvia para desqualifique aquele teste de particular, por exemplo nenhuma água foi derramada, madeira era perdida " nem misweighed, valores não eram misrecorded, etc. O presença de tal um outlier virtualmente garantias que a distribuição com isto incluiu não é normal " e analisando isto corretamente podem então

seja bastante difícil.

Um modo para evitar estas complicações simplesmente é ignorar arbitrariamente outliers se eles são suficientemente diferentes dos outros dados. O conseqüências de jogar fora um " ponto de dados bom " incorretamente são insignificantes; as conseqüências de não jogar fora um " ponto de dados ruim " podem ser totalmente adverse. Um critério útil por decidir se ou não para inclua um outlier é calcular quantas divergências de amostra mente de a média do outro teste data. é importante que esta amostra divergência e média não incluem o outlier. Se mentir mais que, para exemplo, quatro divergências de amostra fora, o outlier deveriam ser descartados. Em alguns casos pode ser desejável para usar o critério mais rígido de três prove divergências.

Como um exemplo, considere o caso onde um nono teste é terminado em Fogão C (Mesa 1) e um valor de 9% já é found. Como mostrada, a média e prove divergência para os primeiros oito testes em Fogão C=15.4 [- ou +]1.41. O avalie 9% é mais de quatro divergências de amostra da média, quer dizer,  $15.4 - 4(1.41) = 9.76$ , assim pudesse ser discarded. Alternatively, considere o caso onde o nono teste deu para um valor de 20 percent. UM valor de 20 por cento há pouco é ligeiramente mais que  $[3S.sub.C]$  de  $C[bar]$ . Discarding que este valor pode seja desejável em alguns casos, mas não é tão claramente " ruim " como o valor 9%.

Limites de confiança

Limites de confiança dão uma gama de valores dentro qual a verdadeira média avalie para os dados de esperada a lie. Como antes, um t-valor é achado para os dados de teste com graus de f de liberdade e um nível de significação,  $[\alpha]$ . O intervalo de confiança: <veja equação 6>

bsex204a.gif (97x486)

$$\bar{X} \mp (t\text{-value})S_x/\sqrt{n}$$

é então  $100(1-2[\alpha])\%$  certo (veja nota 3) celebrar o verdadeiro valor comum de a distribuição normal subjacente da qual os dados de teste são um acaso amostra. Note a diferença de  $1/\sqrt{n}$  comparou a equação (4) . Como o número de pontos de dados,  $n$ , se põe grande, o intervalo de confiança reduz no verdadeiro valor comum até mesmo enquanto o se espalhe de dados, equação (4), restos o mesmo.

Como um exemplo, para Fogão UM (Mesa 1), a gama <veja equação abaixo>

bsex204b.gif (97x486)

$$\bar{A} \mp 2.26S_A/\sqrt{10} = 17.2 \mp 1.29$$

é  $100(1-2(2.5))\% = 95\%$  certo celebrar a verdadeira média. Similarly, <veja equação abaixo>

bsex204c.gif (87x486)

$$\bar{A} \mp 3.25S_A/\sqrt{10} = 17.2 \mp 1.86$$

é 99% certo celebrar a verdadeira média.

t-teste

O t-teste é usado para determinar se dois jogos de dados diferirem em um statistically modo significante.

Fogões comparando UM e B, a divergência comum e standard deles/delas é determinada por: <veja equação abaixo>

bsex205a.gif (97x486)

$$\bar{A} = 17.2 \mp 1.81 \quad \text{and} \quad \bar{B} = 16.2 \mp 1.62$$

e a 95 confiança de por cento deles/delas percorre (dentro qual há uns 95 por cento probabilidade de achar os verdadeiros valores comuns deles/delas--Veja Nota 3) é:

[A.sub.g5] = 15.9 a 18.5 e [B.sub.g5] = 15.0 a 17.4

Assim, os 95 limites de confiança de por cento deles/delas sobrepõem de 15.9 a 17.4. Como, então, um sabe que fogão UM é realmente melhor que fogão B? Para determine este um t-teste é used. Para dois dados fixa x e y que o t-valor é definida como (4): <veja equação 7>

bsex205b.gif (127x798)

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S_p \left[ \frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right]^{0.5}} \quad (7)$$

onde [S.sub.p] é a divergência de amostra agrupada, <veja equação abaixo>

bsex205c.gif (150x486)

$$S_p = \left[ \frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

[n.sub.x] e [n.sub.y] é o número de testes usado por calcular a média e divergências standards de jogos de dados X e Y respectivamente, e o número de graus de liberdade são determinados por

$$F = [N.SUB.X] + [N.SUB.Y] - 2 \quad (8)$$

Se o valor de t calculasse através de Equação (7) é maior que o valor listada em Mesa 2 para aquele número de de greas de liberdade e um certo

nível de significação, [alfa], então o dados fixa são ditos X e Y para ser diferente aos  $100(1-2[\alpha])\%$  nível de confiança (veja nota 4). que é importante a nota que o valor [alfa] deve ser escolhida de Mesa 2 em ordem para tenha uns  $100(1-2[\alpha])\%$  confiança que os meios (ou médias) é diferente. Isto é conhecido como um dois-apoiou t-teste dos meios.

Assim, comparando fogões UM e B (Mesa 1) <veja equação abaixo>

bse205d0.gif (167x486)

$$S_p = \left[ \frac{9(1.81)^2 + 9(1.62)^2}{18} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.72$$

Da t-mesa, para graus de f=18 de liberdade e uns  $100(1-2[\alpha])$  -90 por cento nível de confiança, [alfa]=5 e t=1.734. Desde o t-valor calculado sobre, t=1.30, é menos que isto, a pessoa diz que os dois fogões, UM e B, não faça conheça o 90 nível de por cento de exigência de confiança--quer dizer, há menos que uma 90 chance de por cento que o desempenho dos dois fogões difira, ou equivalentemente, há mais que uma 10 chance de por cento que o desempenho de PHU comum de fogão UM está igual a isso de fogão B (veja note 5 para uma discussão mais detalhada).

Fogão comparando B para fogão C (Mesa 1): <veja equação abaixo>

bsex206a.gif (285x486)

$$S_P = \left[ \frac{9(1.62)^2 + 9(1.41)^2}{16} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.53$$

$$t = \frac{16.2 - 15.4}{1.53 \left[ \frac{1}{10} + \frac{1}{8} \right]^{\frac{1}{2}}} = 1.10$$

para graus de  $f=10+8-2=16$  de liberdade o t-valor para um 90 nível de por cento de confiança ( $[\alpha]=5$ ) é tão novamente 1.746 [t.sub.BC]=1.10 é menos que 1.746=[t.sub.90] e há maior que uma 10 chance de por cento que o verdadeiro valor comum de desempenho para fogão B estará igual a isso de fogão C.

Semelhantemente, fogão C e fogão UMA lata seja comparada para achar:

[S.SUB.P] = 1.65 T = 2.30 F=16 DE

De Mesa 2, é o t-valor para  $f=16$  e um 95 nível de por cento de confiança ( $[\alpha]=2.5$ ) [t.sub.g 5]=2.12; para um 98 nível de por cento de confiança ( $[\alpha]=1$ ) [t.sub.g 8]=2.583. O t-valor para Fogões UM e C é então; <veja equação abaixo>

bsex206b.gif (97x540)

$$t_{95} < t_{AC} = -2.30 < t_{98}$$

Assim, há um 95 nível de por cento de confiança que o desempenho de Fogão UM é diferente que o de Fogão C. Alternatively, pode ser dito que há um aproximadamente 2 a 5% chance que os desempenhos deles/delas são o same. que Isto não declara, porém, isso que o desempenho relativo deles/delas é. que o desempenho relativo deles/delas está em algum lugar na gama de valores dada pela confiança deles/delas levels. por exemplo, é 95 por cento provável isso as verdadeiras mentiras de desempenho deles/delas nas gamas dadas por: <veja equação abaixo>

bsex206c.gif (87x600)

$$A_{95} = 17.2 \mp 1.3 \quad \text{and} \quad C_{95} = 15.4 \mp 1.2$$

No caso de fogões UM e B, o dados era insuficiente mostrar um diferença de desempenho significante entre them. testes Adicionais são precisada.

Determinar o número de testes n exigiu mostrar uma diferença significante entre dois dados fixa cada de dados de n aponta, a fórmula seguinte é usada: <veja equação 9>

bsex207a.gif (121x600)



$$n = u^2 \left[ \frac{S_p}{\bar{X} - \bar{Y}} \right]^2 \quad (9)$$

onde  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  são as médias para os dois dados fixa,  $S_p$  é os agruparam prove divergência para fixa X e Y, e u é determinado por, para 90 por cento, confiança nivela,  $u=1.293$ ; para 95 por cento,  $u=3.61$ , e para 99 por cento,  $u=4.90$  (veja nota 6).

Por exemplo, ser 90 por cento confiante que fogões UM e B teve diferente desempenhos, o número de testes precisado seria aproximadamente <veja equação abaixo>

bsex207b.gif (121x540)

$$n \approx 2.93^2 \left[ \frac{1.72}{17.2 - 16.2} \right]^2 = 25.4$$

ou aproximadamente 25 testes de cada stove. que O 99 nível de confiança de por cento requer aproximadamente 71 testes de each. Clearly, se possível, é preferível a mais cuidadosamente controle os testes de forma que lá é menos variação entre testes; quer dizer, reduzir a amostra deviation. Thus standard, prova segura, resultados são alcançados mais facilmente controlando melhor as variáveis tal como conteúdo de umidade de madeira, areje, etc., que tentando os dominar por

testes eternamente " repetindo.

### Regressão linear

Regressão linear é usada para achar a " melhor " relação linear entre dois variables. Se a relação entre as variáveis não é linear, então a regressão linear deveria ser feita com a combinação apropriada de variáveis de forma que isto é tão perto de uma relação linear quanto possível. Por exemplo, se y é aproximadamente igual para [x.sup.2] então a regressão linear deveria ser feita entre o y variável e a variável [x.sup.2] em lugar de entre y e x itself. pode estar normalmente A forma aproximada para usar asperamente calculada por depressa graphing que o dados avalia, x, [x.sup.2], etc. contra y e observando que quase é linear.

As fórmulas por fazer uma regressão linear são a seguinte:

Determinado dados de n emparelha (x,y), o melhor ajuste linear para estes pontos de dados é dada pela linha: <veja equação 10>

bsex207c.gif (70x600)

$$y = m(x - \bar{X}) + \bar{Y} \quad (10)$$

onde m é o declive e ([bar]Y-mX[bar]) é o y interceptam. O coeficiente [bar]X de esta equação é determinada pela média: <veja equação abaixo>

bsex208a.gif (162x726)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

and similarly for  $\bar{Y}$ .

Com as definições: <veja equação abaixo>

bsex208b.gif (600x600)

$$S_{xxn} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{X}^2 \quad (12a)$$

$$S_{yy n} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{Y}^2 \quad (12b)$$

$$S_{xyn} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{X}\bar{Y} \quad (12c)$$

$$m = \frac{S_{xyn}}{S} \quad (13)$$

O coeficiente de correlação é então determinado por <veja equação 14>

bsex208c.gif (129x726)

$$R = \frac{S_{xyn}}{[S_{xxn} S_{yy n}]^{\frac{1}{2}}} \quad (14)$$

e é uma medida de como bem o  $y=m(x-X[\text{bar de linha}])+Y[\text{bar}]$  de fato ajusta os dados: [- or+]1 em um ajuste perfeito; 0 indicam não há nenhuma correlação entre o variáveis x e y nos dados emparelhados ( $[x.\text{sub}.i], [y.\text{sub}.i]$ ).

Uma região de confiança também pode ser determinada para a regressão enfileire e é semelhante aos limites de confiança para um valor comum discutido acima. O região de confiança é determinada pela equação: <veja equação abaixo>

bsex208d.gif (230x600)

$$\frac{n(\bar{Y}-a)^2 + (m-b)^2 S_{xxn}}{2S_R^2} = F(2, n-2) \quad (15)$$

where

$$S_R^2 = \frac{1}{(n-2)} \left[ S_{yy} - \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}} \right] \quad (16)$$

é a discrepância calculada de resíduos e  $F(2, n-2)$  é o superior  $(1-\alpha)$  ponto de porcentagem da distribuição de F para 2 e graus de  $n-2$  de liberdade a o nível de confiança desejado  $(1-\alpha)$  . que A distribuição de F é listada em Mesa 5 debaixo de.

Esta é a equação para uma elipse em variáveis  $(a, b)$  . Lines  $y = a' + b'(x - \bar{X})$  com  $(a', b')$  dentro desta elipse a linha de regressão ajustou com o nível de confiança dado pela escolha de Linhas de F. com  $(a', b')$  fora desta elipse os dados não ajustam àquele nível de confiança.

Como um exemplo do uso de regressão linear, suponha que uma série de são feitos testes para determinar o efeito da altura de grelha-para-panela (tudo outros fatores que permanecem precisamente o mesmo) com os resultados para fogões D e E como mostrada em Mesa 3.

### MESA 3

Dados de Fogão Hipotéticos de PHU contra Grelha Para Altura de Painela

H (altura) D (PHU) E (PHU)

10 CM 30% 17%  
11 28 14  
12 27 16  
13 25 17  
14 24 18  
15 23 16

#### MESA 4

Um Exemplo Folha de trabalho de Regressão Linear

H	D	E	HD	HE	[H.SUP.2]	[D.SUP.2]	[E.SUP.2]
10	30	17	300	170	100	900	289
11	28	14	308	154	121	784	196
12	27	16	324	192	144	729	256
13	25	17	325	221	169	625	289
14	24	18	336	252	196	576	324
15	23	16	345	240	225	529	256

Soma [sigma] = 75 157 98 1938 1229 955 4143 1610

Claramente, o desempenho deste fogão hipotético D é muito sensível para a altura de grelha-para-panela enquanto o de fogão E não é. UMA regressão linear pode ser feita para determinar o entre o qual a melhor relação linear é o desempenho de fogão e a altura em centímetros e determinar como com precisão esta relação linear representa os dados.

Do jogo de dados sobre para fogões D e E as somas e somas de quadrados e podem ser formados produtos como indicada em Mesa 4.

Então <veja equação abaixo>

bsex210a.gif (600x600)

$$\bar{H} = \frac{1}{6}(75) = 12.5 ; \quad \bar{D} = 26.166 ; \quad \bar{E} = 16.333$$

$$S_{HHn} = 955 - 6(12.5)^2 = 17.5$$

$$S_{HDn} = 1938 - 6(12.5)(26.166) = -24.5$$

$$S_{HEn} = 1229 - 6(12.5)(16.333) = 4.025$$

$$S_{DDn} = 4143 - 6(26.1667)^2 = 34.83$$

$$S_{EE n} = 1610 - 6(16.333)^2 = 9.334$$

and

$$m_D = \frac{S_{HDn}}{S_{HHn}} = -1.40 \quad m_E = 0.229$$

$$R_D = \frac{S_{HDn}}{\left[ \begin{array}{c} \phantom{S_{HDn}} \\ \phantom{S_{HDn}} \end{array} \right]^2} = -0.99 \quad R_E = 0.313$$



Assim, o melhor ajuste linear para os dados para fogão D é

$$[\text{PHU.SUB.D}] = -1.4(\text{H}-12.5) + 26.1667$$

e há uma correlação muito boa,  $|R|=0.99$ , entre estes pontos de dados, como mostrada em Figura 1.

bse1x213.gif (600x600)

Statistical Methods

213

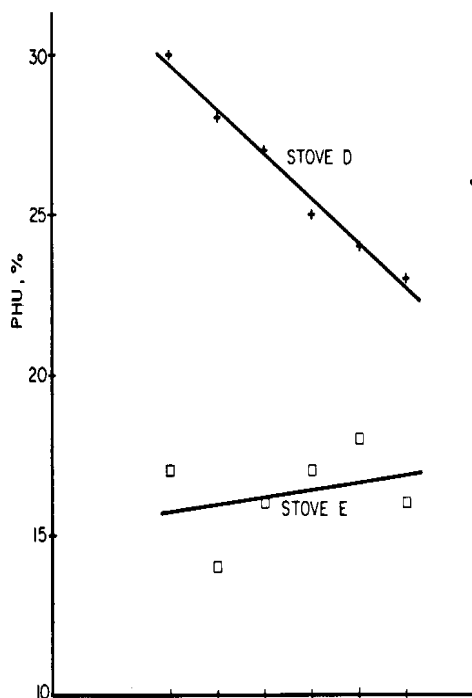


FIGURE 1: Plot of data for stoves D and E and lines from regression analysis showing the best linear fit to the data.

Para fogão E, o melhor ajuste linear é determinado por

$$[\text{PHU.SUB.E}] = 0.229(\text{H}-12.5) + 16.333$$

mas a correlação não é muito bem,  $|R|=0.313$ , como lata também seja visto dentro Figure 1.

Semelhantemente, podem ser determinadas regiões de confiança para a anterior regressão linhas. Com um nível desejado de confiança de 95 por cento, o F avaliam com  $n=4$  é 6.94. Para fogão D, a região de confiança é então determinada por: <veja equação abaixo>

bsex210b.gif (230x600)

$$\frac{6(a-26.167)^2 + 17.5(b+1.40)^2}{2 \left[ \frac{1}{4} \left[ 34.83 - \frac{(-24.5)^2}{17.5} \right] \right]} = 6.94$$

or

$$(a-26.167)^2 + 2.9167(b+1.40)^2 = 0.3065$$

Para fogão E a região de confiança em dada por:

$$[(\text{um}-16.333) \text{ .sup.} 2] + 2.9167[(b-0.229) \text{ .sup.} 2] = 4.863$$

MESA 5

F(2, N) DISTRIBUIÇÃO

nivelam de confidence/level de significação

N 90%/10% 95%/5% 97.5%/2.5% 99%/1%

1 49.5 199.5 799.5 4999.5

2 9.00 19.00 39.00 99.00

3 5.46 9.55 16.04 30.82

4 4.32 6.94 10.65 18.00

5 3.78 5.79 8.43 13.27

6 3.46 5.14 7.26 10.92

7 3.26 4.74 6.54 9.55

8 3.11 4.46 6.06 8.65

9 3.01 4.26 5.71 8.02

10 2.92 4.10 5.46 7.56

11 2.86 3.98 5.26 7.21

12 2.81 3.89 5.10 6.93

13 2.76 3.81 4.97 6.70

14 2.73 3.74 4.86 6.51

15 2.70 3.68 4.77 6.36

16 2.67 3.63 4.69 6.23

17 2.64 3.59 4.62 6.11

18 2.62 3.55 4.56 6.01

19 2.61 3.52 4.51 5.93

20 2.59 3.49 4.46 5.85

21 2.57 3.47 4.42 5.78

22 2.56 3.44 4.38 5.72

23 2.55 3.42 4.35 5.66

24 2.54 3.40 4.32 5.61

25 2.53 3.39 4.29 5.57

26 2.52 3.37 4.27 5.53

27 2.51 3.35 4.24 5.49

28 2.50 3.34 4.22 5.45

29 2.50 3.33 4.20 5.42

30 2.49 3.32 4.18 5.39

40 2.44 3.23 4.05 5.18

60 2.39 3.15 3.93 4.98

120 2.35 3.07 3.80 4.79

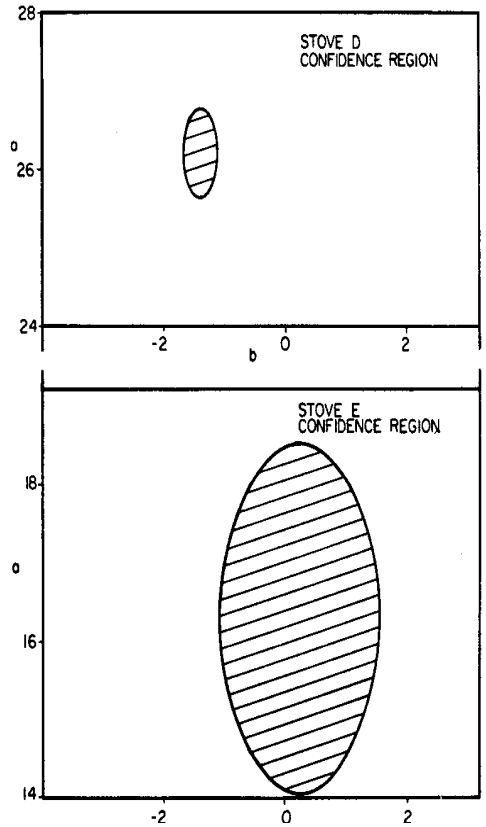
[infinitude] 2.30 3.00 3.69 4.61

Referência (1)

Estes são graphed em Figura 2 abaixo (7) . Como pode ser vista, a confiança

bse2x213.gif (600x600)

FIGURE 2: Confidence regions for the linear regressions on the data for Stoves D and E. Within the ellipses are values of (a,b) for the line  $Y=a+b(x-\bar{X})$  where Y is the PHU and x is the height H which fit the cata (and the best regression line) to a 95% confidence level.



região para fogão E é muito maior que para fogão D. Que é, há um latitude considerável em possíveis escolhas para os parâmetros de linha para fogão E para um determinado nível de confidence. Stated outro modo, há consideravelmente menos certeza sobre o que a linha de regressão realmente deve seja para fogão E que para fogão D. Isto corresponde o muito menor coeficiente de correlação para fogão dados de E que fogão D. Thus, os calcularam, por exemplo, linha de regressão para fogão E é os melhor ajustaram para o determinados dados, menos outras linhas de regressão com parâmetros dados dentro o elipse quase provê como bem um ajuste (95 nível de confiança de por cento para o determinados dados) para estes dados.

Linhas de Regressão Lineares comparando

É freqüentemente necessário comparar dois regressão enfileira para determinar se ou não eles são paralelos ou talvez statistically plano indistinguível. Fazer isto, uma técnica semelhante ao t-teste pode ser usada.

Dada dois jogos de dados: <veja equação abaixo>

bsex212a.gif (121x600)

$$\begin{aligned} \text{set 1: } & (x_1, y_1)_1, (x_2, y_2)_1, \dots, (x_{n_1}, y_{n_1})_1 \\ \text{set 2: } & (x_1, y_1)_2, (x_2, y_2)_2, \dots, (x_{n_2}, y_{n_2})_2 \end{aligned} \tag{17}$$

era as subscrições 1 e 2 nos parênteses recorra aos dados respectivos jogo.

Primeiro, são ajustadas linhas de regressão por cada jogo de dados separado como descrita sobre. <veja equação 18>

bsex212b.gif (230x600)

$$\text{set 1: } Y_1 = m_1 (x - \bar{X}_1) + \bar{Y}_1$$

(18)

$$\text{set 2: } Y_2 = m_2 (x - \bar{X}_2) + \bar{Y}_2$$

onde as subscrições distinguem entre jogos de dados eu e 2.

Segundo, a discrepância residual calculada, [S.sup.2.sub.r], é calculada para cada dados fixe como determinado em equação (16).

Terço, a discrepância residual calculada agrupada, [S.sup.2.sub.pr], é calculada para o dois dados fixa. <veja equação 19>

bsex212c.gif (150x600)



$$S_{PR}^2 = \frac{(n_1 - 2)S_1^2 + (n_2 - 2)S_2^2}{n_1 + n_2 - 4} \quad (19)$$

onde as subscrições distinguem novamente entre os jogos de dados.

Quarto, o t-valor agrupado [t.sub.p] é calculada para a dois regressão enfileira <veja equação 20>

bsex214a.gif (167x600)

$$t_P = \frac{m_1 - m_2}{S_{PR} \left[ \frac{1}{S_{xxn1}} + \frac{1}{S_{xxn2}} \right]} \quad (20)$$

Isto pode ser comparada agora ao t-valor para  $([n.sub.1]+[n.sub.2]-4)$  graus de liberdade e o nível desejado de significação, [alfa], da t-mesa. Se [t.sub.p] é maior que aquele determinado para [t.sub. [alfa]] então na t-mesa as linhas são ditas tenha declives diferentes ao nível de confiança  $100(1-2[alpha])\%$ .

Se os declives não são então statistically distinguível que eles podem ser testou para determinar se eles também são coincident. para fazer isto, uma terra comum, declive deve ser calculado logo para todo o anterior data. Thus, o quinto, passo é calcular um declive comum, [m.sub.c], e uma discrepância residual comum, [S.sub.c] para os dois dados fixa junto. <veja equação abaixo>

bsex214b.gif (230x600)

$$m_c = \frac{S_{xyn1} + S_{xyn2}}{S_{xxn1} + S_{xxn2}} \quad (21)$$

$$S_c^2 = \frac{1}{(n_1+n_2-3)} \left[ S_{yy1} + S_{yy2} - \frac{[S_{xyn1} + S_{xyn2}]^2}{S_{xxn1} + S_{xxn2}} \right] \quad (22)$$

Sexto, calcule o t-valor comum correspondente, [t.sub.c]: <veja equação 23>

bsex214c.gif (207x600)

$$t_c = \frac{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) - m_c(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{S_c \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{[S_{xxn1} + S_{xxn2}]} \right]^{1/2}} \quad (23)$$

Como sobre, se [t.sub.c] é maior que o t-valor para ([n.sub.1]+[n.sub.2]+3) graus de liberdade ao nível desejado de significação, [alfa], então as duas linhas são comparáveis estatisticamente distinguíveis. Se [t.sub.c] é menor que o t-valor então eles são estatisticamente indistinguíveis ao nível de confiança 100(1-2[alfa])%.

Um estudo de campo idealizado será analisado para ilustrar a técnica. A primeira semana, weightings de madeira diário são terminados para cada dos oito famílias que usam o stove. tradicional deles/delas Para cada familiar, o número de equivalentes de adulto que come e o consumo de combustível por adulto equivalente é calculada durante cada dia e então calculou a média em cima do week. em A segunda semana, o processo está repetido com as famílias que usam modelo de fogão melhorado UM; a terceira semana com fogão melhorado B. modelo A quarta semana, as famílias, novamente usa os fogões tradicionais deles/delas para conferir que o desempenho é o mesmo; quer dizer, verificar que as condições, resista, umidade de madeira conteúdo, e outras variáveis que poderiam afetar o desempenho de fogão, tenha permanecida o mesmo durante o período inteiro de testing. são Os dados resumida em Mesa 6.

Estes dados são plotted em Figura 3. Embora é fácil de ver aquele fogão

bse3x217.gif (600x600)

FIGURE 3: Plot of data in Table 6. Traditional stove(+); Model A(∇); Model B (o).

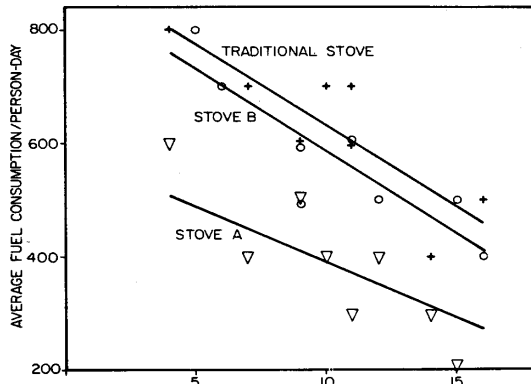
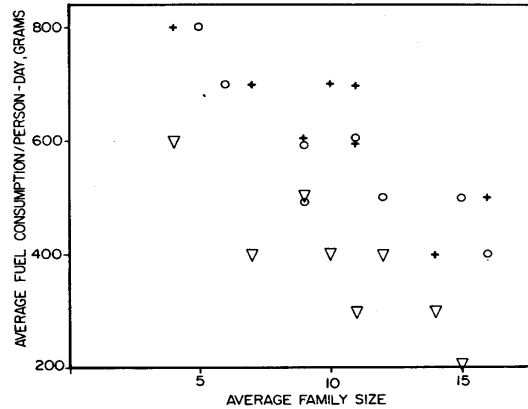


FIGURE 3b: Same plot as above, but showing regression lines.

Um consome menos combustível que o fogão tradicional, não é fácil de ver qualquer diferença entre fogão B e o tradicional.

O primeiro passo é calcular  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $[S.sub.xxn]$ , etc. no que Os resultados são listados Mesa 7.

As linhas de regressão são determinadas por (Mesa 7 e equações 11 a 14 sobre):

Fogão tradicional:  $Y = -28.6(X-10.25) + 625$ .  $R = -0.84$

Modele UM stove:  $Y = -19.4(x-10.25) + 387.5$   $R = -0.56$

Stove: de B modelo  $Y = -29.0(x-10.375) + 575$ .  $R = -0.89$

onde Y é o consumo de combustível por pessoa por dia, x é o tamanho familiar em equivalentes de adulto, e R é o coeficiente de correlação. Clearly, fogão UM tem um mais baixo consumo de combustível que o others. However, sua mudança, em consumo de combustível com tamanho familiar também é significativamente diferente. Para compare estes fogões, o consumo de combustível por pessoa para o tamanho comum de família used. pode estar  $A x = 10.25$ , o fogão tradicional usa 625 grams/person-dia, fogão UNS usos 387.5 grams/person-dia, e fogão usos de B 578.6 grams/person-day. por causa da correlação forte entre família tamanho e consumo de combustível normalmente observaram no campo, é importante aquele desempenho de fogão seja comparado em base do mesmo tamanho familiar.

A regressão enfileira para os fogões de B tradicionais e modelo tenha semelhante declives e pode ser compared. Calculating a discrepância residual, equação, (16), para cada dados fixados <veja equação abaixo>

bsex215a.gif (150x600)

$$S_{\text{trad}}^2 = 5561.1 \quad S_B^2 = 4078.8$$

Deste a discrepância residual agrupada é determinada por  $[S.\text{sup.}2.\text{sub.pr}] = 4820$ .

O t-valor agrupado correspondendo é <veja equação abaixo>

bsex215b.gif (87x600)

$$t_p = \frac{(-28.6) - (-29.0)}{69.426 \left[ \frac{1}{99.5} + \frac{1}{107.875} \right]} = 0.298$$

Da t-mesa, para  $(8+8-4)-12$  graus de liberdade, o 80 nível de por cento, de confiança ( $[\alpha]-10$ ) é (1.356) . Thus, os declives destas duas linhas são statistically indistinguível.

Agora um declive comum e discrepância de amostra comum para os dois jogos de dados combinada pode ser calculada.

$[m.\text{sub.c}] = 28.8$  e  $[S.\text{sub.c}] = 66.7$

MESA 6

Dados de De UM Estudo de Campo Hipotético

Semana de 1 Semana de 2 Semana 3  
Fogão Tradicional Modelo de UM Model B  
Fuel Equivalente per Equivalent Fuel por Fuel Equivalente por  
Adultos de FAMILIARES pessoa-day pessoa-dia de Adults os Adultos de pessoa-dia de  
A 4 800 4 600 5 800  
B 7 700 7 400 6 700  
C 9 600 9 500 9 600  
D 10 700 10 400 9 500  
E 11 700 11 300 11 600  
F 11 600 12 400 12 500  
G 14 400 14 300 15 500  
H 16 500 15 200 16 400

**MESA 7**

Análise de regressão de De Estudo de Campo Hipotético

Fogão de Tradicional UM Fogão de B

Fogão de

[BAR]X 10.25 10.25 10.375

[BAR]Y 625. 387.5 575.

[S.SUB.XXN] 99.5 91.5 107.875

[S.SUB.YYN] 115,000. 108,750. 115,000.

[S.SUB.XYN] -2850. -1775. -3125.

O t-valor correspondente é <veja equação abaixo>

bsex216.gif (167x600)



$$t_c = \frac{(625-575) - 28.8(10.25-10.375)}{66.7 \left[ \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{(10.25-10.375)^2}{(99.5+107.875)} \right]^{\frac{1}{2}}} = 1.39$$

Para  $(8+8-3)=13$  graus de liberdade, a t-mesa dá um t-valor de 1.35 para os 100  $(1-2[\alpha])=80$  nível de confiança de por cento ( $[\alpha]=10$ ) e 1.771 para os 90 nível de confiança de por cento ( $[\alpha]=5$ ). Thus,  $1.771 > [t.sub.c]-1.39 > 1.35$ , quer dizer, há maior que uma oitenta chance de por cento, mas menos que 90 por cento, que estes dois fogões têm um nível diferente de desempenho (embora isto já foi mostrada que a mudança no desempenho deles/delas com família classifique segundo o tamanho, i.e. o declive da regressão deles/delas enfileira, é o mesmo). A batida estimativa do vas de desempenho relativo deles/delas dada acima para o tamanho familiar de 10.25, isso é 625 grams/person-dia contra 578.6 grams/person-dia ou fogão B usa 7.5 por cento menos combustível que o fogão tradicional.

Analisando reais dados de campo há numerosas complicações. O combustível consumo ou os números das pessoas alimentados podem variar dramaticamente de dia a dia para um family. individual Neste caso, pode ser melhor fazer as regressões lineares ou outras análises nos dados diários de todos o as famílias combinaram em lugar de calcular a média isto primeiro em cima do periodo de tempo (semana) para cada family. O consumo de combustível tenderá freqüentemente a diminuir um pouco com tempo como as famílias fique mais sensível abastecer use ou melhor aprenda a controlar o stoves. Changes deles/delas em tempo, como o começando ou termina da estação chuvosa, às vezes pode afetar dramaticamente abasteça consumption. pelo que Este fator, em particular, poderia ser reduzido monitorando a umidade de combustível content. o estado econômico de A família podem também seja um fator grande determinando combustível use. Tal fatora como estes possa freqüentemente seja considerada para fazendo uma regressão múltipla nos dados.

### Regressão linear em Duas Variáveis

Em muitos casos há dois ou mais variáveis que determinam o sistema resposta. O laboratório PHU de um fogão poderia ser determinado por ambos o encane altura e abra brecha, ou o consumo de combustível por pessoa poderia depender em o tamanho familiar e renda, ou talvez no tamanho familiar e dia de o teste--o consumo de combustível que diminui como a família se torna mais sensibilizada ao combustível deles/delas use. analisar tais casos o procedimento seguinte é usado.

Determinados trigêmeos de  $n$  de observações ( $[y_{.sub.1}], [x_{.sub.1i}] [x_{.sub.2i}]$ ), a equação de regressão quais ajustes este dados é <veja equação abaixo>

bsex218a.gif (600x600)

$$y = \bar{Y} + m_1(x_1 - \bar{X}_1) + m_2(x_2 - \bar{X}_2) \quad (24)$$

where

$$m_1 = \frac{S_{x_1 y n} S_{x_2 x_2 n} - S_{x_2 y n} S_{x_1 x_2 n}}{S_{x_1 x_1 n} S_{x_2 x_2 n} - S_{x_1 x_2 n}^2} \quad (25a)$$

$$m_2 = \frac{S_{x_2 y n} S_{x_1 x_1 n} - S_{x_1 y n} S_{x_1 x_2 n}}{S_{x_1 x_1 n} S_{x_2 x_2 n} - S_{x_1 x_2 n}^2} \quad (25b)$$

e o coeficiente de correlação parcial entre [x.sub.1] e y é determinado por <veja equação abaixo>

bsex218b.gif (600x600)

27

$$R_{x_1y} = m_1 \left[ \frac{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_1x_1^n & x_2x_2^n & x_1x_2^n \end{matrix}}{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_2x_2^n & yyn & x_2yn \end{matrix}} \right]^{0.5} \quad (25c)$$

$$R_{x_2y} = m_2 \left[ \frac{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_1x_1^n & x_2x_2^n & x_1x_2^n \end{matrix}}{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_1x_1^n & yyn & x_1yn \end{matrix}} \right]^{0.5} \quad (25d)$$

No caso onde as variáveis  $[x.sub.1]$  e  $[x.sub.2]$  não tenha nenhuma correlação ( $[S.sub.x1x2n]=0$ )

as fórmulas sobre para  $[m.sub.1]$  e  $[m.sub.2]$  reduza que para regressão linear em um porém, único variable. Em muitos casos  $[x.sub.1]$  e  $[x.sub.2]$  não será independente. Por exemplo, considere o caso onde  $[x.sub.1]$  é o tamanho familiar,  $[x.sub.2]$  é a renda familiar, e  $y$  é o consumo de combustível por pessoa-dia. Ambos  $[x.sub.1]$  e  $[x.sub.2]$  afetará  $y$ . Additionally, porém, as famílias com rendas maiores freqüentemente tenha menos children. Thus  $[x.sub.1]$  e  $[x.sub.2]$  não é independente neste caso.

Como um final trabalhou exemplo, dados de teste de laboratório em carvão separado, fogões durante o segundo, chiando fase e listou em Mesa que VI-2 será analisada. que O dados é listado em Mesa 8 com  $y$  o PHU,  $[x.sub.1]$  o canal abra brecha em milímetros, e  $[x.sub.2]$  o comprimento de canal em centímetros. que O PHU é extraordinariamente alto e é menos sensível às dimensões de canal que seria esperada de Capítulo III por razões discutidas em Capítulo VI.

Destes dados as somas, somas de quadrados, e somas de produtos podem ser calculada como before. que podem ser calculados As médias e outros fatores então. Os resultados são listados abaixo em Mesa 9.

bsex219.gif (600x600)

TABLE 9  
Regression Analysis on PHU Data for Charcoal Stoves

	y	y <sup>2</sup>	x <sub>1</sub>	x <sub>1</sub> <sup>2</sup>	x <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> <sup>2</sup>	x <sub>1</sub> y	x <sub>2</sub> y	x <sub>1</sub> x <sub>2</sub>
sum	579.3	38224.05	48	294	90	1050	3013.7	6113.5	480
n	$\bar{Y}$	S <sub>yy</sub> n	$\bar{X}_1$	S <sub>x<sub>1</sub>x<sub>1</sub>n</sub>	$\bar{X}_2$	S <sub>x<sub>2</sub>x<sub>2</sub>n</sub>	S <sub>x<sub>1</sub>yn</sub>	S <sub>x<sub>2</sub>yn</sub>	S <sub>x<sub>1</sub>x<sub>2</sub>n</sub>
9	64.36667	936.44	5.333	38.0	10	150	-75.889	320.5	0.0

## MESA 8

PHU Dados para Fogões de Carvão, Chiando Fase

Y (PHU) abrem brecha [x.sub.1] (mm.) comprimento de [x.sub.2] (cm.)

57.5 3 5  
 68.6 3 10  
 78.4 3 15  
 50.2 5 5  
 71.9 5 10  
 77.3 5 15  
 48.8 8 5  
 61.7 8 10  
 64.9 8 15

De Mesa 9, são calculados os declives e coeficientes de correlação parciais.

[M.SUB.1] = -1.997 [R.SUB.X1Y] = -0.776

[M.SUB.2] = 2.1367 [R.SUB.X2Y] = 0.934

Assim, a equação de regressão é determinada por:

$$Y = 64.4 - 2.0([X.SUB.1]-5.3) + 2.1([X.SUB.2]-10)$$

Esta equação é o melhor ajuste linear possível para o data. A equação por exemplo, diz que diminuindo a abertura de canal de 5.3 a 3.0 mm vão aumentar o PHU antes de aproximadamente 4.6%; alongando o canal de 10 a 15 cm. aumente o PHU por aproximadamente 10.5% . Como pode ser vista do parcial coeficientes de correlação, o ajuste é bastante bom entre o PHU, y, e o comprimento de canal, [x.sub.2] . não é como bem entre o PHU, y, e o abertura de canal, [x.sub.1].

Há numerosas outras técnicas estatísticas úteis como bem, como regressão em mais de duas variáveis, análise de discrepância, e muitos outros. que O leitor interessado deveria recorrer a um livro de ensino no assunto



para detalhes (1).

#### APÊNDICE H: EQUIPAMENTO TESTANDO

São listados instrumentos úteis em designio de fogão, desenvolvimento, e prova debaixo de. UMA lista muito extensa de fabricantes para estes e outro instrumentos científicos são determinados como referência (1).

o medida de fita de metal Flexível: Meça modelo, fogão, e panela  
Dimensões de , etc.

o Equilíbrio: Usada para laboratório, arte culinária controlada, e campo tests. Dentro o laboratório e arte culinária controlada testa um equilíbrio com uma precisão de [- ou +]1 grama é desejável. A capacidade de equilíbrio deveria ser pelo menos 5 kg e preferivelmente 10 kg ou mais. Com capacidades mais altas, o fogão inteiro pode ser pesado com carvão nisto, enquanto evitando as complicações assim de removendo o carvão do fogão, pesando isto, e reiniciando então o fire. O equilíbrio ou deveria ser um tipo de viga dobro ou triplo equilibram, ou eletrônico. Os equilíbrios eletrônicos têm a vantagem de aliviam de uso e erros reduzidos em medida, mas custo consideravelmente mais e é mais frágil que os equilíbrios de panela mecânicos standards.

Em campo testa, devido à necessidade para portabilidade, equilíbrios de fonte lineares com uma precisão de pelo menos [- ou são preferidos +]10 gramas.

Não importa que equilíbrio é usado, sua calibração freqüentemente deveria ser conferiu em cima de sua gama inteira pesando um jogo de pesos standards. que O equilíbrio também deveria ser colocado em uma plataforma nivelada onde não vai seja chocalhado e cuidadosamente protegeu de pó, calor extremo, e água.

o Termômetros: Meça a temperatura de água durante testes de laboratório. Typically, mercúrio em termômetros de copo com um comprimento de 30 a 45 cm e uma gama de 0 a 105[degrees]C ou 110[degrees]C com uma precisão de al menos [- ou +]0.5[degree]C são muito úteis. Alternatively, podem ser usados thermocouples.

O THERMOCOUPLES: Meça temperaturas da água, ou do Fogão de ou gases de cano de chaminé quentes. UMA variedade larga de arames de thermocouple e

Sondas de estão disponíveis para temperatura diferente ranges. testando Fogões de , tipo que K chromel-alumel thermocouple telegrafam com temperatura alta, cerâmico ou isolamento de copo normalmente é adequate. Se uma temperatura direta estágio de leitura metro com um embutiu junção fria eletrônica não é disponível, então um volt digital metro que tem uma resolução de 0.1 mV Serão precisadas de e uma junção de referência, preferivelmente em um banho de gelo. Para medidas precisas, a junção de teste deve ser dentro muito bom contato térmico com a temperatura que está medido.

estágio de leitura Direto termômetros digitais com um embutiu referência pode ser muito conveniente, mas as sondas standards proveram com eles pode reduzir a flexibilidade do experimenter para fazer uma variedade larga de medidas como eles são freqüentemente muito grandes e de difícil controle para para ser inserida facilmente dentro o Região de de interesse--como a panela para parede channel. Neste caso que o experimenter quererão fazer um jogo pessoal de thermocouple sonda de tipo de padrão arame de K.

o Fornos: Meça o conteúdo de umidade de wood. " Wet " que madeira é colecionou no campo e colocou em ar sacolas plásticas apertadas e em um local fresco até o teste de umidade pode ser feito (Nota que muitos tipos de plásticos são um pouco permeáveis--o teste deveria ser feito como logo como possível). A madeira só é pesada então e colocou no forno para secam às 105[degrees]C até seu peso se torna constant. que Isto pode levar vários Dias de que dependem do tamanho do wood. A diferença entre seu rubricam e pesos finais são a umidade content. Alternatively, entretanto menos preciso, um metro de umidade eletrônico pode ser usado calculam o conteúdo de umidade.

o Umidade metro: Meça o conteúdo de umidade aproximado de wood. consiste de um calibreu quatro sonda de forçado que é inserida na madeira. O metro mede a resistência elétrica do Madeira de por estas sondas e disso dá um estágio de leitura da umidade content. Tais metros de umidade podem ter uma precisão reduzida para umidade Conteúdos de maior que 25%. Further, como eles só medem a superfície umidade conteúdo, eles podem estar seriamente em erro para o interior.

o Bomb calorímetro: Meça o valor calorífico da madeira ou

Biomassa de que é usado com o fogão.

o Gas análise: Meça o monóxido de carbono e outros gases libertou através de combustão no fogão. UMA variedade de portátil pessoal monitora para determinar exposições individuais para fumar e suspendeu Particulates de foram desenvolvidos pelo Instituto de Sistemas de Recurso de o Centro de Leste-oeste. Interested os leitores deveriam os contatar diretamente.

Ao comprar laboratório ou campo que testam equipamento, é importante para saiba como a precisão deles/delas afetará a qualidade global de dados. Para tal análise as regras seguintes podem ser usadas (2).

Se medidas de m com um aparato dão uma leitura comum calculada e prove divergência de [X.sub.m] [- ou +][S.sub.mx], medidas de n com um segundo aparato dão [Y.sub.n] [- ou +][S.sub.ny], e assim por diante; então a soma de tais medidas é dada por: <veja equação 1>

bsex222a.gif (167x600)

$$W_{mn,\dots} = a + b(X_m \mp S_{mx}) + c(Y_n \mp S_{ny}) + \dots$$

$$= a + bX_m + cY_n + \dots \mp \left[ b^2 S_{mx}^2 + c^2 S_{ny}^2 + \dots \right]^{0.5}$$

onde um, b, c,.... é constantes; e o produto de tal medidas são <veja equação 2>

bsex222b.gif (167x600)

$$\begin{aligned}
 W_{mn\dots} &= a(X_m \mp S_{mx})^i (Y_n \mp S_{ny})^j (\dots) \\
 &= aX_m^i Y_n^j \dots \left[ 1 \mp (i^2 S_{mx}^2 / X_m^2 + j^2 S_{ny}^2 / Y_n^2 + \dots)^{0.5} \right]
 \end{aligned}$$

onde  $i, j, \dots$  é exponents. Em ambos estes casos que é assumido que o variáveis  $X, Y, \dots$ , é uncorrelated.

Uso destas fórmulas é diretamente-forward. Considere, por exemplo, o erros em um laboratório PHU testam se o termômetro tiver um erro de [- ou +]1[degree]C (determinou medindo as temperaturas repetidamente de por exemplo água fervente calculando a divergência de amostra durante um certo tempo e então) e o equilibrio tem um erro típico de [- ou +]2 grams. Then de Capitulo V, <veja equação 3>

bsex223a.gif (167x600)

$$\text{PHU} = \frac{4.186W_i(T_f - T_i) + 2260(W_i - W_f)}{C_w(M_i - M_f) + C_c(C_i - C_f)} (100\%) \quad (3)$$

e com valores típicos de [kg de W.sub.i]=5.000; [kg de W.sub.f]=4.700; [T.sub.i]=30[degrees]C; [T.sub.f]=100 [degrees]C;  
[Kg de M.sub.i]=0.500; [kg de M.sub.f]=0.150; [kg de C.sub.i]=0; [kg de C.sub.f]=0.040; [kJ/kg de C.sub.w]=18000; e  
[C.sub.c]=29000 kJ/kg. Inserting estes valores assumidos junto com os erros em equação (3) dá <veja equação abaixo>

bsex223b.gif (600x600)

$$PHU = \frac{4,186[5,000\text{F},002][(100\text{F}1)-(30\text{F}1)] + 2260[(5,000\text{F},002)-(4,700\text{F},002)]}{18000[(0,500\text{F},002)-(0,150\text{F},002)] - 29000[0,040\text{F},002]}$$

using equations (1) and (2) this reduces to the form

$$PHU = \frac{4,186[5,000\text{F},002][70\text{F}1,41] + 2260[.300\text{F},0028]}{18000[.350\text{F},0028] - 29000[.040\text{F},002]}$$

$$PHU = \frac{(1465\text{F}29,5) + (678\text{F}6,3)}{(6200\text{F}50,4) - (1160\text{F}58)} = \frac{2143\text{F}30,2}{5140\text{F}76,8} = 0,417\text{F}0,0104$$

ou, como uma porcentagem <veja equação abaixo>

bsex223c.gif (70x600)

$$\text{PHU} = 41.7 \mp 1.04\%$$

Se um equilíbrio com uma um grama precisão é ao invés usado, então o mesmo procedimento pode ser usado para achar <veja equação abaixo>

bsex223d.gif (97x600)

$$\text{PHU} = 41.7 \mp 0.65\%$$

Além disso, se um termômetro com uma precisão de 0.5[degree]C é usado, o erro é reduzido mais adiante para <veja equação abaixo>

bsex223e.gif (78x600)

$$\text{PHU} = 41.7 \mp 0.43\%$$

Assim, seguindo um procedimento simples como isto (veja referência (2) para

uma discussão mais rigorosa) o efeito em qualidade de dados de níveis diferentes de precisão em qualquer instrumento de laboratório pode ser quantificada. Se ou não um instrumento mais preciso e caro vale a pena pode ser então determinado directly. Em alguns casos será achado que a dívida de erros para um instrumento previamente negligenciado, como um \$5 termômetro, vá longe exceda em valor a vantagem potencial de atualizar outro instrumento, como um equilíbrio.

Outros fatores que também deveriam ser considerados incluem a variabilidade de o valor calorífico e conteúdo de umidade do combustível; o efeito do areje no equilíbrio; diferenças na manivela de pessoal de modo o combustível, fogo, panelas, e água; e muitos others. do que Uma análise deveria ser feita cada um destes fatores repetindo medidas de cada primeiro em cima de um período de tempo para determinar a divergência de amostra e executando então um análise de erro global como o anterior.

APÊNDICE EU: UNIDADES E CONVERSÕES

O Sistema Internacional de Unidades (SI) está baseado nas unidades listadas dentro Mesa 1. que Todas as outras quantidades são derivadas arbitrariamente destes sete são listados unidades escolhidas e exemplos vários em Mesa 2. Mesa 3 listas

bsex225.gif (600x600)



TABLE 2  
Some Derived Units in the SI System

Quantity	Name	Symbol	Units	SI Base Units
frequency	hertz	Hz	1/s	1/s
force	newton	N	mkg/s <sup>2</sup>	mkg/s <sup>2</sup>
energy	joule	J	Nm	m <sup>2</sup> kg/s <sup>2</sup>
power	watt	W	J/s	m <sup>2</sup> kg/s <sup>3</sup>
electric charge	coulomb	C	As	As
electric potential	volt	V	W/A	m <sup>2</sup> kg/s <sup>3</sup> A
electric resistance	ohm	Ω	V/A	m <sup>2</sup> kg/s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
electric capacitance	farad	F	C/V	s <sup>4</sup> A <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> kg
magnetic flux	weber	Wb	Vs	m <sup>2</sup> kg/s <sup>2</sup> A
pressure	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>	kg/ms <sup>2</sup>
inductance	henry	H	Wb/A	m <sup>2</sup> kg/s <sup>2</sup> A <sup>2</sup>
luminous flux	lumen	lm	cdsr*	cdsr
illuminance	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	cdsr/m <sup>2</sup>

\* sr is the steradian used for solid angles corresponding to the radian, r, for plane angles. There are  $2\pi$  radians in  $360^\circ$  so that 1 radian is  $57.2958^\circ$ . One steradian is the solid angle which will enclose a surface on the sphere equivalent to the square of the radius. There are  $4\pi$  steradians in a complete sphere.

prefixos comuns usaram no SI system. Mesa 4 lista algum fisico  
constantes em SI units. Mesa 5 listas entre as que conversão comum fatora

bsex2270.gif (600x600)

TABLE 5  
Conversion Factors to the International System of Units

Acceleration

$$1 \text{ ft/s}^2 = 0.3048 \text{ m/s}^2 \qquad 1 \text{ m/s}^2 = 3.2808 \text{ ft/s}^2$$

Area

$$\begin{aligned} 1 \text{ in}^2 &= 6.4516 \text{ cm}^2 = 6.4516 \times 10^{-4} \text{ m}^2 & 1 \text{ cm}^2 &= 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0.1550 \text{ in}^2 \\ 1 \text{ ft}^2 &= 929.03 \text{ cm}^2 = 0.0929 \text{ m}^2 & 1 \text{ m}^2 &= 10.76 \text{ ft}^2 \\ 1 \text{ acre} &= 4.0468 \times 10^4 \text{ m}^2 = 0.40468 \text{ ha} & 1 \text{ hectare} &= 1 \text{ ha} = 1 \times 10^4 \text{ m}^2 = \\ & & &= 1 \times 10^{-2} \text{ km}^2 = 2.4710 \text{ acres} \\ 1 \text{ mi}^2 &= 2.590 \text{ km}^2 & 1 \text{ km}^2 &= 100 \text{ ha} = 1 \times 10^6 \text{ m}^2 = \\ & & &= 0.38610 \text{ mi}^2 \end{aligned}$$

Density

$$\begin{aligned} 1 \text{ lb/in}^3 &= 27.680 \text{ g/cm}^3 & 1 \text{ g/cm}^3 &= 1 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \\ & & &= 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ 1 \text{ lb/ft}^3 &= 16.019 \text{ kg/m}^3 & 1 \text{ g/cm}^3 &= 3.6127 \times 10^{-2} \text{ lb/in}^3 \\ 1 \text{ slug/ft} &= 515.38 \text{ kg/m}^3 & 1 \text{ kg/m}^3 &= 6.2423 \times 10^{-2} \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

Diffusivity (heat, mass, momentum)

$$\begin{aligned} 1 \text{ ft}^2/\text{s} &= 9.290 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} & 1 \text{ m}^2/\text{s} &= 10^4 \text{ cm}^2/\text{s} = 10.7639 \text{ ft}^2/\text{s} \\ 1 \text{ ft}^2/\text{hr} &= 2.581 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} & 1 \text{ cm}^2/\text{s} &= 3.8745 \text{ ft}^2/\text{hr} \end{aligned}$$

Energy, Heat

$$\begin{aligned} 1 \text{ Btu} &= 1055.04 \text{ J} = 0.2931 \text{ Whr} & 1 \text{ Whr} &= 3.412 \text{ Btu} \\ 1 \text{ Btu} &= 252 \text{ cal} & 1 \text{ J} &= 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm} \\ 1 \text{ Btu} &= 778.161 \text{ ftlb} & 1 \text{ J} &= 10^7 \text{ erg} \\ 1 \text{ cal} &= 4.1868 \text{ J} & 1 \text{ kJ} &= 0.94783 \text{ Btu} \\ 1 \text{ cal} &= 3.968 \times 10^{-3} \text{ Btu} & 1 \text{ J} &= 0.2388 \text{ cal} \\ 1 \text{ ftlb} &= 1.3558 \text{ J} & 1 \text{ kWhr} &= 3412 \text{ Btu} \\ 1 \text{ hphr} &= 2.685 \times 10^6 \text{ J} \\ 1 \text{ therm} &= 105.5 \text{ MJ} \\ 1 \text{ electron volt} &= 1 \text{ ev} = \\ &= 1.60219 \times 10^{-19} \text{ J} \\ 1 \text{ Quad} &= 1 \times 10^{15} \text{ Btu} \end{aligned}$$

Force

$$\begin{aligned} 1 \text{ lb}_{\text{force}} &= 4.448 \text{ N} & 1 \text{ N} &= 0.2248 \text{ lb}_f \\ 1 \text{ lb}_f &= 32.1739 \text{ poundals} & 1 \text{ N} &= 7.233 \text{ poundals} \\ 1 \text{ lb}_f &= 32.1739 \text{ ftlb/s}^2 & 1 \text{ N} &= 10^5 \text{ dyne} \end{aligned}$$

o sistema de SI e outro sistema de unidades. Para uma discussão mais completa, o leitor deveria revisar referências (1,2,3-6) de qual o seguinte são materiais.

#### MESA 1

Unidades Fundamentais No Sistema de SI

Quantidade de Nome de Símbolo de

Comprimento de metro de m

amontoam quilograma de kg

cronometram segundo s

ampère de atual elétrico UM

Temperatura de kelvin de K

numeram de partículas

(átomos, moléculas) verruga de verruga de

intensidade luminosa candela de o cd

#### MESA 3

Prefixes no Sistema Internacional de Unidades

Multiplicador de Symbol Prefixo

[10.SUP.18] E EXA DE

[10.SUP.15] P PETA DE

[10.SUP.12] T TERA DE

[10.SUP.19] G GIGA

[10.SUP.6] M MEGA DE

[10.sup.3] k quilo de

[10.SUP.2] H HECTO DE

[10.SUP.1] DA DE DEKA

[10.SUP.-1] D DECI DE

[10.SUP.-2] C CENTI DE

[10.SUP.-3] M MILLI DE

[10.SUP.-6] [MU] MICRO

[10.SUP.-9] N NANO DE

[10.SUP.-12] P PICO DE

#### MESA 4

Algumas Constantes Físicas Fundamentais no  
International Sistema de Unidades

Quantidade de Símbolo de Valor de

Speed de Luz em um Vazio  $c$  2.99792x[10.sup.8] m/s  
Stefan-Boltzmann Constante  $[\sigma]$  5.66961x[10.sup.8] W/[m.sup.2][K.sup.4]  
O K Constante de Boltzmann 1.380622x[10.sup.-23] J/K  
O Constante de Avogadro [N.sub.A] 6.022169x[10.sup.2 6] 1/kmol  
Gas R Constante 8314.34 J/kmolK  
O h Constante de Planck 6.626196x[10.sup.-34] Js  
G Constante Gravitacional 6.685x[10.sup.-5] [m.sup.3]/kg[s.sup.2]  
Aceleração Gravitacional  $g$  9.8 m/[s.sup.2]

Unidades de e Conversões

#### APÊNDICE J: INSTITUIÇÕES

Instituições ativo em silvicultura tropical é listada em referência (1). Um manual que lista governamental e administração de recurso natural de nongovernmental, são citadas organizações ambientais e relacionadas como referência (2). Várias outras instituições envolveram em pesquisa de energia de biomassa e desenvolvimento é determinado dentro (3). Debaiixo de é listada instituições envolvidas com combustível desenvolvimento de fogão eficiente e dissemination. Embora muitos do organizações maiores como USAID, os Nações Unidas, e o Banco Mundial é envolvido em projetos de fogão em uma variedade de países, só primário endereços são listed. Estas não é nem uma inscrição completa nem uma inscrição de os grupos mais importantes e não deveria ser interpretada como tal. que é simplesmente uma inscrição parcial de instituições como estava disponível a Imprensa-tempo. Desculpas vão para tudo esses que foram omitidas inadvertidamente; e eles é pedida notificar o autor de forma que eles pode ser incluída em futuro inscrições de institutions. ativo Para informação adicional, leitores também deva contatar a Fundação para Disseminação de Woodstove.

ACEEE (Conselho americano para uma Energia Economia Eficiente), 1001 Connecticut Ave., N.W. apartamento 535, Washington, D.C. 20036 E.U.A.. (attn: Howard Geller)

ADEREM (le de aguaceiro de Associação Developpement des Energias en de Renouvelables MAURITANIE) B.P. 6174, Nouakchott, Mauritânia.

AIDR (Associação de de Internationale Developpement Rurale), 20 lamentam de Comércio, Boite 9, B-1040, Bruxelas, Bélgica,.

ARD (os Sócios em Desenvolvimento Rural), 72 Hungerford Terr., Burlington, Vt. 05401, E.U.A..

ASTRA (Centro para a Aplicação de Ciência e Tecnologia para Rural Áreas), Instituto índio de Ciência, Bangalore, Índia 560-012.

ATI (Tecnologia Apropriada Internacional), 1724 Avenida de Massachusetts, N.W., Washington, D.C. 20036, E.U.A..

ATOL (Tecnologia Apropriada para países em desenvolvimento), Blijde Irmomstraat 9, 3000 Leuven, Bélgica.

Africare, 1601 Avenida de Connecticut, N.W., Washington, D.C., E.U.A..

Instituto de Desenvolvimento de Tecnologia apropriado, P.O. Box 793, Lae, Papua New, Guiné.

Aprovecho Institute, 442 Rua de Monroe, Eugene, Oregon 97402, E.U.A.,.

Associação de de Bois Feu, 73 Avenida Corot, 13013 Marseille, França.

Fundação de Bellerive, Caso Postale 6, 1211 Genebra 3, Suíça.

Beijer Institute, A Academia sueca Real de Ciência, Encaixotam 50005, S104-05, Estocolmo, a Suécia; e Instituto escandinavo de Estudos africanos, Bohuslaningens, AB, Uddevalla, Suécia.

Usuários de BioEnergy Transmitem em rede, a/c Instituto Internacional para Energia e Desenvolvimento, 1717 Massachusetts Ave. N.W., Washington, D.D. 20036. (attn: Albert Binger)/P.O. Caixa 1660, San Jose, Costa Rica. (attn: Alvaro Unana).

Instituto de Pesquisa de cinto, McDonald Faculdade de McGill Universidade, P.O. Box, 255, ste. Anne de Bellevue, Quebec, o Canadá H9X 1C0.

CDI (de de Centro Desarrollo Industrial), A.P. 1626, Tegucigalpa, Honduras.

CEAER, du de Universite Ruanda, Butare, Ruanda; (attn: Prospere Mpawenayo)

CEES (Centro para Energia e Estudos Ambientais); Universidade de Princeton, Princeton, Nova Jersey, 08544. E.U.A.. (attn: Sam Baldwin, Gautam Dutt, Eric, Larson, Bob Williams).

CERER (Centro d'Etudes et de Recherches sur les Energias Renouvelables) De de Universite Dakar, B.P. 476, Dakar, Senegal.

CEMAT (Centro para Mesoamerican Studies em Tecnologia Apropriada), P.O. Encaixote 1160 Guatemala.

CICON (DE DE CENTRO DE DE INVESTIGACIONES INGENIERIA), CIUDAD UNIVERSITARIA, Zona 12, Guatemala.

CILSS (Comite Permanent Enterrar-etats de Lutte la de Contre Secheresse dans le SAHEL), EQUIPE ECOLOGIE-FORETS, B.P. 7049, Ouagadougou, Burkina Faso.

CISIR (Instituto de Ceylon para Pesquisa Cientifica e Industrial), P.O. Box 787, 363 Baudhdhaloka Mawatha, Colombo 7, Sri Lanka.

CORT (Consórcio em Tecnologia Rural), E-350, Nirman Vihar, Delhi 11092, Índia

CRES (Centro Energie Solaire Regional), B.P. 1872, Bamako, Mali.

CWS (Serviço de Mundo de Igreja), B.P. 11624, Niamey, o Niger (attn: Ralph Royer); B.P. 3822 Dakar, Senegal (attn: Lionel Derenoncourt).

Centro para Tecnologia de Desenvolvimento, Departamento de Tecnologia e Humano Negócios, Universidade de Washington, St. o Louis, Missouri 63130 E.U.A.. (attn: Robert P. o Morgan)

Centre para o Estudo de Energia e recursos naturais, Universidad Catolica, Madre Y Maestra, Santiago los de de Caballeros, República dominicana,

Centro para Pesquisa de Energia, Escritório Nacional para Científico e Técnico Pesquise, Yaounde, Camarões.

Centro Alternativas de Energias de des Nacionais, BP 199, Nouakchott, Mauritânia.

Centro de Nacional Productivite, B.P. 811 Conakry, Guiné.

#### Instituições

Técnica de centro Forestier Tropical, 45 bis, la de de de avenida Belle Gabrielle, 94130 Nogent-sur-Marne, França.

Departamento de Engenharia químico, Universidade de Bangladesh de Ciência e Tecnologia, Dacca 2, Bangladesh.

DHV Engenheiros Consultores, P.O. Box 85, 3800 AB Amersfoot, O Países Baixos, (attn: Gerhard furgão de Rhoer).

Departamento de Desenvolvimento de Comunidade, Banjul, A Gâmbia (attn: Bai Bojang); Departamento de Silvicultura, Não. 5 Marina, Banjul, A Gâmbia (attn: Bymaas Taal).

Dian Desa, P.O. Box 19 Bulaksumur, Yogyakarta Dij, Indonésia.

Diretório de Pesquisa, N.W.F.P. Universidade de Criar e Tecnologia, Peshawar, Paquistão (attn: I.H. Xá).

EEC (Comunidade Econômica européia); Diretório Geral para Energia; Comissão



das Comunidades européias; Lamente la de de Loi 200; B1049 Bruxelas, Bélgica.

E/DI (Desenvolvimento de Energia Internacional), 1015 18ª Rua, N.W. Apartamento 802, Washington, D.C. 20036. E.U.A..

Earthscan, 10 Rua de Percy, Londres W1P ODR, Reino Unido.

Centro de leste-oeste, Instituto de Sistemas de Recurso, 1777 Estrada de Leste-oeste, Honolulu, Havai, 96848 E.U.A.. Contato: Kirk Smith

Eglise Lutherienne Malgache, Foibe Fampandrosoana, Departamento de Desenvolvimento, Antsirabe, Madagáscar.

Grupo de Pesquisa de energia, Universidade de Carleton, C.J. MacKenzie Construindo, Quarto, 218, coronel Através de Passeio, Ottawa K1S 5B6 Canadá.

Instituto de Pesquisa de energia, Universidade de Cape Town, Bolsa Privada, Rondebosch, 7700, África do Sul.

Recursos de energia Se agrupam, Universidade de Califórnia, Rm. 100, Bldg. T-4, Berkeley, Califórnia 94720, E.U.A..

Unidade de energia, Ministério de Agricultura, Encaixota 30134, Lilongwe 3 Malauí.

Centro de Estudos ambiental, Wright Estado Universidade, Dayton, Ohio 45435, E.U.A.. (attn: Timothy Wood).

FUNDAEC, Apartado Aereo 6555, Cali, Colômbia.

Instituto de Pesquisa de silvicultura de Malauí, P.O. Box 270, Zomba, Malauí,

Fundação para Disseminação de Woodstove, Korte Jansstraat 7, 3512 GM, Utrecht, o Países Baixos. (attn: Anúncio Hordijk)

PORTÃO (Troca de Tecnologia Apropriada alemã) P.O. Box 5180. D6236 Eschborn 1, a Alemanha Ocidental; Veja GTZ.

GRET (de de Groupe Recherche et d'Echanges Tecnologias), 34 lamentam Dumont  
d'Urville 75116 Paris, França.

GRUEA (de de Groupe des de Recherche Utilisations des Energias Alternativas),  
De de Universite Burundi, Faculte des Ciências, B.P. 2700, Burundi,

GTA (Grupo Tecnologia Appropriada) Apartado 8046, Panamá 7, Panamá.

GTZ, (Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit de pele), Postfach  
5180, Dag-Hammerskjoldweg 1, D-6236 Eschborn 1, Alemanha Ocidental.

Missão de Silvicultura alemã (Missão Forrestiere Allemand), BP 13, Ouagadougou,  
Burkina Faso.

Guangzhou Institute de Conversão de Energia, Academia chinesa de Ciências, 81,  
A Estrada de mártir, Guangzhou, Cantão, a República de Pessoas de China,

IBE (Institut Burkinabe de l'Energie), BP 7047, Ouagadougou, Burkina Faso

ICAITI, Apartado Postal 1552, 1a de Avenida Reforma 4-47, Zona 10, Guatemala,  
Guatemala (attn: Marco Augusto Recinos).

IDRC (Centro de Pesquisa de Desenvolvimento Internacional), Encaixote 8500, Ottawa,  
Ontario, Canadá K1G 3H9

IIED, Instituto Internacional para Energia e Desenvolvimento, 1717 Massachusetts  
Avenida, N.W., Washington, D.C. 20036.

INE (Instituto de de Nacional Energia), Italia Não. 438 y mariana de jesus,  
Quito, Equador,

ITDG (Intermediário Tecnologia Desenvolvimento Grupo), 9 Rua de Rei, Londres,  
WC2E 8HN, Kingdon Unido (attn: Yvonne Shanahan).

ISTO Poder (Poder de Tecnologia de Intermediário, Ltd.), Colina de Mortimer, Mortimer,  
Lendo, Berkshire, RG7 3PG Reino Unido.

IUFRO (Fuelwood Produção Informação Rede), UM-1131, Viena, Áustria.  
(attn: Oscar Fugalli).

Du de Institut Sahel, BP 1530, Bamako, Mali,

De de Instituto Energia, Academia de Ciências, Casilla 5279, La Paz, Bolívia, .

INSTITUTO DE DE MEXICANO TECNOLOGIAS APROPRIADAS SC, FARALLONES 60-B, COL.  
DE DE ACUEDUCTO GPE., C.P. 07270, Apdo. Postal 63-254, 02000 México, D.F.,

#### Instituições

Instituto de de Nacional Investigacao Tecnologica, C.P. 185, Praia, Capa,  
Verde.

Instituto de de Tecnologico a Costa Rica, de de Centro Informacion Technologica,  
Apartado 159, Cartago, Costa Rica.

Instituto de Pesquisa de Arroz internacional, P.O. Box 933, Manila, Filipinas.

KENGO (Energia de Quênia Associação de Organização Non-governamental), P.O. Box de  
48197, Nairobi.

Quênia Conselho Nacional para Ciência e Tecnologia, Encaixote 30623, Nairobi.

LESO (D'ENERGIE DE LABORATOIRE SOLAIRE), B.P. 134, Bamako, Mali.

Voor de Laboratorium en de Koeltechnik Klimaatreling Katholieke Universiteit,  
3030 Heverlee, Bélgica (attn: G. de Leppeleire).

Mazingiri Institute, P.O. Box 14550, Nairobi, Quênia.

Ministério de Energia, P.O. Box 2256, Edifícios de Governo, Suva, Fiji (attn:  
Jerry Richolson).

Ministério de Energia, Governo de Quênia, P.O. Box 30582, Nairobi, Quênia, .

Ministério de relações exterior, Seção Para Pesquisa e Tecnologia, P.O.  
Encaixote 20061, 2500 EB O Hague, O Netherlands. (attn: Joan Boer)

Ministério de Ciência e Tecnologia, Departamento de Energia Non-convencional,  
Fontes, Governo de Índia, C.G.O. Bloco complexo No.14, Estrada de Lodi, Novo,  
Delhi, 110 003.

NAS/BOSTID; Academia Nacional de Ciências, Suba a bordo em Ciência e Tecnologia  
em Desenvolvimento, Quarto JH-213, 2101 Avenida de Constituição, N.W., Washington,  
D.C. 20418 E.U.A..

OECD Club du Sahel, 2 lamentam Andre Pascal, 75775 Paris Cedex 16 França.

OLADE (o latim Organização de Energia americana), Casilla 119-UM, Quito, Equador.

ONERSOL (de de Escritório l'Energie Solaire), B.P. 621, Níger.

OXFAM-América, Inc. 115 Broadway, Boston Massachusetts, E.U.A..

Corpo de exército de paz, 806 Avenida de Connecticut, N.W. Washington, D.C. E.U.A..

Projet Foyeres Nacionais Ameliores, B.P. 296, Niamey, Níger, (attn: Issaka  
Hassane).

REFORME (Centro de Pesquisa para ciência aplicada e Tecnologia) Tribhuvan  
Universidade, Kirtipur, Kathmandu, Nepal.

RETENHA, (Tecnologia de Energia Rural e Rede de Inovação) Política de Ciência  
Pesquise Unidade, Mantell Construindo, Universidade de Sussex, Falmer, Brighton,  
BN1 9RF, Reino Unido.

Centro de Inovação de Indústrias rural, Encaixote 138, Kanye, Botsuana.

Conserte Foyeres de Des Ameliores, Jeunesse Canadá Monde, 4824 des de Cote Neiges,  
Montreal, Quebec, o Canadá H3V 1G4.

SKAT (Centro suíço para Tecnologia Apropriada), Varnbuelstr. 14, Ch-9000, St. Gallen, Suíça.

SIDA (Autoridade de Desenvolvimento Internacional sueca), Birgir Jaris Gatan 61, S-10525 Estocolmo, Suécia.

Instituto de Sarvodaya, Palletalawinna, Katugastota, Kandy, Sri Lanka, .

Conserte Nationale Projet Foyeres Ameliores, de de Ministere l'Environnement et Tourisme, B.P.14, Ouagadougou, Burkina Faso.

Silveira House, P.O. Box 545, Harare, Zimbábue.

De de Societe Vulgarisation du Foyer Ameliore, 985 de de Hotel Ville, Montreal, Quebec, H2X 3A4, Canadá.

Somali o Comitê Nacional para Energia Alternativa, a/c A Fundação, P.O., Encaixote 1411, Mogadishu, a Somália (attn: Ali Dahir).

TATA Energia Pesquisa Instituto, Casa de Bombay, 24 Homi Mody Rua, Bombay, 400-023.

TERI Campo Pesquisa Unidade, a/c Sri Aurobinda Ashram, Pondicherry 65002, Índia (attn: C.L. Gupta).

FERRAMENTA, FERRAMENTA de Stichting, Mauriskade 61a, Amsterdã, O Países Baixos, .

UNDP (Nações Unidas Desenvolvimento Programa), uma Praça de Nações Unidas, Novo, York, N.Y. 10017,

UNIDO (Nações Unidas Organização de Desenvolvimento Industrial), Lerchen Felde Strasse 1, P.O. Box 707, UM-1070 Viena, Áustria.

UNFAO (Comida de Nações Unidas e Organização de Agricultura), Por delle Termini di Caracalla, 0100 Roma, Itália,

UNEP (Nações Unidas Ambiente Programa), P.O. Box 30522, Nairobi, Quênia.

UNICEF: África oriental Escritório Regional, P.O. Box 44145, Nairobi, Quênia.  
Universidad Nacional o Autonomo De México, de de Facultad Ciencias, Departamento,  
de Física (3er piso) Ciudad Universitaria 04510, México, D.F. (attn:  
Marco UM. Martinez Negrete)

Escritório de USAID de Política e Planejando, Se aloje 3887, Washington, D.C. 20523 E.U.A.

Escritório de USAID de Energia, DS/ST Room 306 SÁ-18, Washington, D.C. 20523, E.U.A.,  
Escritório de USAID do Sahel, AFR/SFWA Room 3491, Washington, D.C. 20523 E.U.A.

Universidade de Dar Es Salamaleque, Escola de Silvicultura, P.O. Box 643, Morogoro,  
Tanzânia, (attn: R.C. Ishengoma); Corpo docente of' Criando, P.O. Box 35169,  
Dar Es Salamaleque, Tanzânia (attn: Simon Nkonoki).  
Universidade de Khartoum, a/c DSRC, P.O. Box 321, Khartoum, o Sudão (attn:  
Edwin Hunley).

VITA (os Voluntários em Ajuda Técnica), 1815 Nortes Rua de Lynn, Apartamento,  
200, P.O. Box 12438, Arlington, Virgínia 22209-8438 E.U.A..

Indústrias de aldeia Programam, P.O. Box 464, Gaborone, Botsuana.

Serviço de Indústria de aldeia, P.O. Box 35500, Lusaka, Zâmbia,

Voluntários na Ásia, Encaixote 4543, Stanford, a CA 94305 E.U.A.

Wood Fogão Grupo, T.H.E. Eindhoven, Universidade de Tecnologia, W&S, P.O.,  
Encaixote 513, 5600 MB Eindhoven, O Países Baixos.

Banco mundial, Ciência e Unidade de Tecnologia, Quarto E1036, 1818 Rua de H, N.W.,  
Washington, D.C. 20433, E.U.A..

Banco mundial, Departamento de Energia, Quarto D434, 1818 Rua de H, N.W., Washington,  
D.C. 20433, E.U.A..

Banco mundial, Divisão de Avaliação de Energia, Quarto D446, 1818 Rua de H, N.W.,  
Washington, D.C. 20433, E.U.A..

Centro de Ambiente mundial, 605 Terceira Avenida, 17° Andar, Nova Iorque, N.Y.,  
10158 E.U.A..

Recursos mundiais Instituem; 1735 Avenida de Nova Iorque, N.W., Washington, D.C.,  
20006.

#### INSTITUIÇÕES POR PAÍS

Áustria: IUFRO; UNIDO

Bangladesh: Departamento de Engenharia quimico

Bélgica: ATOL; AIDR; EEC; VOOR DE LABORATORIUM EN DE KOELTECHNIK KLIMAATRELING

Bolívia: De de Instituto Energia

Botsuana: Centro de Inovação de Indústrias rural; Programa de Indústrias de Aldeia

Burkina Faso: CILSS; IBE; Serviço Nationale Projet Foyeres Ameliores

Burundi: CRUEA

Camarões: Centro para Pesquisa de Energia

Canadá: Instituto de Pesquisa de cinta; Grupo de Pesquisa de Energia; IDRC; Serviço Des  
Foyeres de Ameliores; de de Societe Vulgarisation du Foyer Ameliore.

Cabo Verde: Instituto de de Nacional Investigacao Tecnologia

China: Guangzhou Institute de Conversão de Energia

Colômbia: FUNDAEC

Costa Rica: Usuários de BioEnergy Transmitem em rede; Instituto de de Tecnológico a Costa Rica

República dominicana: Centre para o Estudo de Energia e recursos naturais

Equador: INE; OLADE

Fiji: Ministério de Energia

França: Associação de de Bois Feu; Técnica de Centro Forestier Tropical;  
GRET; OECD Club du Sahel;

Gâmbia: Departamento de Desenvolvimento de Comunidade

Alemanha: PORTÃO; Missão de Silvicultura alemã; GTZ

Guatemala: CEMAT; CICON; ICAITI

Guiné: Centro de Nacional Productivite

Honduras: CDI

Índia: ASTRA, CORT; Ministério de Ciência e Tecnologia; Energia de TATA  
Research Instituto; TERI Campo Pesquisa Instituto

Indonésia: Dian Desa

Itália: UNFAO

Quênia: KENGO; o Quênia Conselho Nacional para Ciência e Tecnologia; Mazingiri  
Institute; UNEP; UNICEF

Madagáscar: Eglise Lutherienne Malgache

Malauí: Unidade de energia; Instituto de Pesquisa de Silvicultura

Mali: CRES; DU DE INSTITUT SAHEL; LESO

Mauritânia: ADEREM; Centro Alternativas de Energias de des Nacionais



México: Instituto de de Mexicano Tecnologias Apropriadas; Universidad Nacional o Autonomo De México  
Nepal: REFORME

Países Baixos: DHV os Engenheiros Consultores; Fundação para Disseminação de Woodstove; Ministério de de relações exterior; FERRAMENTA; Wood Fogão Grupo

Guiné nova: Instituto de Desenvolvimento de Tecnologia apropriado

Níger: CWS; ONERSOL; Projet Foyeres Nacionais Ameliores

Paquistão: Diretório de Pesquisa

Panamá: GTA

Filipinas: Instituto de Pesquisa de Arroz internacional

Ruanda: CEAER

Senegal: CERER; CWS

Somália: Somali o Comitê Nacional para Energia Alternativa

África do Sul: Instituto de Pesquisa de energia

Sri Lanka: CISIR; SARVODAYA

Sudão: Universidade de Khartoum

Suécia: Beijer Institute; SIDA

Switzlerland: Fundação de Bellerive; SKAT

Tanzânia: Universidade de Dar Es Salamaleque

Reino Unido: Earthscan; ITDG; ISTO Poder; RETENHA

Estados Unidos de América: AFRICARE; ACEEE; ATI; APROVECHO; ARD; BIOENERGY  
Usuários de Transmitem em rede; Centro para Tecnologia de Desenvolvimento; CEES; Leste-oeste  
Center; E/DI; Grupo de Recursos de Energia; Centro de Estudos Ambiental;  
IIED; NAS BOSTID; Oxfam; Corpo de exército de Paz; UNDP; USAID; os Voluntários Na Ásia;  
VITA; Banco Mundial; Centro de Ambiente Mundial; Instituto de Recursos Mundial

Zâmbia: Serviço de Indústria de aldeia

Zimbábue: Silveira House

NOTAS DE , REFERÊNCIAS, E LEITURA ADICIONAL

Capítulo eu

1. Baldwin, Sanuel F., Energia Doméstica Para países em desenvolvimento: Opções e Oportunidades, futuro.
2. Joseph, S.D., Y.H. Shanahan, e W. Stewart, O Manual de Projeto de Fogão,: Planning e Implementação, Publicações de Tecnologia de Intermediário, 9, Rei Rua, Londres WC2E 8HW, REINO UNIDO, 1985.

Capítulo II

1. Sagan, Carl, Owen B. Toon e James B. Pollack. " Anthropogenic Albedo Changes e o Clima " da Terra, Ciência Vol. 206, 1979, pp. 1363-1368.
2. Eckholm, PÁG. de Erik, Chão Perdedor,: Tensão ambiental e Comida Mundial Prospects, W.W. Norton e Companhia, NY, 1976, 223 pp.
3. Perlin, o John e Boromir Jordão, " Running Fora--4200 Anos de Wood Escassezes " de , Coevolution Quarterly, Fonte 1983, pp. 18-25.
4. UNFAO, Recursos de Floresta Tropicais, Papel de Silvicultura Nenhum. 30, unido, Nações Comida e Organização de Agricultura, Roma, 1982, 106 pp.
5. Tecnologias de para Sustentar Recursos de Floresta Tropicais, 1984 de março de 344, Pp de .; Sustentando Recursos de Floresta Tropicais; U.S. e Internacional

Instituições de . Fundo papel #2, 1983 de maio; e Sustentando Tropical Forest Recursos: Reflorestamento de de Terras Degradadas. Fundo papel #1, 1983 de maio. Escritório Congressional de Avaliação de Tecnologia; o EUA Governo de que Imprime Escritório, Washington, D.C. ,

6. " Fuelwood e Carvão, Relatório do Painei " Técnico, Segundo, Sessão de , Nações Unidas (A/CONF.100/PC/34) 25 de fevereiro de 1981.

7. O 2000 Relatório Global para o Presidente, Volume 2, Conselho em Ambiental Qualidade de e o Departamento de Estado, EUA Governo Impressão, Escritório de , Washington, D.C., 1980.

8. ARUNGU-OLENDE, SHEM. " Energia Rural, Foro de " recursos naturais, Volume, 8, 1984, PP. 117-126.

9. Dunkerley, Alegria; Ramsay, William; Gordon, Lincoln; e Cecelski, Elizabeth. Energia Estratégias para países em desenvolvimento, Recursos para o Futuro, Johns Hopkins Universidade Imprensa, Baltimore, 1981, 265 pp.

10. Corredor de , D.O. Uso de Energia " solar Por Biologia--Passado, Presente e Futuro " de , Energia Solar, Vol.22, 1979, pp,. 307-328.

11. Hughart, David. Prospectos para Energia Tradicional e Non-convencional Fontes de em países em desenvolvimento, Mundo Banco Pessoal carteira do trabalho Não. 346, 132, Pp de ., 1979 de julho.

12. Musgo de , R.P., e Morgan, W.B. Fuelwood e Produção de Energia Rural e Supply nos Trópicos Úmidos, Universidade de Nações Unidas, Tycooly, International Publicando, Ltd., Dublin, 1981.

13. Conde de , D.E. Arborize Energia e Desenvolvimento Econômico, Clarendon Press, Oxford, 1975.

14. ABE, FUSAKO. " Manufacture de Carvão de Árvores " Crescidas Rápidas em W. Ramsey Smith, ed., Energia de Biomassa de Floresta, Nova Iorque: Acadêmico Press, 1982.

15. HARRIS, A.C. " Carvão Produção ", Oitavo Congresso de Silvicultura Mundial, Jakarta, Indonésia, 1978.
16. WEGNER, K.F., ED. Manual de silvicultura, Nova Iorque,: John Wiley e Filhos, 1984, 1335 PP.
17. KUUSELA, K. e Nyyssonen, UM. " Quantifying Energia " de Floresta, UNASYLVA, PP DE . 31-34.
18. OPENSHAW, K. " Woodfuel Surveys: Problemas de medida e Soluções para estes Problemas ", Estêncil Nenhum. 799, divisão de Silvicultura, Universidade de Dar Es Salamaleque, Morogoro, Tanzânia, 10 de julho de 1980.
19. Wood Combustível Pesquisas, UNFAO, Programme para Silvicultura para Comunidade Local Desenvolvimento de , GCP/INT/365/SWE, Roma, 1983, 202 pp,.
20. Corredor de , D.O.; Barnard, G.W.; e Koss, P.A. Biomassa para Energia no Países em desenvolvimento de , Pergamon Press, Oxford, 1982, 212 pp,.
21. Nkonoki, o Simon e Sorensen, Curvado. " Um Estudo de Energia Rural na Tanzânia: O Caso de Aldeia de Bundilya, Foro de " recursos naturais, Vol. 8, não. 1, 1984, PP. 51-62.
22. Singh, J.S.; Pandey, Uma; e Tivari, A.K. O " homem e Florestas: Um Central estudo de caso " de Himalayan, Ambio, Vol. 12, não. 2, 1984, pp. 80-87.
23. Revelle, Roger. Uso de " energia na Índia ", Ciência, Volume 192, 1976, pp. 969-975.
24. O'Keefe, Phil, Paul Raskin, e Steve Bernow, eds. Energia e Desenvolvimento no Quênia: Oportunidades e Constrangimentos, Beijer Institute e escandinavo Institute de Estudos africanos, 1984, Bohuslaningens, AB, Uddevalla, Suécia, 1984.
25. KEITA, M.N. Les de de Disponibilites de de Bois Feu en Região de de Sahelienne L'Afrique de Occidentale--Situação a Perspectivas, Roma: UNFAO, 1982.

26. ALIO, HAMADIL. Lenha Escassez nos Países de Sahel: Um Caso de Níger Study, M.Sc. Tese, Universidade de Arizona, 1984.

27. CILSS Equipe Ecologia-Forets Regional. " Quantificação des en de Besoins que des de Bois Paga para Saheliens: Une des de Analyse Bilans/Programmes ", Comite, de de Interetat Permanente Lutte contre la Secheresse dans le Sahel ", Reunião de Banjul, 18-22 de outubro de 1982.

28. Clement, Jean. Estimação des Volumes et de la des de Productivite Formações de Mixtes et de Forestieres Graminennes Tropicales, Centro, Técnica de Forestier Tropical, 45 bis, la de de de avenida Belle Gabrielle, 94130 Nogent-sur - Marne, França.

29. See referências (1-4,6,9,17-21); referência (17) é um particularmente revisão útil da literatura.

30. Islã, M. Nunil; Morse, Richard; e Soesastro, M. Hadi, eds. Rural Energia de para Satisfazer Necessidades de Desenvolvimento: Aproximações de Aldeia asiáticas, Pedregulho, Colorado, e Londres: Westview Press, 1984, 561 pp.

31. O'Keefe, Phil, e Kristoferson, Lars. " O Caminho de Energia Incerto--Energia e Terceiro Desenvolvimento " Mundial, Ambio, V.13, 1984, pp,. 168-170.

32. Munslow, Barry; O'Keefe, Phil; Parkhurst, Donna; e Philips, Peter. Energia de " e Desenvolvimento na Costa " Oriental africana, Ambio, Volume 12, Não. 6, 1983, pp. 332-337.

33. Dunkerley, Alegria. " Padrões de Consumo de Energia pelo Rural e Urbano Poor em países em desenvolvimento ", Foro de recursos naturais, Volume 3, 1979, PP. 349-363.

34. Arnold, J.E.M. " Wood Energy e Comunidades " Rurais, recursos naturais, Foro de , Volume 3, 1979, pp. 229-252.

35. Goldemberg, Jose. Problemas de " energia na América Latina ", Ciência, Volume, 223, 1984, PP. 1357-1362.

36. Dunkerley, Alegria, e Rassay, William. Energia de " e o Óleo-importando Países em desenvolvimento " de , Ciência, Volume 216, 1982. pp. 590-595.
37. O'Keefe, Phil. " Fuel para o People: Fuelwood no Terceiro Mundo ", Ambio, Volume 12, 1983, pp. 15-17.
38. Conde de , Derek. " UMA Fonte Renovável de Combustível ", UNASYLVA, Volume 27, Não. 110, 1975, PP. 21-26.
39. MNZAVA, E.M. " Aldeia Indústrias vs. Savannah Forests ", UNASYLVA, Volume 33, Não. 131, 1981, pp. 24-29.
40. Arnold, J.E.M. e Jongma, Jules. " Fuelwood e Carvão Desenvolvendo Países " de , UNASYLVA, Vol. 29(118), 1978. pp. 2-9.
41. BHAGAVAN, M.R. " A Crise de Woodfuel nos Países " de SADCC, Ambio, Volume 13, Não. 1, 1984, pp. 25-27.
42. Hinrichson, Don. " Fuelwood e Carvão: A Outra Crise " de Energia, Ambio, Volume 10, Não. 5, 1981, pp. 234-235.
43. Goldemberg, Jose; Hukai, Roberto Y.; al de et. Um Estudo Rural--o Brasil, UM Estudo em Fim-use Estratégia de Energia, Seminário Global em Fim-use Oriented Energia, São Paulo, Brasil, 4-15 de junho de 1984.
44. Servin, Jesus Cervantes; Negrete, Marco Antônio Martinez; Cerutti, Omar Maserá; e Estrada, Fernando Shutz. End-Use Orientou Energia Estratégias de para o México, Seminário Global em Fim-uso Orientou Energia Estratégias de , São Paulo, Brasil, 4-15 de junho de 1984.
45. Reddy, Amulya Kumar N.; e Reddy, B. Sudhakar. Energia em um Estratificou Sociedade de --UM estudo de caso de Lenha em Bangalore, Instituto índio de Ciência de , Bangalore 560 012, 1982 de julho.
46. SHRESTHA, KEDAR LAL. Energia Estratégias no Nepal e Tecnológico Opções de , Centro de Pesquisa para ciência aplicada e Tecnologia, Tribhuvan Universidade de , Nepal, Fim-uso Orientou Seminário de Energia Global, São Paulo,

Brasil, 1984 de junho.

47. MWANDOSYA, M.J. e Luhanga, M.L. Estruturas de Demanda de energia em Rural Tanzânia, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Dar-Es - Salamaleque, P.O. Box 35131, Dar-Es - Salamaleque, Tanzânia.

48. Balanco Energetico Nacional, Republica Federativa fazem Brasil, Ministerio, Des de Mina E Energia, Bloco J, 75.056-Brasília-DF, 1983.

49. MWANDOSYA, M.J. e Luhanga, M.L.P. Padrões de Uso de energia na Tanzânia, forma Curta: Centro para Energia e Relatório de Estudos Ambiental Nenhum. 180, Universidade de Princeton, Princeton, N.J., fevereiro. 1985. comprimento Completo: Departamento de de Engenharia Elétrica, Universidade de Dar Es Salamaleque, Dar, Es Salamaleque, Tanzânia, Desenho, 1984, 240 pp,.

50. RAVINDRANATH, N.H.; NAGARAJU, S.M.; SOMASHEKAR, H.I.; CHANNESWARAPPA, UM.; Balakrishna, M.; Balachandran, B.N.; e Reddy, Amulya Kumar N. " Uma Aldeia india Ecosystema Agricola--estudo de caso de Ungra Aldeia de , Separe eu: Observações " Principais, Biomassa, Volume 1, Não. 1, 1981 de setembro, pp. 61-76.

51. REDDY, AMULYA KUMAR N. " Uma Aldeia india Ecosystema Agricola--Caso Study de Aldeia de Ungra, Parte II: Discussão ", Biomassa, Volume 1, Não. 1, 1981 de setembro, pp. 77-88.

52. Makhijani, Arjum e Poole, Alan. Energia e Agricultura no Terço Mundo de , Ballinger Publishing Companhia, Cambridge, Massa., 1975, 168 pp.

53. TIWARI, K.M. " Fuelwood--Presente e Futuro com Referência Especial para Conditions em países em desenvolvimento ", em Energia de Biomassa, 2º Conferência Internacional em Biomassa, UM. Strub, PÁG. Chartier e G. Schleser, eds., Londres: Publicadores de ciência aplicada, 1982.

54. Corredor de , D.O., e Musgo, Patricia. Biomassa de " para Energia Desenvolvendo Países " de . Geojournal, Vol. 7.1, 1983, pp. 5-14.

55. Cecelski, E., Necessidades de " Energia, Tarefas, e Recursos no Sahel:

Relevância de para Woodstove Programs, " Geojournal, Vol. 7.1, 1983, pp. 15-23.

56. HYMAN, E.L. " A Demanda para Woodfuels através de indústrias caseiras no Provincia de de Ilocos Norte, Filipinas, Energia de " , Vol. 9, pp. 1-13, 1984.

57. ZHU, H., BRAMBLEY, M.R. e Morgan, R.P., Consumo de Energia " Doméstico Na República de As Pessoas de China ", Energia V.8, pp 763-774, 1983.

58. Abaixo, S. " Consumo de Energia Doméstico Em Sumatra Ocidental. Implicações para políticos ", Energia, Vol. 8 pp 821-833, 1983.

59. MNZAVA, E. M. " Fuelwood e Carvão na África ", em Energia de Biomassa de , Primeiro Conferência Internacional em Biomassa, Brighton, Leste, SUSSEX; W. PALEY, PÁG. CHARTIER, D.O. Corredor, anúncios., Londres: Aplicada Ciência Publicadores, Ltd., 1980.

60. Chauvin, Henri. " Quando umas Corridas de Cidade africanas Fora de Combustível ", UNASYLVA, VOL. 33 (133) pp. 11-20., 1981

61. Boureima, Issoufou e Gilles De Chambre. " Concordância sur l'evaluation du programme foyeres ameliiores ", Niamey, Níger,: Des de associação Femmes Du de o Níger e Serviço de Mundo de Igreja, 1982 de novembro.

62. Sassin, Wolfgang, " Energia, americano " Científico, setembro,. 1980, pág. 119.

63. PRASAD, K. Krishna. Energia cozinhando, Seminário em Fim-uso Focalizado Global, Energia Estratégia, Universidade de Princeton, Princeton, Nova Jersey, abril, 21-29, 1982.

64. Williams, Robert H. Papéis potenciais para Bioenergy em uma Energia Mundo Eficiente, Princeton centro Universitário para Energia e Ambiental Studies, Relatório Nenhum. 183, 1985 de fevereiro; Seminário em Biomassa Energia Sistemas, Airlie House, Virginia, janeiro 1 de 29-fevereiro de 1985.



65. Nações Unidas, Anuário de Estatísticas de Energia Mundiais, 1981, Nova Iorque, : Nações Unidas, 1983.
66. Barraca de , Realidades de H.E. " de Fazer Carvão ", UNASYLVA, Volume 33, Não. 131, 1981, PP. 37-38.
67. FLORASA, Florestas Artificiais para o Wood e Carvão no Brasil, Minas Gerais, Brasil: Florestal Acesita, S.A., Belo Horizonte, Oct.1983, 53 pp,.
68. UHART, E. Pesquisa de Carvão preliminar na Etiópia, ONU Economic Commission para a África, FAO Floresta Indústrias Aconselhador para a África, Doc. M75-1122, 1975, 30 PP.
69. KARCH, G.E. Calrbonization: Relatório Técnico final de Energia de Floresta Especialista de , UNFAO, SEN/78/002, 1980.
70. Wood, T.S. Faça a reportagem de Uso de Energia Doméstico por Cozinhar (Avaliação de Energia Missão de , Etiópia), Washington, D.C., : Banco mundial, 1983, 33 pp.
71. Wartluft, Jeffrey. Time de " Compara Métodos " de Produção de Carvão, VITA, Notícias de , 1983 de outubro, pp.8-11. Wartluft, Jeffrey L. e Branco, Stedford. Comparing Tecnologias de Produção de Carvão Simples para o Caribe, Arlington, Virgínia, : VITA, 1984 de março.
72. Carvão Produção Melhoría Para Desenvolvimento Rural Na Tailândia, Forest Divisão de Pesquisa de Produtos, Departamento de Floresta Real, Ministério, de Agricultura e Cooperativas, para a Administração de Energia Nacional, Ministério de de Ciência, Tecnologia, e Energia debaixo do Renovável Nonconventional Energia Projeto, Governo tailandês Real e Agência de EUA Para Desenvolvimento Internacional, Bangkok, Tailândia, 1984, 163 pp.
73. Rose, A.B., Energia-intensidade e Parâmetros Relacionados de Selecionou Transporte Modos: Freight Movimentos, Cume de Carvalho Laboratório Nacional, ORNL 5554, 1979 de junho, 135 pp.
74. BONNEY, R.S.P. e Stevens, N.F. Veiculo Custos Operacionais em Bituminous, Gravel, e Estradas de Terra em Leste e a África Central, Pesquisa de Estrada

Papel Técnico Nenhum. 76, Laboratório de Pesquisa de estrada, Ministério de Transporte, Londres, 1967.

75. Truck Características Operacionais no Sudão, Transporte e Comunicações Seção de , Ministério de Planejamento Nacional, Khartoum, 1978 de junho.

76. Wardle, Philip e Palmieri, Massimo. " o que Faz Fuelwood Really Cost "?, UNASYLVA, Volume 33, Não. 131, 1981, pp. 20-23.

77. Foley, Gerald, e furgão Buren, Ariane. " Substitutes para Wood ", UNASYLVA, Volume 32, Não. 130, pp. 11-24.

78. Weber, F., Econômico e Critérios de Ecologic de Forestry/Conservation Projects no Sahel, Desenvolvimento de Recurso Internacional e Conservação Serviços de , Boise, Idaho, 1977.

79. BALDWIN, SAM. Notas técnicas para o Senegalese 'Ban Ak Suuf' (Melhorou Fogão) Programa. CERER/CILSS/VITA, 1983 de julho, revisou 1983 de dezembro. Disponível de VITA.

80. Yameogo, Georges; Bussman, Paul; Simonis, Philippe; e Baldwin, Sam. Comparação de de Fogões Melhorados; Laboratório. Arte culinária controlada, e Família Compound Testes. IVE/THE Eindhoven/GTZ/CILSS/VITA, 1983 de maio, Disponível, de VITA.

See também, Yameogo, Georges; Avaliação des differents Protótipos de Foyeres de Ameliores en de Existants Haute Volta; de de Universite Ouagadougou, Institut Superieur Polytechnique; Mamoire de barbatana d'Etudes. Juin 1983 L'Institut de de Voltaique L'Energie, concordância No.1, de de Etat Developpment Technique des Foyeres en de Ameliores Haute Volta, Ouagadougou, 1983 de abril,

81. SMIL, VACLAV. Desmatamento de " na China ", Ambio, Volume 12, Não. 5, 1983, PP DE . 226-231.

82. Brown, Lester R. ; O merceeiro, William; Flavin, Christopher; Postel, Sandra; Storke, Linda; e Lobo, Edward. State do Mundial 1984. Worldwatch Insitute, Nova Iorque,: W.W. Norton e Companhia, 1984.

83. Jackson, Peter. " A Tragédia de nossas florestas tropicais ", *Ambio*, Volume 12, Não. 5, 1983, pp. 252-254.
84. Steinlin, Hans Jurg. " Monitoring a Floresta " Tropical do Mundo, *UNASYLVA*, Volume 34, Não. 137, 1982, pp. 2-8.
85. Myers, normando. " O Hambúrguer Connection: Como América Central Florestas de Se tornam Nortos os Hambúrgueres " de América, *Ambio*, Volume 10, Não. 1, PP DE . 3-8.
86. Nações de , James D.; e Komer, Daniel eu. América " central é Tropical Florestas tropicais de : Passos positivos para Sobrevivência ", *Ambio*, Volume 12, Não. 5, 1983, PP. 232-238.
87. Salati, Eneas e Vose, Peter B. Depleção de " de florestas tropicais ", *Ambio*, Volume 12, Não. 2, 1983, pp. 67-71.
88. Finn, Daniel. " Land Uso e Abusa na Região " africana Oriental, *Ambio*, Volume 12, Não. 6, 1983, pp. 296-301.
89. PRATT, D.J. e Gwynne, M.D., eds., *Administração de Rangeland e Ecologia na África Oriental*, Huntington, York: Robert E Novo. Publicação de Kreiger Companhia de , 1977.
90. Academia Nacional de Ciências. *Mudança ambiental no africano Ocidental Sahel*, Washington, D.C.: Board em Ciência e Tecnologia em Desenvolvimento, Nacional Pesquisa Conselho, 1983, 86 pp.
91. BREMAN, H. e deWit, C.T. Produtividade de " Rangeland e Exploração em o Sahel ", *Ciência*, Volume 221, 1983, pp,. 1341-1347.
92. Kartawinata, Kuswata, Seonartono Adisoemarto, Soedarsono Riswan, e Andrew P. Vayda. " O Impacto de Homem de uma Floresta Tropical na Indonésia ", *Ambio*, Volume 10, Não. 2-3, 1981, pp. 115-119.
93. Brown, Lester R. *Crescimento de População " mundial, Erosão de Terra, e Comida*

Segurança " de , Ciência, Volume 214, 1981, pp,. 995-1002.

94. Grainger, Alain. Desertification, Earthscan, 1984, pp. 94.

95. O'Keefe, Phil. " As Causas, Consequências e Remédios de Erosão de Terra no Quênia ", Ambio, volume 12, Não. 6, 1983, pp. 302-305.

96. Smith, Nigel J.H. Lições de " colonização de uma Floresta " Tropical, Ciência de , Volume 214, 1981, pp. 755-761.

97. Pequena nobreza de , A.H. e J. Lopez-Parodi. " Desmatamento e Aumentou Flooding da Amazona " Superior, Ciência, Volume 210, 1980, p.1354,.

98. Spears, John. " Preserving Ambientes " de Bacia, UNASYLVA, Volume, 34, Não. 137, 1982, pp. 10-14.

99. O Estado do Ambiente 1984-84 de Índia. O Relatório do Segundo Cidadão Center para Ciência e Ambiente, 807 Vishal Bhavan, 95 Nehru Place, Delhi 110 019 Novo.

100. SHUKLA, J. e Y. Mintz. " Influência de Terra-superfície Evapotranspiration no Clima " da Terra, Ciência, Volume 215, 1982, pp. 1498-1501.

101. Dosso, Henri, Jean Louis Guillaumet, e Malcolm Hadley. Uso de " terra Problemas de em uma Floresta " Tropical, Ambio, Volume 10, Não. 2-3, 1981.

102. Academia Nacional de Ciências. Silvicultura de Agro no Sahel africano Ocidental. Board em Ciência e Tecnologia em Desenvolvimento, Pesquisa Nacional Conselho de , Washington, D.C. 20418. 1983. 86 pp.

103. Novikoff, Georges e Mohamed Skouri. Desenvolvimento " equilibrando e Conservação de na Tunísia " Pre-saariana, Ambio, Volume 10, Não. 2-3, 1981, PP DE . 135-141.

104. NOVIKOFF, G. " Desertification por Overgrazing ", Ambio, Volume 12, Não. 2, 1983, PP. 102-105.

105. LAMPREY, H.F. e Hussein Yussuf. " Pastoralism e Invasão de Deserto no Quênia " Do norte, *Ambio*, Volume 10, Não. 2-3, 1981, pp. 131-134.
106. Anderson, D. e R. Fishwick, *Consumo de Fuelwood e Desmatamento em Países africanos, Mundo Banco Pessoal carteira do trabalho Não. 704*, 1984.
107. Smith, Kirk R.; Aggarwal, A.L.; e Dave, R.M. " Areje Poluição e Combustíveis Rurais: Um Piloto Estudo de Aldeia na Índia ", carteira do trabalho WP82-17, 1982 de novembro. Centro de leste-oeste, Honolulu, Haváí,
108. Smith, Kirk R.; Ramakrishna, Jamuna; e Menon, Premlata. " Ar Poluição de da Combustão de Combustíveis Tradicionais: Uma Pesquisa Breve," Conferência de em Administração de Qualidade de Ar e Políticas de Energia, Baroda e Bombay, Índia, 16-25 de fevereiro de 1981, WP 81-5.
109. Smith, Kirk R.; Aggarwal, A.L.; e Dave, R.M. " Areje Poluição e Combustíveis Rurais: Implicações para Política e Pesquisa, " Honolulu, Haváí,: Recurso Sistemas Instituto, Centro de Oeste de Leste, WP-83-2, 1982 de novembro.
110. DE DE KONING H.W., K.R. O Smith e J.M. Último, Combustão de Combustível de " Biomassa e Saúde " de , *Boletim da Saúde Mundial Organização* 63 (1), pp. 11-26, (1985)
111. Smith, K., *Biomassa Abastece, Poluição de Ar, e Saúde: Uma Revisão Global*, Plenum Publishing Cia., Nova Iorque, (futuro).
112. Smith Kirk R., " Biomss Fuels, Poluição de Ar e Saúdes " incluíram dentro Baldwin, Sam, Howard Geller, Gautam Dutt e N.H. Ravindranath, " Improved Fogões de Woodburning: Signs de Sucesso ", *Ambio* Vol. 14, não. 4-5, PP. 280-287, 1985.
113. Ernest, E. " Abasteça Consumo Entre Famílias Rurais em Volta Superior, Oeste, África ". Oitava Conferência de Silvicultura Mundial, Jakarta, Indonésia, 1978.
114. Se o fuelwood total exigem (dada pela população de aldeia, P, cronometra a demanda por pessoa, D) é fixo igual para o total renovável Fuelwood de provêem (dada pela produtividade de biomassa comum por área

cronometra a área disponível para produção de biomassa lenhosa - - e esta área is determinado crudely pela área de terra total, [pi][R.sup.2], menos para o que precisou semeiam produção igual para população, P, tempos necessidades de terra agrícolas por pessoa, UM). Thus, <veja equação abaixo>

bsex249.gif (108x600)

$$PD = B(\pi R^2 - PA) \quad \text{or} \quad R = (DP/B\pi + AP/\pi)^{0.5}$$

A distância de coleção comum será aproximadamente a fração de R que circunscreve meio a área de rádio R, ou 0.707R. More detalhou podem ser desenvolvidas correlações como desejada, inclusive variável biomassa produtividades, ineficiências em coleção de biomassa, e outros fatores.

115. PRASAD, K. Krishna. Fogões de Woodburning: A Tecnologia deles/delas, Economias, e Desenvolvimento, Genebra,: Sindicalização internacional, 1983.

116. Eckholm, Eric; Foley, Gerald; Barnard, Geoffrey; e Timberlake, Lloyd. Fuelyphod: A Crise de Energia Que Will Go Fora, Earthscan, 1984, 105. pp.

117. AGGARWAL, G.C. e N.T. Singh, Energia de " e Lucros Econômicos De Gado Esterco como Adubo e Energia de Fuel", Vol. 9, não. 1, pp. 87-90, 1984.

118. VIDYARTHI, VARUN. " Energia e o Pobre Em Um Mundo de Aldeia " índio Desenvolvimento de Vol. 12, não. 8, pp. 821-836, 1984.

119. STRASFOGEL, SYLVAIN. " AU-DELA DU CHOIX ECONOMIQUE, ECOLOGIQUE DE CHOIX DE LE,: le gaz butano au o Senegal ", Informations Não. 3, novembro-dezembro, 1982, PP. 4-7, associação de de Bois Feu.
120. BALDWIN, SAM. " Direções Novas em Desenvolvimento " de Woodstoves Notícias de VITA, VITA, 1984 de janeiro.
121. Strasfogel, Sylvain e Gilles Dechambre. Programme Foyeres Regionais Ameliores - - Le Níger, Aix-En-Provence, França,: CILLS/Association Bois De de Feu, 1984 de julho.
122. Bank. Mundial Relatório de Desenvolvimento Mundial, 1984, Nova Iorque,: Universidade de Oxford Press, 1984.
123. KEITA, J.D. " Plantações no Sahel, " UNASYLVA, V.33, N.134, pp. 25-29.
124. Academia Nacional de Ciências. Lenha Colheitas, Volume 1, 1980, 237 pp., Volume 2, 1983, 87 pp.
125. Noronha, Raymond. " Por que É Tão Difícil de Cultivar Fuelwood "?, UNASYLVA, Volume 33, Não. 131, 1981, pp. 4-12.
126. Banco Mundial. Silvicultura, Papel de Política de Setor, 1978 de fevereiro.
127. Pant, M.M. Silvicultura " social na Índia ", UNASYLVA, Volume 31, Não. 125, 1979, PP. 19-24.
128. POULSEN, GUNNAR. " O Non-Wood Products de Florestas " africanas, UNASYLVA.
129. Salem, B. O Ben e Van Nao, Tran. Produção de " Fuelwood em Tradicional Farming Sistemas ", UNASYLVA, Volume 33, Não. 131, 1981, pp. 13-18.
130. DIGERNES, T.H. Wood para Combustíveis: Crise de energia que Insinua Desertification: O Caso de Bara, o Sudão, tese de para o Geografisk, Institutt, Bergen, Noruega, 1977, 128 pp.,.

131. Hyman, Eric L., Financiamento de " Empréstimo de Pequeno proprietário Treefarming no Províncias de de Ilocos Norte e Ilocos Sur, A Filipinas, " Agro-silvicultura, Sistemas de Vol. 1, 1983. pp. 225-243.

132. Hyman, Eric L., " Pulpwood Treefarming em A Filipinas do Ponto de vista de do Pequeno proprietário: Uma Ex Poste Avaliação do PICOP Project, Administração " Agrícola. Vol. 14, 1983. pp. 23-49.

133. Moreira, J.R. e J. Goldemberg, " Álcoóis - - Seu Uso, Energia e Economias de - - UMA Perspectiva " brasileira, Administração de Recurso e Otimização VOL. 1 não. 3, pp. 213-279, 1981.

134. Geller, H.S., " Ethanol Fuel De cana-de-açúcar No Brasil ", Revisão Anual de Energia, Vol. 10, pp. 135-164, 1985.

135. RIVERA, S. , " Honduras, Estudo " Rural, Seminário Global em Fim-use Oriented Estratégias de Energia, São Paulo, Brasil, 1984 de junho.

136. Williams, Robert H., UM Baixo Futuro de Energia Para Os Estados Unidos, Centro Para Energia e Studies, Report Ambiental Nenhum. 186, Princeton Universidade de , Princeton, Nova Jersey, E.U.A. 1985 de fevereiro.

137. Gupta, R.K., Eficiência de Utilização de Combustíveis Domésticos, Óleo índio, Corporação de , R & Centro de D, Faridabad; Seminário Internacional em Energia, o Pessoal Administrativo Faculdade de Índia, Hyderabad, 1979 de janeiro.

138. SHAIKH, ASIF M. e G. Edward Karch, " Will Wood Work? O Futuro de Wood Energy Em O Sahel " africano Ocidental, Documento Especial, 9° Mundo, Silvicultura Conferência, Cidade de México, 1985 de julho.

139. Moundlic, Jean; Álcool de Fermentação de " Lata seja Substituído Para Wood Como UM Cooking Combustível "?, Seminário Álcool de Fermentação aceso Para Uso Como Combustível e Feedstock Químico Em países em desenvolvimento, Viena Áustria, 26-30, Março de , 1979. ONU RG /WG.293/28, 22 1979 de fevereiro.

140. Bradley, P.N., N. Chavangi, e UM. Van Gelder, Pesquisa de " Desenvolvimento, e Energia que Planejam No Quênia ", AMBIO, V. XIV, N. 4-5, pp.228-236, 1985,



141. Baldwin, S.; Energia " Doméstica Para países em desenvolvimento: Opções e Oportunidades " de , futuro. Referência de EU-1.

142.

Poder Global Provê e Demanda

Global photosynthesis 1X[10.sup.5] GW (\*)  
 Global arborizam biomassa growth 5X[10.sup.4]  
 energia de Global consumption 1X[10.sup.4]  
 wood consumption Global 1X[10.sup.3]  
 fuelwood de Global consumption 5x[10.sup.2]

(\*) 1 GW = 1 bilhões watts de poder.

Referência de (10)

Mais recentes estimativas de madeira combustível consumo gama de asperamente 7% (6) para 14% (20) de energia global consumption. Thus, o consumo de fuelwood, valores apresentados na Mesa acima indicam só a magnitude de uso.

143.

Forest Ação Crescente

[M.SUP.3]/CAPITA

África 92

América, Norte 179

América, 50 Central,

América, Sul 428

Ásia 17

Europa 27

URSS 310

Referência de (7)

144.

Reducing Fatores por Converter o Wood Empilhado

Para Wood Content Sólido

Reduzindo

Type Classe de Factor

Softwood grande, círculo, e 0.80 direto  
 boletos divididos médios, liso e straight 0.75  
 boletos divididos médios, 0.70 dobrado,  
 lenha pequena, redonda 0.70  
 Taco boletos de divisão grandes, liso e straight 0.70  
 boletos de divisão grandes, 0.65 dobrado,  
 redonda lenha pequena, liso e straight 0.65  
 redonda lenha pequena, 0.55 dobrado,  
 Filiais /  
 twigs small redonda lenha de , 0.30-0.45 dobrado,  
 Mato redonda lenha de pequena, crooked 0.15-0.20,

Referência (13)

145.

Produção de de Resíduos de Colheita de Colheitas de Cereal  
 em países em desenvolvimento

Crop	Yield	Resíduo	Produção
	tons/ha-year	Métrico	tons/ha-ano Métrico
Range	Range	Média	Comum
Arroz	de 0.7-5.7	2.5	1.4-11.4 5.0
Trigo	de 0.6-3.6	1.5	1.1-6.1 2.6
Milho	de 0.5-3.7	1.7	1.3-9.3 4.3
Sorgo	de 0.3-3.2	1.0	0.8-8.0 2.5
Cevada	de 0.4-3.1	2.0	0.7-5.4 3.5
MILLET	0.5-3.7	0.6	1.0-7.4 1.2

Referência de (20)

146.

## Manure Produção por Animais de Domesticated

Animal tons/head-ano Métrico  
 Gado de , búfalo, camelos 1.00  
 Cavalos de , burros 0.75  
 Porcos de 0.3  
 Sheep, cabras 0.15

## Referência de (20)

147.

## Fuel Uso no Setor de Aldeia

Por cento de de  
 Total from W/cap  
 Village Biomass Rural o Autor de Total  
 Bangladesh Dhanishwar 100 190 Bangladesh, 1978,  
 ULIPUR 100 238 BRISCOE, 1979,  
 Bolívia Planalto 352 Banco Mundial, 1983,  
 Botsuana Matsheng 523 Branco, 1979  
 Burkina de Faso Ranga 285 Ernst, 1978,  
 Camarões Ngaoundere 571 Vennetier, 1979,  
 Chade N'Djamena 1395 Bertrand, 1977,  
 China Peipan 87 666 Makhijani, 1975,  
 Congo Brazzaville 428 Gilbert, 1978,  
 Etiópia Adis Ababa 333 FRIDA, 1980,  
 Índia Pura 96 285 Reddy, 1979,  
 INJAMBAKKAM 95 159 MURUGAPA..., 1981  
 PEMMADAPALLE (\*) 97 112 BOWONDER, 1985,  
 KHURPATAL 233 ET DE SINGH. al., 1979  
 BHALUTIA 275 ET DE SINGH. al., 1979  
 UNGRA 95 285 RAVINDRANATH, 1980,  
 Irã Semnan 571 Vojdani, 1978,  
 Quênia Machakos 476 Mutula, 1979,  
 Lesotho Malefiloane 98 260 Best, 1979,

Mali Deguela 241 Caude, 1977,  
 SANZANA 349 CAUDE, 1977,  
 BAMAKO 713 BERTRAM, 1977,  
 Mauritània Nouakchott 713 FRIDA, 1980,  
 México Arango 33 412 Makhijani, 1975,  
 Nepal Hill 97 349 Hughart, 1979,  
 Níger Niamey que 400 Aparam, 1979,  
 NIAMEY 136 BOUREIMA, 1982,  
 Nigéria Batawagara 99 476 Makhijani, 1975,  
 KANO 571 GRUT, 1973,  
 Ibadan 381 Sim de , 1978,  
 Ruanda Nyarugenge (\* \* ) 81 1617 Gatera, 1978,  
 Senegal Dakar (\* \* ) 698 Alto, 1974  
 Sierra Leone Waterloo 571 Cline-couve, 1979,  
 Sri Lanka Anuradhapura 168 Bialy, 1979,  
 Sudão Khartoum (\* \* ) 856 FRIDA, 1980,  
 Tanzânia Bundilya 680 Nkonoki, 1984,  
 Togo Lome 174 Grut, 1971,

(\*) arte culinária Doméstica só. (\* \*) Carvão.

Referências de compilaram principalmente e mais completamente documentaram por (20).  
 dados Adicionais de referências (21,22,61,147B,147C)

147B. B. BOWONDER, N. PRAKASH RAO, B. DASGUPTA, S.S.R. Prasad, Uso de " Energia,  
 Em Oito Comunidades Rurais Na Índia ", Desenvolvimento Mundial, V.13, N.12,  
 PP.1263-1286, 1985.

147C. Banco mundial, " Bolívia,: Assuntos e Opções Em O Setor " de Energia,  
 UNDP/WB Energia Setor Avaliação Programa, Rpt. 4213-BO, 1983 de abril.

148.

Power Consumo para países em desenvolvimento Seleccionados, 1981

Total Fração de Total Fração  
 GW rural from de Country GW de  
 Biomassa de Biomassa de

Angola 3.4 72% Belize 0.2 57  
 Benin 1.3 89 Costa Rica 1.8 33  
 Burkina Faso 2.2 91 Cuba 19. 35  
 Burundi 0.3 76 dominicano  
 Camarões 6.1 40 Republic 3.3 29  
 African central El Salvador 2.1 53  
 República de 0.9 90 Guatemala 5.4 71  
 Chade 2.4 96 Haiti 1.9 83  
 Etiópia 8.2 90 Honduras 2.3 64  
 Gabão 1.3 31 México 121. 3  
 Gana 3.6 63 Nicaragua 1.7 52  
 Guiné 1.4 72 Panamá 2.4 29  
 Guiné-Bissau 0.2 77 Bolívia 3.6 44  
 Marfim Coast 3.4 65 Brazil 153. 44  
 Quênia 10.8 81 Colombia 33. 41  
 Libéria 2.0 65 Ecuador 6.8 26  
 Madagáscar 2.4 76 Paraguay 1.8 73  
 Mali 1.1 84 Peru 12. 12  
 Maurítânia 0.5 42 Uruguay 3.0 20  
 Maurício 0.8 65  
 Moçambique 4.5 80 Afghanistan 3.0 72  
 Níger 1.1 79 Bangladesh 7.1 45  
 Nigéria 46. 64 Birmânia 9.7 78  
 Ruanda 1.7 95 China (\*) 580. 9  
 Senegal 1.8 42 Kampuchea 1.4 99  
 Sierra Leone 2.7 89 Índia 196. 36  
 Somália 0.7 38 Indonesia 77. 56  
 Sudão 12. 87 República de  
 Tanzânia 12. 93 KOREA 72. 29  
 Togo 0.5 34 Nepal 4.3 96  
 Uganda 1.7 83 Pakistan 24. 27  
 Zaire 4.5 58 Philipppines 26. 38  
 Zâmbia 3.7 45 Sri Lanka 3.8 60  
 Zimbábue 6.4 40 Thailand 27. 44

Referência (65); (\*) Referência (20) estimativas a fração como 29%.

149. mais precisamente, em um teste em onze jejum espécies crescentes o volumetric foi achada gravidade do carvão, Y, para ser relacionada tipicamente para a gravidade especifica do ar madeira seca, X, pela equação (14)

$$Y = 0.575X - 0.069$$

A gravidade de volumetric é o peso de um volume de material, enquanto incluindo poros dentro, comparou ao peso de um volume equivalente de água. Isto será contrastada com gravidade especifica onde poros não são freqüentemente contada como parte do volume, só o próprio material é.

150. no que Esta análise previamente foi publicada: T. S. O Wood e S. Baldwin, " Fuelwood e Uso de Carvão em países em desenvolvimento, " Anual Review de Energia, V.10 (1985), pp.407-429.

151. Barnard, Geoffrey e Lars Kristoferson, Resíduos Agrícolas Como Combustível, Em O Terceiro Mundo, Earthscan, Instituto Internacional para Ambiente, e Desenvolvimento, Programa de Informação de Energia, Relatório Técnico No.4, Londres, 1985.

152. Foley, Gerald, " Wood Fuel e Demandas de Combustível Convencionais Em O Mundo " Em desenvolvimento, AMBIO, V.14, N.4-5, pp.253-258, 1985,.

153. Baldwin, Sam, Howard Geller, Gautam Dutt, e N.H. Ravindranath, " Improved Woodburning Cookstoves: Sinais de Sucesso ", AMBIO, V.14, N.4-5, PP.280-287, 1985.

154. Energia Assuntos e Opções Em Trinta países em desenvolvimento, Mundo de UNDP Bank Energia Setor Avaliação Programa, Relatório Nenhum. 5230, 1984 de agosto.

155. Foley, o Gerald e Geoffrey Barnard, Fazenda e Silvicultura de Comunidade, Earthscan, Instituto Internacional para Ambiente e Desenvolvimento, Energia Informação Programa, Relatório Técnico No.3, Londres, 1984.

156. Foley, Gerald, Carvão que Faz Em países em desenvolvimento, Earthscan, Instituto Internacional para Ambiente e Desenvolvimento, Energia Informação Programas, Relatório Técnico No.5, Londres, 1986 de janeiro,

157. Notes para Mesa 19.

(um) Referência 48;

(b) Referência 134;

(c) Referência 133. Note que 11.8 [m.sup.3]/ha-yr é um rendimento alto comparado those freqüentemente observou, mas é só uma fração pequena do que deve é realizável. Um incremento anual de 11.8 [m.sup.3]/ha-yr a um específico Gravidade de de 0.8 é equivalente a uma taxa de captura de energia de 0.5 W/[m.sup.2]; ou com uma insolação comum de 250 W/[m.sup.2], uma taxa de conversão de energia de só 0.2%. A razão, em parte para tais baixos rendimentos é a falta de introduz como fertilizantes corretamente aplicados e irrigação, ou simplesmente escolha de espécies pobre para as condições locais.

Rendimentos aproximados para o Sahel africano Ocidental (1981-1983) é determinado dentro a Mesa debaixo de.

Wood Production e Rende No Sahel

Cost para Rendimento de

ESTABLISH (\*) \$/HA RAINFALL [M.SUP.3] /HA-YR

Plantations comercial 630-1000 600 mm 1.5-3.0

800 MM 3.0-5.0

1000 MM 6.0-10.0

Aldeia Woodlots 150-388 1.5-3.0

Forest Natural administrado 80-150 0.5-1.5

(\*) Nota que periódico vale are não incluíram aqui mas calcularão a média

talvez \$100/ha-yr para plantações comerciais e menos para o outro

Opções de .

Referência (138)

(d) Referência 24

(e) Referência 136

(f) Referência 137

(G) SHUKLA, K.C. e J.R. Hurley, Desenvolvimento de Um Eficiente Baixo [NO.sub.x]

Gama de Gás Doméstica Cozinheiro Top, Instituto de Pesquisa de Gás, Chicago, Illinois,

1983. Note que isto avançou fogão de gás tem eficiências de 70%

mas não é contudo comercialmente disponível.

See também W.F. Sulilatu e C.E. Krist-cuspa, " O Metal de Tamilnadu Fogão " de em De Designio para Cozinhar, Referência III-35.

(h) Referência 139

(i) Veja Capítulo VI, Fogões de Carvão, e therein de Referências.

(j) Veja Capítulo V, Mesa V-1.

(k) Veja (g) e (j), também veja Referência Nota de III-18. que lado a lado testa dentro (g) mostrou fogões de madeira com eficiências térmicas de 49-54% e um queimador de gás natural no mesmo fogão que tem uma eficiência de 54%. Porém, controle do queimador de gás natural será um pouco melhoram que de um fogo de madeira.

(l) Entregou Energia é que que é absorvido pela panela para cozinhar a comida.

#### CAPÍTULO DE III

1. Geller, Howard S. e Gautam S. Dutt. Economia " de Combustível de Arte culinária " medindo em Wood Combustível Pesquisas, pp. 147-172. Veja ref II-19.

2. See Referência II-80.

3. Geller, Howard S. " Abasteça Eficiência e Desempenho de Tradicional e Cookstoves " Inovador, em Wood Heat Por Cozinhar, Eds. K. Krishna Prasad e PÁG. Verhaart, Bangalore,: Academia índia de Ciências, pp. 119-139.

Geller, Howard S. " Cozinhando na Área de Ungra: Abasteça Eficiência, Energia, Perdas de , e Oportunidades por Reduzir Consumo " de Lenha, Biomassa, V. 2, 1982, pp. 83-101.

4. Dunn, P.D.; Samootsakorn, PÁG.; e Joyce, N. " O Desempenho de tailandês Carvão Fogões ". em Wood Heat para Cooking (Ibid.), pp. 107-118. Veja também Dunn, P.D.; Samootsakorn, PÁG.; e Joyce, N. " O tailandês Tradicional Fogão " de em Energia de Bionamass, 2ª Conferência Internacional em Biomassa de , Eds. Um. Strub, PÁG. Chartier, e G. Schleser, Londres,: Aplicada Ciência Publicadores, pp. 748-752.



5. PRASAD, K. Krishna e Ernst Sangen (Eds.) Aspectos técnicos De Woodburning Cookstoves, Woodburning Fogão Grupo, Universidade de Eindhoven, de Tecnologia; e Divisão de Tecnologia para Sociedade, Apeldoorn, O Países Baixos. 1983 de setembro.
6. Calculated de dados de teste de arte culinária controlados em Yameogo, Bussmann, Simonis, e Baldwin, referência II-80.
7. O ganho de calor da panela em um fogo aberto através de transferência brilhante pode ser diretamente extimated examinando o desempenho de sultipot volumoso Fogões de com desenhos excessivos. Em tais fogões, faz transferência brilhante não mudam mas convective aquecem transferência está muito reduzida como o arde e são tirados gases quentes de a parte traseira do fogão com pequeno ou nenhum contato com a primeira panela. PHU típico para a primeira panela em tais fogões são 12 por cento (Kaya 2 em Yaneogo, Bussmann, Simonis e Baldwin, Referência II-80). Alternativamente, a transferência brilhante pode ser calculou usando diretamente o Stefan-Boltzmann lei e fator de visão entre o firebed e panela como discutida em Apêndice C. Modelo Cálculos de em outro lugar (Bussmann, P.J.T.; Visser, PÁG.; e Prasad, K. Krishna, Fogos " Abertos,: Experiências e Teoria ". pp. 155-188 em Wood Heat por Cozinhar (Ibid) ref 3) estimativa a transferência de calor brilhante só responder por aproximadamente 10 porcentagem de PHU aponta da corrente térmica Eficiência de de uma panela em um fogo aberto.
8. O valor 17% efficiency para um fogo aberto é escolhido aqui corresponder para testar resulta no campo, ref 6. Este valor pode ser mais alto se bem protegeu do vento, ou abaixa se exposto ao vento.
9. Saith, al de et. Referências II-107 para II-112.
10. Eckert, E.R.G, e Drake, Robert M., Análise de Jr. de Calor e Massa Transfer, Nova Iorque,: McGraw-colina, 1972, 806 pp.
11. GOLLER, H.S. e G.S. Dutt, " Medindo Economia " de Combustível de Arte culinária, em Wood, Fuel Pesquisas, Veja Ref. II-19.

11. Geller, Howard S.; Leteemane, Bai; Poderes, Theresa A.M.; e Sentle, James. Protótipo Metal e Lama Cookstoves Wood-ardente para Botsuana, Burlington, Vermont, : Sócios em Desenvolvimento Rural, 1983 de maio.
12. Ashworth, John H. A Adaptação de Tecnologia Passos de Process: Levados Transform os BRET Metal Fogão Protótipos em Terminada Comercial Models, Burlington, Vermont, : Associates em Desenvolvimento Rural, junho 1984.
13. Brunet, Eric comunicação pessoal.
14. Sanogo, Cheick; Sidibe, Yaya; Strasfogel, Sylvain; e Baldwin, Sam. Results, Notas Técnicas e Propostas para o LES Improved Fogão Program. LES/CILSS/Association de de Bois Feu/VITA, 1983 de outubro. Available de VITA.
15. LOKRAS, S.S., D.S. SUDHAKAR BABU, SWATI BHOGALE, K.S. Jagadish, e R. KUMAR. Desenvolvimento de um Melhorou Três Painela Cookstove, Bangalore, Índia: ASTRA, Instituto índio de Ciência, 45 pp.
16. SHAILAJA, R. e N.H. Difusão de Ravindranath. de um Wood Eficiente Fogão de por Cozinhar em Áreas Rurais, Bangalors, Índia, : Índio de ASTRA Institute de Ciência, 22 pp.
17. RAVINDRANATH, N.H. e R. Shailaja. Uma Avaliação de Campo de um Combustível-eficiente, Woodstove Sem fumaça; ASTRA OLE, Bangalore, Índia, : ASTRA, índio Instituto de Ciência, 25 pp.
18. MUKUNDA, H.S. e U. Shrinivasa, Única Painela Wood Stoves de Alto Eficiência de , ASTRA, Instituto índio de Ciência Bangalore, Índia 560, 012, 1985 de julho.
19. MUKUNDA, H.S., U. SHRINIVASA, S. Dasappa, e S.B. Sunil Lumar, Único, Painela de Wood Stoves de Eficiência Alta, Parte II, ASTRA, dezembro, 1985.
20. Yameogo, Georges; Ouedraogo, Issoufou; e Baldwin, Sam. Laboratório Testa de Fired Fogões de Barro, as Economias de Melhorou Firme e Estado

Heat Perda de Fogões de Masive, CILSS/VITA, 1982 de outubro. Disponível de VITA.

21. PRASAD, K. Krishna (Ed.). Alguns Estudos em Fogos Abertos, Fogos Protegidos, e Fogões Pesados. Apeldoorn, O Países Baixos, : Woodburning Fogão Group, Departamento de Físicas Aplicadas e Engenharia Mecânica, Eindhoven Universidade de Tecnologia e Divisão de Tecnologia para Sociedade de , TNO, 1981 de outubro, 161 pp.

22. Baldwin, Sam. Veja Ref. II-120.

23. SHUKLA, K. C. e J.R. Hurley, Desenvolvimento de Um Eficiente Baixo [NO.sub.x] Gama de Gás Doméstica Cozinheiro Top, Instituto de Pesquisa de Gás, Chicago, Illinois, 1983.

24. CHRISTIAENS, M. e G. De Lapeleire, " Observações em Combustão e Heat Transferência " em Aspectos Técnicos de Woodburning Cookstoves. Veja (5)

25. Emmons, Howard W. e Arvind Atreya. " A Ciência de Wood Combustion " em Wood Heat por Cozinhar, Prasad, Verhaart, Eds., Academia índia de Ciências de , 1983, pp. 5-14.

26. HARKER, A.P., UM. SANDELS, J. Burley. Valores " caloríficos para Wood e Bark e uma Bibliografia para Fuelwood, " Londres: Produtos tropicais Institute, 1982 de agosto.

27. Bussmann, P.J.T. PÁG. de , Visser e K. Krishna Prasad. Fogos " abertos: Experiments e Teoria " em Wood Heat por Cozinhar. Veja Ref. 3.

28. SANGEN, E. " Uma Pesquisa de Resultados de Teste em Wood Stoves " em Técnico Aspectos de de Woodburning Cookstoves, Eindhoven, 1983. Veja ref 5.

29. Comunicação pessoal com Kirk Smith, 1984.

30. Calcular o valor calorífico da biomassa molhada para o diferente Umidade de definições contentes, mesas como esboçada abaixo pode ser desenvolvida onde a energia para evaporar água de 25[degrees]C é 2575 kJ/kg.

Wood Umidade Conteúdo  
Measured em um  
Basis Wet Seco Base

Umidade de Conteúdo 30% 30%  
Wood Seco Equivalente por kg de Biomassa 1.0 kg 0.7 kg  
Water Conteúdo por kg de Biomassa 0.3 kg 0.3 kg

Total, madeira seca equivalente mais água 1.3 kg 1.0 kg

Energia Total por kg de Biomassa 18 MJ 12.6 MJ  
Menos Energia para Evaporar Água  
por kg Biomassa Seca 17.227 kJ 11.827 kJ

Net Energia por kg Molhou Biomassa 13.252 MJ 11.827 MJ

31. Shelton, Jay. A Enciclopédia de Woodburners, Waitsfield, Vermont, :  
Vermont Encruzilhadas Imprensa, Nona impressão, 1979, 126 pp.

32. STEVENS, W.C. e G.H. Pratt, Manual de Operadores de Forno, Departamento de  
Pesquisa Científica e Industrial, o Escritório de Papelaria da Majestade dela,  
Londres, 1952, 138 pp.

33. PRASAD, K. KRISHNA; SANGEN, E.; VISSER, PÁG. " WOODBURNING COOKSTOVES ",  
Em Avanço Tn Calor Transferência, Eds., James P. Hartnett e Thomas F.  
IRVINE, JR. Volume 17, pp. 159-317, Imprensa acadêmica, N.Y. 1985.

34. Ouedraogo, Issoufou; Yameogo, Georges; e Baldwin, Sam. Laboratório Testa de  
Fired Barro e Um-panela de Metal Fogões de Chimneyless, IVE/CIAS/VITA,  
1983 de fevereiro. Disponível de VITA.

35. Krist-cuspa, C.E., " A Qualidade de Combustão dos Fogões de Carvão  
Sakkanal e Malgache " em De Designio Para Cozinhar, eds. C.E. Krist-cuspa  
e D.J. vander Headen, Woodburning Fogão Grupo Universidade de Eindhoven  
de Tecnologia; e Divisão de Tecnologia de Sociedade, Apeldoorn, O

Países Baixos. Janeiro, 1985.

36. Wood, Timothy S., " Laboratório e Campo que Testam de Fogões Melhorados Dentro Volta " Superior, Academia Nacional de Ciências, BOSTID, Washington, DC, 1981, PP.23,

37. DE LEPELEIRE, G. e M. Christiaens. " Calor Transfere e Cozinhando Woodstove Modelling " em Wood Heat por Cozinhar. Ref. (3) .

38. Waclaw Micuta, Fogões " Modernos Para Tudo ", Tecnologia de Intermediário Publicações de , Londres, e a Fundação de Bellerive, 1985.

A alternativa de extinguir o fogo e colocar um altamente jaqueta isolante em cima do fogão e panela é junto uma segunda possibilidade. Neste caso, os carvão restantes ajudariam mantenha o Temperatura de . Porém, até mesmo com uma firmemente própria tampa, pode haver um Problema de devido a fumaça excessiva e monóxido de carbono que entram na panela e contaminando a comida. Isto precisa ser testada.

39. O cálculo era usando terminado o programa de perda de calor condutivo para paredes dobro (Apêndice UM), fixando a distribuição de temperatura inicial da parede exterior volumosa para isso para um único fogão de parede que corre durante 60 minutos, e fixando os parâmetros e temperaturas de a parede interna para isso para água fria.

40. Zhu, Brambley, e Morgan, Referência II-57.

41. Foley, Gerald, e Geoffrey Barnard, Gaseificação de Biomassa Desenvolvendo, Países de , Earthscan, Instituto Internacional Para Ambiente, e Desenvolvimento, Informação de Energia Programme, Relatório Técnico No.1, Londres, 1983.

42. Como um exemplo mais quantitativo da importância de controle, um simples cálculo ilustrativo de uso de energia através de dois fogões hipotéticos e Painelas de são determinadas abaixo. Capacidades destes fogões e painelas são determinadas em Mesa UM. Dada estes parâmetros, o tempo para alcançar uma fervura é determinado por <veja equação abaixo>

bsex260.gif (393x600)

$$t = Mc_p \Delta T / (\text{Net Energy Input To Pot})$$

for example

$$t = \frac{(10 \text{ kgs food})(1000 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(80 \text{ }^\circ\text{C})}{(2000 \text{ W Firepower})(0.4 \text{ Stove Efficiency}) - (\text{Pot Losses})}$$

Para perda de panela taxa de cerca de 700 W/[m.sup.2] (Referência 43) e uma panela exposta área de cerca de 0.14 [m.sup.2], perdas de panela totais são então 100 W/[m.sup.2]. Isto dá

$$t = 8 \times 10^5 / (800 - 100) = 1140 \text{ segundos}$$

O total de energia trazia a panela a uma fervura é então

$$E = (1140 \text{ S}) \times (2000 \text{ W}) = 2.28 \text{ MJ}$$

O nível de poder por chiar é determinado pelo nível mínimo necessário compensar as perdas de calor das Tampas de pot. é assumida para ser usada, perdas tão a vapor não são included. Tal vapor

#### MESA DE UM

Fogão Hipotético e Desempenho de Panela

Fogão de Fogão de A B

Poder Alto 2 kW 4 kW

Eficiência Térmica 40% 40%

Low Poder 0.5 kW 0.2 kW

Eficiência Térmica 40% 30%

Panela de 1 Panela 2

Heat Perda 100 W 25 W

#### MESA DE B

UMA Tarefa de Arte culinária Hipotética

STOVE/POT A/1 A/2 B/1 B/2

Time para Ferver (minutos) 19 17 9 8

Energia de Usou (MJ) 2.29 2.06 2.13 2.03

Simmering Poder (kW) 0.5 0.5 0.3 0.2

Excesso Energia para Cozinhar em vapor (\*) (kW) 0.1 0.175 0.0 0.035

Energia de Chiava (MJ) 1.8 1.8 1.08 0.72

Total Energia Usou (MJ) 4.09 3.86 3.21 2.75

Energia Atual Precisou (\* \*) (MJ) 1.16 0.89 1.16 0.89

Eficiência de Arte culinária Global 28% 23% 36% 32%

(\*) Esta é a diferença entre a contribuição de energia para a panela ao Potência de fogo de mais íntimo ao mínimo precisado e as perdas de calor do Painel de . Assim  $(0.5 \text{ eficiência de kW}) (0.4) - (100 \text{ W panela perda}) = (100 \text{ W para cozinhar em vapor})$   
 (\* \*) A energia atual precisada para a tarefa de arte culinária é a energia exigiu trazer o 10 kgs. de comida para uma fervura e mantém isso Temperatura de durante uma hora.

perdas estão então devido a fogo excessivo powers. A quantia de energia usada durante uma hora de chiar é a potência de fogo cronometra 3600 segundos.

Consumo de energia total por trazer a comida a uma fervura e então chiando isto durante uma hora pode ser calculada então e o resultado comparada ao caso ideal como terminado em Mesa B.

Várias características em Mesa B se salientam. Primeiro, embora Fogão UM teve um eficiência mais alta que Fogão B durante a fase chiando, seu global cozinhando eficiência era mais baixo porque sua potência de fogo não pudesse ser reduzida debaixo de 0.5 kW. Second, isolamento na panela fortemente influenciada, a quantia de energia Terço de used., a eficiência de arte culinária global, não era um indicador bom de consumo de energia total pelo fogão. Quarto, a habilidade para alcançar níveis de poder altos ganhou tempo, tipicamente aproximadamente 10 minutos, e também economizou energia devido a um mais curto período que a panela pudesse perder calor ao ambiente.

43. G. De Lepeleire e M. Christaens, " Calor Transfere e Cozinhando Woodstove Modelling ", em Wood Heat Por Cozinhar, eds. K. Krishna Prasad e PÁG. de Verhaart, Academia índia de Ciências, Bangalore 560 080, 1983.

#### CAPÍTULO DE IV

1. YAMEOGO, BUSSMANN, SIMONIS, BALDWIN, REF,. II-80.
2. Improved Biomassa que Cozinha Fogão Para Uso de Casa, Produtos de Floresta, Research Divisão, Departamento de Floresta Real, Ministério de Agricultura, e Cooperação; e Administração de Energia Nacional, Ministério de Ciência de , Tecnologia, e Energia, Governo tailandês Real; e USAID,



1984.

3. Selker, John S., Laurie F. Childers, e Peter J. Jovem. Desenvolvimento de Fogões Para Uso Em Áreas Urbanas de Sri Lanka: Íterim Técnico Relatório de , ITDG, Londres, novembro, 1985,

#### CAPÍTULO DE V

1. Testing a Eficiência de Woodburning Cookstoves: Padrões Internacionais provisiórios. Arlington, Virgínia,: VITA, 1982 de dezembro, 76 pp.

2. Testing a Eficiência de Woodburning Cookstoves: Provisório Internacional Padrões de . Arlington, Virgínia,: VITA, Revisou, 1985 de maio.

There são várias mudanças importantes nestes procedimentos atualizados comparou a referência (1). Primeiro, a 15 extensão de minuto do alto dão poder a vas de fase eliminado porque não melhorou a resolução do teste, só sua duração. Segundo, tampas não são usadas. Tampas provaram para ser incômodo em prática e adicionalmente não reduziu o se espalham nos dados mas bastante aumentaram isto.

Additionally, neste livro o índice por avaliar os fogões Desempenho de no laboratório é mudado de (used)/water de madeira evaporaram PHU ou SC porque estes são indicadores melhores do desempenho de um fogão e porque este índices correspondem melhor a esses para controlado que cozinha ou testes de campo.

é importante para notar a interação entre o uso de uma tampa em a panela e o índice avaliava o performance. do fogão Se um Tampa de é então usada a quantia de água evaporada e escapar é um pouco dependente na tensão do ajuste da tampa para a panela, e extremamente dependente na potência de fogo. Se a potência de fogo é baixa de forma que a temperatura é mantida alguns graus abaixo de ferver, efetivamente, que nenhum vapor de água escapará. Se a potência de fogo é alta bastante de forma que que a água ferve, o vapor escapando empurrará a tampa aberto e fuga. (A pressão parcial do vapor de água é maior que atmosférico pressionam.) Neste caso haverá uma quantia grande de água evaporada

da panela. O índice, wood/water evaporaram, é então mesmo sensível para como bem a potência de fogo é controlled. que O PHU é semelhantemente sensível devido à medida do calor absorvida pela panela que é em parte determinado pela água Calor de evaporated. ainda é absorvido, mas não está medido como o vapor de água condensa na tampa e outonos atrás in. O calor está ao invés perdido através de transmissão da tampa de panela. Finally, porque consumo específico definiu como wood/(initial molhe), o chegam de evaporação não tem nenhum efeito. Para consumo específico definido como (used)/(final de madeira molham) ou (used)/(water " de madeira cozinharam "), evaporação tem um efeito mas um menos significante.

Quando nenhuma tampa é usada, então o índice (used)/(water de madeira evaporaram) é acalmam sensível à potência de fogo enquanto PHU e SC forem relativamente insensível a isto.

não usando uma tampa, taxas de evaporação são mais altas e o fogão deve ser correm a um poder um pouco mais alto para manter a temperatura que é o Caso de com uma tampa. Thus, ao não usar uma tampa o baixo desempenho de poder do fogão realmente não está sendo avaliado durante a segunda fase. Neste contexto, é importante para notar a diferença em controle entre fogões de madeira e fogões de carvão.

Testes de administrados pelo autor em colaboração com IBE, Burkina Faso inédito) mostrou uma variação grande entre testes em potência de fogo e Evaporação de taxa ao operar o fogão a um muito baixo nível de poder (com tampas). A razão para isto era isso sem um tamanho consistente de madeira e horário de alimentação de fogo preciso, mantendo um muito baixo Poder de provou ser mais uma função da paciência do provador e Consciência de e do tamanho de madeira e conteúdo de umidade que de o designio de fogão. Em uso de diário no campo, os usuários não fazem certamente controlam woodstoves a este grau aperfeiçoar a baixa fase de poder deles/delas abastecem consumo.

em contraste, a baixa capacidade de poder de um fogão de carvão é um funcionam da tensão de ar de sua porta e adicionalmente são determinado pela formação da camada de cinza na superfície do queimar Carvão de , reduzindo a velocidade sua combustão (Apêndice D) . Muito baixos testes de poder

de fogões de carvão (usando uma tampa na panela), então, teste diretamente o próprio fogão (seu airtightness) e assim &re recomendou (Capítulo VI).

3. O consumo específico está definido como (used)/(water de madeira que permanece a terminam de teste) em lugar de (used)/(water de madeira a começo de teste) porque que este índice corresponde à forma usada para a arte culinária controlada testa e para o conceito de (used)/(water " de madeira cozinham ") . Embora este índice é sensível a evaporação de excesso (veja ref. 2) está imóvel suficientemente robusto ser um indicador útil.

Em casos onde não há um diário grande ou variação sazonal dentro ambiente Temperatura de pode ser desejável para normalizar o consumo específico de acordo com a temperatura de água inicial.

4. Particularmente útil está usando um designio de factorial para a experiência e que executa uma análise de discrepância e uma regressão múltipla então em o data. que Isto está porém além da extensão da seção em estatísticas e o leitor recorre a um texto básico no assunto como Referência de (16) debaixo de.

5. Yameogo, Bussmann, Simonis, e Referência de Baldwin. II-80.

6. Strasfogel, Deschambre. Referência de II-121.

7. Yameogo, Ouedraogo, Baldwin. Referência de III-20.

8. Ouedraogo, Yameogo, Baldwin. Referência de III-34.

9. Sanogo, Sidibe, Strasfogel, Baldwin. Referência de III-14.

10. DUTT, GAUTAM, M. Hassan. " Desenvolvimento de Cookstove Eficiente na Somália: UM Relatório " de Progresso. ARLINGTON, VA,: VITA, 1984 de julho.

11. Sepp, Produção de Cornelia. " e Disseminação de Fogões Melhorados--UM Estudo de caso " de , Ouagadougou, Burkina Faso: Missão de Silvicultura alemã, 1983 de setembro, pp.17,

12. Sepp, C. " Un Foyer Metallique um trou de un vertem Haute-Volta ", Informations, para la Marseille, França,: Associação de de de Bois Feu, Não. 5, abril-maio-junho, 1983, PP. 20-21.
13. Baldwin, referência II-120.
14. UNFAO. Wood Combustível Pesquisas. REF II-19.
15. Academia nacional de Procedimentos de Sciences. do Internacional Seminário de em Metodologias de Pesquisa de Energia para países em desenvolvimento. BOSTID, Imprensa de Academia Nacional, 1980.
16. Hyman, E.L., " Como Administrar UMA Pesquisa de Energia Rural um Desenvolvendo Pais " de , Fontes Renováveis de Energia, Vol. VI, NO.2, PP. 137-149 (1983)
17. Smale, Melinda; Savoie, Michelle; Shirwa, Zahra Cabdi; e Axmed, Mohamed Cali. Wood Combustíveis Consumo e Práticas Cozinhando em Seleccionou Locais de de mais Baixo Shabeelle, Banaadir, e Regiões de Gedo de Somália. Arlington, Virgínia,: VITA, 1984 de julho, 151 pp.
18. Ki Zerbo, J. Improved Wood Stoves: As Necessidades de Usuários de e Expectativas em Volta Superior. ARLINGTON, VIRGINIA: VITA, 1980.
19. Wood, Timothy, " Laboratório e Campo que Testam de Fogões Melhorados Dentro Volta " Superior Academia Nacional de Ciências (BOSTID), Washington, D.C., 1981.
20. Dutt, Gautam; Avaliação de Campo de Woodstoves, VITA, Arlington, VIRGINIA: 1981.
21. Hyman, Eric L., " Análise de O Wood Combustíveis Mercado: UMA Pesquisa de Os Fuelwood Vendedores e Fabricantes de Carvão em A Província de Ilocos Norte, Philippines ", Biomassa V.3, 167-197. (1983).
22. Citada em Michael R. Brambley e Thomas Medynski, Avaliação de

Biomassa Briquetes Como Combustível de Cookstove: Um Estudo Experimental, Departamento, de Criar e Política, Centro para Tecnologia de Desenvolvimento, Washington Universidade, St. Louis, Missouri, 1984 de julho.

ASTM D2395-69 Standard, Método Standard de Teste Para Gravidade Específica, de Wood e Wood Base Materiais, Sociedade americana Por Testar e Materiais de , Filadélfia, Pennsylvania, 1977.

ASTM D2016-74 Standard, Método Standard de Teste Para Conteúdo de Umidade, de Wood, 1974.

ASTM D1102-56 Standard, Método Standard de Teste Para Cinza Em Wood, 1978.

ASTM D2015 Standard, Método Standard de Teste Para Valor Calorífico Total, de Combustível Sólido Por O Adiabatic Bomba Calorimetro, 1972.

ASTM D3175-77 Standard, Teste Standard Para Assunto Volátil Em O Análise Amostra de Carvão e Coca-cola, 1977.

ASTM D3172-73 Standard, Método Standard para Análise de Proximate de Carvão, e Coca-cola, 1979.

23. Embora a balança natural para água ser normalizada é 100[degrees]C, isto, é conveniente para dividir ao invés antes das 75[degrees]C (i.e. normalize a 25[degrees]C) assim que os resultados não diferem muito significativamente do unnormalized avalia.

24. Exemplos de de uso de energia de aldeia total estudam include: Nkonoki e Sorensen, referência II-21; Singh, Pandey e Tiwari, referência II-22; RAVINDRANATH, ET. al., referência II-50; Reddy, referência II-51; Abaixo, Referência de II-58; Bowonder, et. al., referência II-147. em particular, o leitor interessado deveria revisar et de Ravindranath. al. e Reddy.

25. Agarwal, Bina, " Difusão de Innovations: Rural Alguns Assuntos Analíticos e o Caso de Fogões " Wood-ardentes, Desenvolvimento Mundial, V.11, N.4, PP.359-376, 1983.

## CAPÍTULO DE VI

1. KINYANJUI, M. " O Quênia Cookstove Projeto, 1981-1983 ", UNFAO, outubro, 1983, 37 pp.

2. M. Kinyanjui, " Os Quênia Carvão Fogões Program: Ínterim Relatório ", Energy/Development International, USAID, Washington, D.C. 1984 de junho.

3. Eric L. Hyman, " As Economias de Carvão Doméstico Combustível-eficiente, Fogões de No Quênia ", Tecnologia Apropriada Internacional, Washington, D.C. 1985, ser publicada.

Eric L. Hyman, " A Estratégia de Produção Descentralizada e Distribuição, de Fogões de Carvão Melhorados No Quênia ", Tecnologia Apropriada Washington Internacional, D.C., 1985, ser publicada.

Eric L. Hyman, " A Experiência Com Carvão Melhorado e Wood Stoves, para Casas e Instituições No Quênia ", ATI, Washington, D.C., 1985 de dezembro.

4. Simon Burne, Desenvolvimentos de Fogão de " Carvão Em Kenya: O Presente e O Futuro ", ITDG, Rúgbi, REINO UNIDO, 1985 de agosto, .

5. Joseph, Stephen; Visita " Aconselhadora Para O Projeto de Fogões de MOERD/KENGO, Quênia ", Intermediário Tecnologia Desenvolvimento Grupo, Londres, Inglaterra, Setembro de , 1984.

6. Ministério de Ciência, Tecnologia, e Energia, Governo tailandês Real, Referência de IV-2.

7. Dunn, Samootsakorn, Joyce; Referência III-4.

8. Sherman, Marcus, William Steward, e Banyat Srisom, " Uma Avaliação de tailandês Arte culinária Combustíveis e Fogões ", Diário de Revisão de Energia Renovável V.5, N.1 pp.60-65, 1983 de abril.

9. Baldwin, referência II-79.
10. Veja referência e nota V-2.
11. C.E. Krist-cuspa, referência III-35.
12. Dutt, Gautam. " Desenvolvimento de Cookstove Eficiente em Somalia: UM Progresso Report ". VITA, 1984.
13. Veja ref V-3.
14. Yameogo, Bussmann, Simonis, Baldwin, referência II-80.
15. Sanogo, Sidibe, Strasfogel, Baldwin, referência III-14.
16. Koenig, Delores. Laboratoire Energie Solaire, Bamako, Mali, 1983, inédito.
17. Academia nacional de Ciências, Referência II-124.

#### APÊNDICE DE UM

1. Eckert, E.R.G., e Drake, Robert M., Análise de Jr. de Calor e Massa Transfer. McGraw-colina de York: Nova, 1972.
2. Para uma discussão do calor específico a pressão constante [c.sub.p], o calor específico a volume constante [c.sub.v], e os usos respectivos deles/delas, veja Referência de (1) sobre, F. Reif, Fundamentos de Estatístico e Térmico Físicas de , McGraw-colina, Nova Iorque 1965, ou outras termodinâmicas básicas Textos de .
3. Duffie, John UM., Beckman, William UM. Processos de Corrente térmica de Energia Solares. York: John Wiley Novo e Filhos, 1974.
4. OZISIK, M. Necati. Heat Condução. York: John Wiley Novo e Filhos, 1980.

5. HOLMAN, J.P. Transferência de calor. McGraw-colina de York: Nova, 1981.

[k.sub.e] é derivada da equação empírica <veja equação abaixo>

bsex267.gif (135x540)

$$\frac{k_e}{k} = C(Gr_\delta Pr)^n \left[ \frac{L}{\delta} \right]^m$$

onde C=0.197, n=0.25, e m=0.111; e as temperaturas são ajustadas Exponentials de como discutida em Apêndice C.

6. Estes e outros dados numéricos estão disponíveis do autor por pedem.

#### APÊNDICE DE B

1. ARPACI, VEDAT S. , e Larsen, Paul S. Transmissão Calor Transferência. Englewood Precipicios, Nova Jersey,: Prentice-corredor de , Inc., 1984.

2. Burmeister, Louis C. Convective Calor Transferência. York: John Wiley Novo e Filhos, 1983.

3. Cebeci, Tuncer, e Bradshaw, Peter. Physical e Computational Aspectos de de Convective Calor Transferência, Nova Iorque, Springer-Verlag, 1984.

4. ECKERT, REF UM-1.



5. JALURIA, Y. Convection: Heat Natural e Transferência de Massa, Volume 5 de A Ciência e Aplicações de Calor e Massa Transfer. Oxford: Pergamon Imprensa, 1980.
6. Figue cinzento\*, Donald R., e Giorgini, Aldo. " A Validez do Boussinesq Aproximação de para Líquidos e Gases ", Int. J. Calor e Transferência de Massa, Volume 19, 1976, pp. 545-551.
7. HOLMAN, J.P. Heat Transfer. McGraw-colina de York: Nova, 1981.
8. KANURY, UM. Murty. Introdução de para Fenômenos de Combustão. Nova Iorque: Gordon e Quebra, 1975.
9. Rohsenow, Warren M., e Hartnett, James P. , Eds. Manual de Calor Transfer. McGraw-colina de York: Nova, 1973.
10. Xá, R.K., e Londres, A.L. " Laminar Fluxo Forçou Transmissão em Tubos " em Avanços em Transferência de Calor, J.P. Hartnett e T.F. Irvine, Eds., Supplement 1. York: Novo Acadêmico Press, 1978.
11. BUSSMANN, P.J.T. ; VISSER, PÁG. DE AND DE ; PRASAD, K. Krishna. " Fogos Abertos: Experiments e Teoria, " em Wood Heat por Cozinhar, K. Krishna Prasad e PÁG. Verhaar, Eds., Bangalore: Academia índia de Ciências, 1983, PP DE . 155-188. See também Prasad, Sangen, e Visser, Referência III-33.
12. Conolly, R., e Davies, R.M. " UM Estudo de Convective Calor Transferência de Chamas ", em O Diário Internacional de Calor e Transferência de Massa, Volume 15, 1972, pp. 2155 - 2172.
13. Cox, G., e Chitty, R. " UM Estudo das Propriedades de Deterministic de Plumagens " de Fogo Ilimitadas, em Combustão e Arde, Volume 39, 1980, pp. 191-209.
14. CAIRNIE, L.R. e A.J. Harrison. " Transmissão Natural Adjacente para um chapa elétrica de Isothermal Vertical com uma Temperatura Superfície-para-ambiente Alta Difference ", em O Diário Internacional de Calor e Massa, Transfer, 1982, pp. 925-934.

15. PETUKHOV, B.S. e A.F. Polyakov. " Flutuabilidade Efeito em Calor Transfere dentro Forced Fluxos " de Canal, Sétima Conferência de Transferência de Calor Internacional, Procedimentos de , Volume 1, pp. 343-362, Washington: Hemisfério Publicação, Corporação de , 1982.
16. O Lee, Shao-Lin e H.W. Emmons. " UM Estudo de Transmissão Natural Sobre um Line Fogo ", em O Diário de Mecânicas Fluidas, Volume VII, 1961, pp. 353-368.
17. YAMEOGO, OUEDRAOGO, BALDWIN, REF III-20; OUEDRAOGO, YAMEOGO, BALDWIN, REF DE III-34.
18. Sangen, E. " UMA Pesquisa de Resultados de Teste em Wood Stoves " em Técnico Aspectos de de Fogões de Woodburning, Prasad e Sangen, Eds. Eindhoven, 1983.
19. Horsley, M.E.; Purvis, M.R.I.; e Tariq, A.S. " Convective Calor Transfer de Laminar e Premixed Flames " Turbulento, Sétimo Internacional Heat Conferência de Transferência, Volume 3, pp. 409-415, Washington, D.C. : Hemisfério que Publica Companhia, 1982.
20. Mais rapidamente, algoritmos mais precisos por achar as raízes [T.sub.i] que usado aqui estão extensamente disponíveis. Por exemplo, See S.D. Conte e Carl de Pessoa rude de , Análise Numérica Elementar, 2ª Edição, McGraw-colina, 1972, ou Eugene Isaacson e Herbert Bispo Keller, Análise de Numérico Métodos de , John Wiley e Filhos, 1966. que Tais técnicas geralmente não são necessário para o caso simples aqui.
21. Delepeleire, G., e Christiaens, Calor de M. " Transfere e Cozinhando Woodstove Modelling ", em Wood Heat por Cozinhar, K. Krishna Prasad e PÁG. DE VERHAART, EDS., BANGALORE: Academia índia de Ciências, pp. 189-200.
22. Hughes, T.J.R., Ed. Métodos de Elemento Finitos para Transmissão Dominada Flows. York: Novo Sociedade americana de Engenheiros Mecânicos, 1979.
23. Roache, Patrick J. Computational Dynamics. Albuquerque Fluido, Novo,

Mexico: Hermosa Publicadores, 1976.

24. Shih, T.M. Transferência de Calor Numérica. Washington, D. C.: Hemisfério de Publishing Corporação, 1982.

25. SHIH, T.M. , Ed. Propriedades Numéricas e Metodologias em Calor Transfer. Washington, D.C. : Hemisfério que Publica Corporação, 1983.

26. BODOIA, J.R. e J.F. Osterle. " O Desenvolvimento de Transmissão Grátis Entre Pratos " Verticais Aquecidos, em O Diário de Transferência de Calor, Transações de ASME, 1962 de fevereiro, pp. 40-43.

27. AUNG, W. , L.S. Fletcher, e V. Sernas. " Laminar Free Em desenvolvimento Transmissão de Entre Pratos de Apartamento Verticais com Assymmetric Aquecer ", em O Diário Internacional de Calor e Transferência de Massa, Volume 15, 1972, PP DE . 2293 - 2308.

Aung, W. " Fully Desenvolveu Laminar Transmissão Grátis Entre Vertical Plates Assymmetrically " Aquecido, em O Diário Internacional de Calor, e Transferência de Massa, Volume 15, 1972, pp. 1577-1580.

28. Atrás, Lloyd H. " Temperatura Muito Alta Fluxo de Laminar de um Gás Por a Região de Entrada de um Tubo Esfriado--Cálculos Numéricos e Resultados " Experimentais, em O Diário Internacional de Calor e Massa, Transfer, Volume 15, 1972, pp. 1001-1021.

29. Bradley, D. e A.G. Entwistle. " Developed Laminar Fluxo Calor Transferência de Ar para propriedades físicas " Variáveis, em O Internacional Diário de de Calor e Transferência de Massa, Volume 8, 1965, pp. 621-638.

30. Leonard, B.P. " UM Convective Modeling Estável e Preciso Procedimento baseado em Quadrático Rio acima Interpolação, " em Métodos de Computador em Applied Mecânicas e Criando, Volume 19, 1979, pp. 59-98.

31. Cebeci, T.; Khattals, A.A.; e Lamont, R. " Combined Natural e Forced Transmissão em Tubos " Verticais. Sétimo Calor Internacional Transfer Conferência, Volume 3, pp. 419-424, Washington, D.C. : Hemisfério,

Publishing Cia., 1982.

32. Dalbert, A.M. " Transmissão Natural, Misturada e Forçada em um Vertical Channel com Assymmetric Aquecimento " Uniforme. Sétimo Calor Internacional Transfer Conferência, Volume 3, pp. 431-434, Washington, D.C. : Hemisfério, Publishing Cia., 1982.

33. Kettleborough, C.F. " Transmissão Grátis Passageira Entre Aquecido Vertical Plates Inclusive Efeitos " de Entrada, Int, J. Transferência de Massa de calor, Vol. 15, PP. 883-896, 1972.

#### APÊNDICE DE C

1. Eckert e Drake, ref UM-1.
2. OZISIK, M. Necati. Radiative Transferência e Interações com Condução e Transmissão. York: John Wiley Novo e Filhos, 1973.
3. Siegel, Robert, e Howell, John R. Transferência de Calor de Radiação Térmica. 2ª Edição. York: McGraw Colina Nova, 1981.
4. Veja F.R. O mordomo e R. Gaulard em Blackshear, Perry L., Calor de Ed. Transfer em Fogos: Thermophysics, Aspectos Sociais, Impactos Econômicos. York: John Wiley Novo e Filhos, 1974.
5. PRASAD, SANGEN, VISSER, REF III-33.
6. Lowes, T.M., e Newall, A.J. " O Emissivities de Dispersões " de Fuligem de Chama, em Combustão e Arde, Volume 16, 1971, pp. 191-194.
7. Felske, J.D., e Tien, C.L. Cálculo de " do Emissivity de Chamas " Luminosas, em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 7, 1973, PP. 25-31.
8. Sibulkin, Merwin. " Estimates do Efeito de Tamanho de Chama em Radiação de Fogos ", em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 7, 1973, pp.

141-143.

9. Rei, N.K. " A Influência de Vapor de Água nos Espectros de Emissão de Flames ", Combustão Sci. e Tech., Volume 6, 1973, pp. 247-256.

10. TIEN, C.L. e S.C. Lee. " Arda Radiação ", em Prog. Combustão de energia Ciência de , Volume 8, 1982, pp. 41-59.

11. Modak, Ashok T. " Radiação Térmica de Fogos " de Piscina, em Combustão e Flame, Volume 29, 1977, pp. 177-192.

12. Modak, Ashok T. " Nonluminous Radiação de Difusão de Hidrocarboneto-ar Flames ", em Combustão Sci, e Tech., Volume 10, 1975, pp. 245-259.

13. Kurosaki, Yasuo; Mishima, Hiroshi; e Kashiwagi, Calor de Takao. ", Transferência de Combinou com Radiação e Transmissão Natural dentro um Retangular Documento anexo " de , em Sétima Conferência de Transferência de Calor Internacional, Procedimentos de , Volume 2, pp. 215-220, York: Hemisfério Publicação nova, Corporação de e McGraw-colina Internacional, 1982.

#### APÊNDICE DE D

1. Graboski, M., e Bain, K. Propriedades de " de Biomassa Pertinente a Gaseificação " em Gaseificação de Biomassa. Princípios de e Tecnologia. T.B. Reed, Ed. Parque Cume, NJ: Noyes Dados Corporação.

2. Stubington, J.F., e Fenton, H. " Combustão Características de Secou e Pelletized Bagasse " em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 37, 1984, pp. 285-299.

3. Também veja C.A. Zaror e D.L. Pyle, " As Pirólises de Biomassa,: UM General Review " em Wood Heat por Cozinhar, referência III-3.

4. Harker, A.P.; Sandels, UM.; e Burley, J. Valores Caloríficos para Wood e Latido e uma Bibliografia para Fuelwood. 56/62 Estrada de Hospedaria cinza, WC1X, 8LU, Londres, Inglaterra,: que Produtos Tropicais Instituem, 1982 de agosto.

5. KJELLSTROM, B. Produtor Gas. Stockholm: Beijer Instituto, 1980.
6. Academia nacional de Ciências. Lenha Colheitas: Arbusto de e Espécies de Árvore para Produção de Energia. Volume 1, 1980, Volume II, 1983, Washington, D.C. : Imprensa de Academia Nacional.
7. Abe, Fusako. " Manufacture de Carvão de Árvores " Rápido-crescidas em Energia de Biomassa de Floresta, W. Ramsey Smith, Ed. York: novo Acadêmico Press, 1982, PP. 129-146.
8. KANURY, UM. Hurty, e Blackshur, Perry L. , Jr. " Um pouco de Considerações Pertaining para o Problema de Wood Burning " em Ciência de Combustão e Tecnologia de , Volume VI, 1970, pp. 339-355.
9. Roberts, A.F. " UMA Revisão de Dados de Cinética para as Pirólises de Wood e Related Combustão de Substâncias " e Arde, Volume 14, 1970, pp. 261-272
10. Bhagat, Phiroz M. " Wood Carvão Combustão e os Efeitos de Água Aplicação " de em Combustão e Arde, Volume 37, 1980, pp. 275-291.
11. Bhagat, Phiroz M. " Modelando Analítico dos Efeitos de Água Aplicação de em Wood Carvão Superfícies " Ardentes em Combustão e Flame, Volume 47, 1982, pp. 93-98.
12. Atreya, Arvind. " Fogo Crescimento em Superfícies Horizontais de Wood " em Combustão Ciência e Tecnologia, Volume 39, 1984, pp. 163-194.
13. KANURY, UM. Introdução de Murty. para Combustão Phomomena. Nova Iorque: Gordon e Quebra, 1982.
14. Glassman, Combustão de Irvin.. York: Novo Acadêmico Press, 1977.
15. Buckmaster, J.D., e Ludford, G.S.S. Teoria de Chamas de Laminar. Cambridge Universidade Imprensa, 1982.
16. Toong, Tau-Yi. Combustão Dinâmica. Nova Iorque: McGraw-colina, 1983.

17. Bamford, C.H. ; Crank, J.; e Malan, D.H. " A Combustão de Wood, Part eu " em Procedimentos da Cambridge Sociedade Filosófica, Volume, 42, Separe 2, 1946, pp. 166-182.
18. Blackshear, Perry L., e Kanury, UM. Murty. " Na Combustão de Wood I: UM efeito-escala nas Pirólises de Sólidos " em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 2, 1970, pp. 1-4.
19. KANURY, UM. Murty, e Blackshear, Perry L., Jr. " Na Combustão de Wood II: A Influência de Transmissão Interna no Visitante Pirólises de de Celulose " em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 2, 1970, pp. 5-9.
20. KANURY, A. MURTY. " Cinética de Decomposição Térmica de Wood Pyrolysis " em Combustão e Arde, Volume 18, 1972, pp. 78-83.
21. KANURY, UM. Murty. " Rate de Queimar de Wood " em Ciência de Combustão e Tecnologia de , Volume 5, 1972, pp. 135 - 146.
22. Kung, Hsiang-Cheng. " UM Modelo Matemático de Wood Pyrolysis " em Combustão de e Arde, Volume 18, 1972, pp. 185-195.
23. Kung, Hsiang-Cheng e Ashok S. Kalelkar. " No Calor de Reação em Wood Pyrolysis " em Combustão e Arde, Volume 20, 1973, pp. 91-103.
24. Portos, J.A.; Hashemi, H.T.; Marrom, L.E.; e Welker, J.R. " UM Matemático Model da Decomposição Térmica de Wood " em Combustão Ciência de e Tecnologia, Volume 5, 1972, pp. 91-98.
25. Maa, Peter S., e Bailie, Richard C. " Influência de Tamanhos de Partícula e Condições Ambientais em Pirólises de Temperatura Altas de Cellulosic material-eu (Teórico) " em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 7, 1973, pp. 257-269.
26. Kansa, Edward J.; Perlee, Henry E.; e Chaikin, Robert F. " Mathematical Model de Wood Pyrolysis que Inclui Transmissão " Forçada Interna

em Combustão e Arde, Volume 29, 1977, pp. 311-324.

27. Roberts, A.F. " O Calor de Reação Durante as Pirólises de Wood em Combustão de e Arde, Volume 17, 1971, pp. 79-86.

28. Broido, UM.; e Nelson, Maxine A. " Serviço doméstico Rendimento em Pirólises de Celulose " em Combustão e Chama. Volume 24, 1975, pp. 263-268.

29. Milne, Pirólises de T. "--O Comportamento Térmico de Biomassa Debaixo de 600 [degrees]C " em Gaseificação de Biomassa. Principes e Tecnologia, T.B. Reed, Ed. Park Cume, Nova Jersey,: Noyes Dados Corporação, 1981, 401 pp.

30. Desrosiers, Termodinâmicas de R. " de Reações " de Gás-serviço doméstico em T.B. Reed, REF 29.

31. Graboski, Cinética de M. " de Reações " de Gaseificação de Serviço doméstico. em T.B. Reed, REF 29.

32. Williams, F. " Condensar-fase Massa e Energia Equilibra " em Calor Transfer em Fogos: Thermophysics, Aspectos Sociais, Impactos Econômicos, PERRY L. Blackshear, Ed. York: John Wiley Novo & Filhos, 1974.

33. Williams, F. " Cinéticas Químicas de Pirólises " em Calor Transferem dentro Fires.

34. Roberts, O.C., e Smith, I.W. " Measured e Calculou Queimando Histórias de de Esferas de Carbono Grandes em Oxigênio " em Combustão e Arde, Volume 21, 1973, pp. 123-127.

35. Adomeit, G.; Mohiuddin, G.; e Cansa, N. " Limite Camada Combustão de Carbono " em Décimo sexto Simpósio Internacional em Combustão, Combustão Instituto, 1976.

36. Ubhayakar, Shivadev K. " Características Ardentes de um Esférico Partícula de que Reage com Gás Oxidando Ambiente a Sua Superfície " dentro Combustão de e Arde, Volume 26, 1976, pp. 23-24.



37. Beshty, Bahjat S. " UM Modelo Matemático para a Combustão de UM Poroso Carbono Partícula ", em Combustão e Arde, Volume 32, 1978, pp. 295-311.
38. Libby, Paul UM., e Blake, Thomas R. " Theoretical Estudo de Queimar Carbono Partículas " em Combustão e Arde, Volume 36, 1979, pp. 136-169.
39. Libby, Paul A. " Ignition, Combustão, e Extingção de Carbono Partículas " de em Combustão e Arde, Volume 38, 1980, pp. 285-300.
40. Kassoy, David R.; e Libby, Paul A. " Ativação Energia Asymptotics Applied para Particulas " de Carbono Ardentes em Combustão e Arde, Volume 48, 1982, PP. 287-301.
41. Matalon, Moshe. " Complete que Queima e Extingção de uma Partícula de Carbono em Uma Atmosfera " de Oxidising em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 24, 1980, pp. 115-127.
42. Matalon, Moshe. " Queimando Fraco e Ignição de Gás-fase Sobre um Carbono Partícula de em uma Atmosfera " Oxidando em Ciência de Combustão e Tecnologia de , Volume 25, 1981, pp. 43-48.
43. BALDWIN, SAM, REF II-79.
44. PRAKASH, C.B. e F.E. Murray. " Studies em Emissões de Ar do Combustão de de Wood Waste " em Ciência de Combustão e Tecnologia, Volume 6, 1972, PP. 81-88.
45. Bussmann, P.J.T. PÁG. de , Visser, e K. Krishna Prasad. " Fogos Abertos: Experiments e Teoria " em Wood Heat por Cozinhar.
- que Isto também é apresentada em Bussman, PÁG., e Prasad, K. Krishna, " Modelo, Predições de de Temperatura e Velocidade Perfilam em Difusão Turbulenta Chamas " Flutuantes. Procedimentos do Sétimo Calor Internacional Transfer Conferência Vol. 12, pp. 401-406, 1982, Publicação de hemisfério, Corp., N.Y. e Colina de McGraw Internacional.

46. Emmons, Howard W. e Armind Atreya. A Ciência de Wood Combustion. Em Wood Heat Por Cozinhar.
47. Westbrook, Charles K. e Frederick L. Substância química de Dryer. " Cinético Modeling de Combustão " de Hidrocarboneto em Proc. Energia Combustão Ciência de , Volume 10, Numera 1, 1984, pp. 1-57.
48. Lee, Calvin K. e J. Rodney Diehl. " Combustão de Irradiou Seque e Wet Carvalho " em Combustão e Arde, Volume 42, 1981, pp. 123-138.
49. Sangen. Ref. B-18.
50. Calcote, Mecanismos de H.F. " de Fuligem Nucleation em Chamas--UM Crítico Review " em Combustão e Arde, Volume 42, 1981, pp. 215-242.
51. GLASSMAN, EU. e P. Yaccarino. " O Efeito de Temperatura em Sooting Difusão Chamas ", Décimo oitavo Simpósio (Internacional) em Combustão, O Instituto de Combustão, 1981, pp. 1175-1183.
52. Kent, J.H. e H.G. Wagner. " Fuligem Medidas em Laminar Ethylene Difusão Chamas ", em Combustão e Arde, Volume 47, pp. 53-65, 1982.
53. Smith et al., refs II-107 para 112.
54. SHIH, T.M. Transferência de Calor numérica. Washington, D.C.,: Hemisfério Publishing Corporação, 1984.
55. WESSON, H.R., J.R. Welker, e C.M. Sliepevich. " O Piloted Ignição de de Wood através de Radiação " Térmica, em Combustão e Arde, Volume 16, 1971, pp. 303-310.
56. Harris, referência II-15. Também veja et de Foley. al., referência II-156.
57. H.S. Mukunda achou (comunicação pessoal, 27 de outubro de 1986) isso combustão boa é possível com briquetes, serragem, casca de arroz, ou outros materiais se terminado em uma câmara de combustão corretamente projetada.

que Vários fogão inovador projeta para uso com estes materiais são agora debaixo de desenvolvimento. Para informação adicional, ele deveria ser contatado diretamente a ASTRA.

#### APÊNDICE DE E

1. Kakac, S.; Shaw, R.K.; e Bergles, A.E. Eds. Baixo Número de Reynolds Flow Calor Exchangers, Washington, D.C.,: Hemisfério que Publica Companhia, 1983, 1016 pp.
2. Kakac, S.; Bergles, A.E.; e Mayinger, F. Eds. Aqueça Exchangers: Fundamentos Térmico-hidráulicos e Projeta, Washington, D.C., Hemisfério de que Publica Companhia, 1983, 1131 pp.
3. Kays, William Morrow, e Londres, A.L. Calor compacto Exchangers, Terço, Edição de , Nova Iorque,: McGraw-colina, 1984, 335 pp.
4. Passeador de , G. Calor industrial Exchangers, Hemisfério que Publica Corporação, Washington, D.C., 1982, 408 pp.
5. Taboreh, J.; Hewitt, G.F.; e Afgan, N., Eds. Aqueça Exchangers: Teoria de e Pratica, Hemisfério que Publica Corporação, Washington, D.C., 1983, 979 pp.
6. Heat Exchanger Designio Manual, 5 volumes, Washington, D.C.,: Hemisfério Publishing Corp., 1983. Vol. 1: Aqueça Teoria de Exchanger, Vol. 2: Mecânicas Fluidas e Transferência de Calor, Vol. 3: Térmico e Hidráulico Design de Calor Exchangers, Vol. 4: Designio mecânico de Calor Exchangers.
7. RAZNJEVIC, KUZMAN. Manual de Mesas Termodinâmicas e Quadros. Novo York: McGraw-colina, 1976.

#### APÊNDICE DE F

1. francês, David. As Economias de Sistemas de Energia Renováveis por Desenvolver Países de . Washington, D.C., 1979 de junho.

2. Baldwin, George B., " Por que não Deveriam ser usados Cálculos de Valor de Presente Escolhendo Tecnologia " de Provisão de Água Rural, Desenvolvimento Mundial, V.11, N.12, PP.1075-1081, 1983.

3. Thuesen, G.J., e Fabrycky, W.J. Economia criando. Englewood Cliffs, Nova Jersey,: Corredor de Prentice, Inc., 6ª Edição, 1984.

#### APÊNDICE DE G

1. BROWNLEE, K.A. Teoria estatística e Metodologia em Ciência e Engenharia de . Nova Iorque: John Wiley e Filhos, 1965.

2. A amostra que divergência standard,  $s$ , está baseado em uma quantia finita de teste Dados de que representam uma fração pequena dos possíveis valores eram o que testa para ser continuada indefinidamente. A população divergência standard,  $[\sigma]$ , está baseado em todos os possíveis valores gerados testando forever. Os dois estão relacionados pela equação <veja equação abaixo>

bsex276a.gif (167x486)

$$s = \left[ \frac{n}{n-1} \right]^{0.5} \sigma$$

de forma que a diferença só é significativa para série de teste pequena com poucos dados aponta  $n$ .

3. Nota de que isto não é verdade mas é um fiction. útil Qualquer particular Intervalo de vai ou não segurará o verdadeiro value. Only comum por que repete uma série de testes muitas vezes enlata tal uma declaração de Probabilidade de seja feita. por exemplo, se uma série de 10 testes fosse repetiu 115 vezes (para um total de 1150 testes), tudo debaixo de idêntico condiciona com divergência de amostra semelhante, então uma fração  $100(1-2[\alpha])\%$  das gamas <veja equação abaixo>

bsex276b.gif (108x600)

$$(\bar{X} \mp (t\text{-value for } \alpha)S_x / \sqrt{10})_i$$

incluirá a verdadeira média. A subscrição i se refere o diferente testam série acima, não para testes individuais.

4. DIXON, WILFRED J. e Frank J. Massey, Jr., Introdução para Estatístico Análise de , Terceira Edição, McGraw-colina, Nova Iorque, 1969,.

Note também que a anotação mais convencional denota isto como o [t.sub.  $[\alpha]/2$ ]-valor em lugar de t-valor. A anotação posterior foi usada aqui para consistência com a anotação usada para o nível de confiança, etc. e para conveniência.

5. no sentido exato, esta declaração é na realidade wrong., a pessoa só pode dizer que se os desempenhos comuns de fogões UM e B seja o mesmo, o Probabilidade de é mais que 10 por cento que o t-valor excederia o observou valor de 1.30.

6. mais precisamente, o u em equação (9) é  $u = ([u.sub.1 - [\beta]] + [u.sub.1 - [\alpha]/2])$  para um two-sided teste onde  $[u.sub.1 - [\beta]]$  é o probabily de rejeitar corretamente um

falsa hipótese (o poder do teste) e  $[u_{.1-\alpha}/2]$  é a probabilidade de aceitar a verdadeira hipótese corretamente (converse do nível de Significação de ). O u são pontos da distribuição normal cumulativa funcionam. que também deveriam ser notado que para conveniência os agruparam provam foi assumida que divergência é igual à divergência standard da distribuição de população subjacente. Para informação adicional vêem referência 1 acima. (Nota que as declarações relativo ao numeram de testes precisados nos padrões de desenho, referência V-1, é prejudicam.)

7. Remember resolvendo isto que a raiz quadrada de um número pode ser ambos positivo e negativo. Assim, formar a elipse ambas as raízes são usadas na equação para achar os quartos diferentes da elipse.

#### APÊNDICE DE H

1. 1984-85 Guia para Instruments. Washington Científica, D.C.: Americano Associação de para o Avanço de Ciência.

2. Barford, N.C., Medidas Experimentais: Precisão, Erro, e Verdade de , Addison-Wealey, Londres, 1967.

#### APÊNDICE DE EU

1. BURMEISTER, REF B-2.

2. CEBECI, REF B-3.

3. Meinel, Áden B. e PÁG. de Marjorie Meinel; Energia Solar Aplicada, Addison-Wesley, Lendo. Massachusetts, 1976.

4. Duffie e Beckman. REF UM-2.

5. Manual de de Química e Físicas. 51ª Edição. Borracha química Publishing Companhia, 1970, 1971.

6. Energia de Factbook, Comitê em Comércio Interestadual e Estrangeiro, Impressão

96-IFC-60, 1980 de novembro, Congresso Casa norte-americana de Representantes e Biblioteca norte-americana de Congresso, Serviço de Pesquisa Congressional.

APÊNDICE DE J

1. Escritório Congressional norte-americano de Avaliação de Tecnologia, Referência II-5, Fundo de papel #2, 1983 de maio.
2. O Manual de Ambiente Mundial, Centro de Ambiente Mundial, Nova Iorque, 1985.
3. Corredor de , Barnard, e Musgo, referência II-20.

INDEX, POR AUTOR,

ABE, F. (II-14) 7, 16; (II-149) 253; (D-7) 175  
ADISOEMARTO, S. (II-92) 18  
ADOMEIT, G. (D-35) 183  
AFGAN, N. (E-5) 187  
AGARWAL, B. (V-25) 113  
AGGARWAL, A.L. (II-107,109) 20  
AGGARWAL, G.C. (II-117) 22  
ALIO, H. (II-26) 8  
Associação americana para o Avanço de Ciência, (H-1) 221  
Sociedade americana por Testar e Materiais (V-22) 83  
Anderson, D. (II-106) 19  
Arnold, J.E.M. (II-34) 8, 17, 19, 22, 23; (II-40) 8, 9, 17, 18,  
ARPACI, V.S. (B-1) 149, 151, 153, 156  
ARUNGU-OLENDE, S. (II-8) 6, 12, 13,  
ASHWORTH, J. (III-12) 40  
ATREYA, UM. (III-25) 55, 59; (D-12) 177; (D-46) 185

AUNG, W. (B-27) 156, 157,  
AXMED, M.C. (V-17) 101

BABU, D.S.S. (III-15) 41, 43,  
Atrás, L.H. (B-28) 156  
BALLIE, R.C. (D-25) 179  
BAIN, K. (D-1) 175-179, 181,  
BALACHANDRAN, B.N. (II-50) 8  
BALAKRISHNA, M. (II-41) 8  
BALDWIN, G.B. (F-2) 193  
BALDWIN, S.F. (EU-1) 1; (II-79) 17,  
116, 117, 122-124; (II-80) 17,  
27, 29, 66, 90-93; (II-120) 54;  
(II-150) 14; (II-153) 26; (III-14)  
41, 43, 54, 60, 90, 91,  
151; (III-20) 54, 61, 90; (III-34)  
60, 61, 90, 151,  
BAMFORD, C.H. (D-17) 179, 181,  
BARFORD, N.C. (H-2) 222-223  
BARNARD, G.W. (II-20) 7, 8, 231,  
251-254; (II-116) 20, 22, 24, ;  
(II-151) 20; (II-155) 24; (III-41)  
63  
BECKMAN, W.A. (Um-3) 131  
BERGLES, A.E. (E-1,2) 187  
BERNOW, S. (II-24) 8, 11, 12, 14,  
17  
BESHITY, B.S. (D-37) 183  
BHAGAT, DA TARDE (D-10,11) 177, 183,  
BHAGHAVAN, M.R. (II-41) 8  
BHOGALE, S. (III-15) 41, 43,  
BLACKSHEAR, P.L. (D-8) 175, 177,  
179, 181; (D-18 179, 181; (D-19)  
179, 181, 182,  
BLAKE, T.R. (D-38) 183  
BODOIA, J.R. (B-26) 156, 157,  
BONNEY, R.S.P. (II-74) 15



Barraca, H.E. (II-66) 14  
BOUREIMA, EU. (II-61) 253  
BOWONDER, B. (II-147B) 253; (V-24)  
101  
Bradley, D. (B-29) 156  
Bradley, P.N. (II-140) 24  
BRADSHAW, PÁG. (B-3) 149-151, 156,  
157  
BRAMBLEY, M.R. (II-57) 8, 63; (V-22)  
83  
BREMAN, H. (II-91) 18  
BROIDO, UM. (D-28) 181, 182,  
Doure, L.E. (D-24) 179, 181,  
Doure, L.R. (II-82) 17; (II-93) 18  
BROWNLEE, K.A. (G-1) 199, 203,  
211, 220,  
Brunet, E. (III-13) 40  
BUCKMASTER, J.D. (D-15) 179, 180,  
185, 186,  
BURLEY, J. (III-26) 55; (D-3) 175  
BURMEISTER, L.C. (B-2) 149, 151,  
153, 156, 157, 162, 225,  
BURNE, S. (VI-4) 115-116  
BUSSMANN, P.J.T. (II-80) 17, 27,  
29, 66, 90-93; (III-7) 28;  
(III-27) 56, 58; (III-33) 58;  
(B-11) 150, 151; (D-45) 185,  
186  
CAIRNIE, L.R. (B-14) 151, 156,  
CALCOTE, H.F. (D-50) 186  
CEBECI, T. (B-3) 149-151, 156,  
157, 225; (B-31) 156, 157,  
CECELSKI, E. (II-9) 6, 8, 9; (II-55)  
8  
Centro para Ciência e Ambiente,  
Índia (II-99) 19, 20, 22,  
24

CERUTTI, O.M. (II-44) 8  
CHAIKAN, R.F. (D-26) 179, 181,  
Merceiro, W. (II-82) 17  
CHANNESWARAPPA, UM. (II-50) 8  
CHAUVIN, H. (II-60) 9, 14,  
CHAVANGI, N. (II-140) 24  
CHILDERS, L.F. (III-3) 78  
CHITTY, R. (B-13) 150  
CHRISTIAENS, M. (III-24) 55  
CILSS EQUIPE ECOLOGIE-FORETS (II-27)  
8  
Clemente, J. (II-28) 8  
CONOLLY, R. (B-12) 150, 151,  
CONTE, S.D. (B-20) 155  
Conselho em Qualidade Ambiental  
(II-7) 6, 8, 18, 251,  
COX, G. (B-13) 150  
Acione, J. (D-17) 179, 181,  
  
DALBERT, DA MANHÃ (B-32) 156, 157,  
DASAPPA, S. (III-19) 41, 43, 53,  
61  
DASGUPTA, B. (II-147B) 253  
Dave, R.M. (II-107,109) 20  
DAVIES, R.M. (B-12) 150, 151,  
Pessoa rude de de, C. (B-20) 155  
DECHAMBRE, G. (II-61) 253; (II-121)  
23, 91, 93, 99,  
DEKONING, H.W. (II-110)20  
DE LEPELEIRE, G. (III-24) 55;  
(III-37) 64; (B-21) 151, 156,  
DESROSIERS, R. (D-30) 181, 182,  
Inteligência de de, C.T. (II-76) 17  
Departamento de Estado (II-7) 6, 8,  
18, 251,  
DIEHL, J.R. (D-48) 185  
DIGERNES, T.H. (II-130) 24

DIXON, W.J. (G-4) 205  
DOSSI, H. (II-101) 19  
Abaixo, S. (II-58) 8, 9; (V-24) 101  
DRAKE, R.M. (III-9) 33; (UM-1) 129,  
149, 151, 153, 162, 163, 167,  
169, 170,  
Secador, F. (D-47) 182, 183, 185,  
DUNKERLEY, J. (II-9) 6, 8, 9; (II-33)  
8; (II-36) 8, 22,  
DUNN, P.D. (III-4) 27, 30, 115,  
DUTT, G. (II-153) 26; (III-1) 28;  
(III-10) 35; (V-10) 96; (V-20)  
104; (VI-5) 123  
DUFFIE, J.A. (Um-3) 131, 225,  
  
Conde, D. (II-13) 8, 14, 16, 22,  
252; (II-38) 8  
Sério, E. (II-113) 20  
ECKERT, E.R.G. (III-9) 33; (UM-1)  
129, 149, 151, 153, 162, 163,  
167, 169, 170,  
ECKHOLM, E.P. (II-2) 5, 18; (II-116)  
20, 24,  
EMMONS, H.W. (III-25) 55, 59; (B-16)  
150; (D-46) 185  
ENTWISTLE, A.G. (B-29) 156  
ESTRADA, F.S. (II-44) 8  
  
FABRYCKY, W.J. (F-3) 197  
FELSKE, J.D. (C-7) 171  
Finn, D. (II-88) 18  
FISHWICK, R. (II-106) 19  
FLAVIN, C. (II-82) 17  
Fletcher, L.S. (B-27) 156, 157,  
FLORASA (II-67) 14, 17, 24,  
FOLEY, G. (II-77) 17; (II-116) 20,  
24; (II-152) 23; (II-155) 24;

(II-156) 186; (III-41) 63  
Francês, D. (F-1) 193  
GAULARD, R. (C-4) 170  
GELLER, H. (II-153) 26; (II-157/134)  
25; (III-1) 28; (III-3)  
27, 28, 30, 35; (III-10) 35;  
(III-11) 40  
Pequena nobreza, A.H. (II-97) 18  
GIORGINI, UM. (B-6) 156  
GLASSMAN, EU. (D-14) 179, 180, 182,  
185, 186; (D-51) 186  
GOLDEMBERG, J. (II-35) 8; (II-43)  
8, 17; (II-157/133) 25  
GORDON, L. (II-9) 6, 8, 9,  
GRABOSKI, M. (D-1) 175-177, 179,  
181; (D-31) 181, 182,  
GRAINGER, UM. (II-94) 18  
Fique cinzento\*, D.R. (B-6) 156  
GUILLAUMET, J.L. (II-101) 19  
GUPTA, R.K. (II-157/137) 25  
GWYNNE, M.D. (II-89) 18  
  
HADLEY, M. (II-101) 19  
Corredor, D.O. (II-10) 6, 8, 251; (II-20)  
7, 231, 251-254; (II-54) 8  
HARKER, A.P. (III-26) 55; (D-3)  
175  
HARRIS, A.C. (II-15) 7, 176, 186,  
Harrison, A.J. (B-14) 151, 156,  
HARTNETT, J.P. (B-9) 150, 153,  
HASHEMI, H.T. (D-24) 179, 181,  
Hassan, M. (V-10) 96  
Portos, J.A. (D-24) 179, 181,  
HEWITT, G.F. (E-5) 187  
HINRICHSON, D. (II-42) 8  
HOLMAN, J.P. (Um-5) 139, 162,  
HORSLEY, M.E. (B-19) 151

HOWELL, J.R. (C-3) 167, 170,  
HUGHART, D. (II-11) 10  
Hughes, T.J.R. (b-22) 156  
HUKAI, R.Y. (II-43) 8, 17,  
Hurley, J.R. (II-157) 25; (III-23)  
54  
HYMAN, E.L. (II-56) 8,9; (II-131)  
24; (II-132) 24; (V-16) 101;  
V-21) 104; (VI-3) 115

ISAACSON, E. (B-20) 151  
Islã, M.N. (II-30) 8

Jackson, PÂG. (II-83) 18  
JAGADISH, J.S. (III-15) 41, 43,  
JALURIA, Y. (B-5) 149, 150, 151,  
JONGMA, J. (II-40) 8, 9, 18,  
Jordão, B. (II-3) 5  
Joseph, S.D. (EU-2) 1; (VI-5) 115  
JOYCE, N. (III-4) 27, 30, 115,

KAKAC, S. (E-1,2) 187  
KANSÁ, E.J. (D-26) 179, 181,  
KANURY, DA MANHÃ (B-8) 153, 162; (D-8)  
175, 177, 179, 181; (D-13) 179  
180, 182, 183, 185, 186; D-18;  
179; (D-19) 179, 181, 182; (D-20)  
179, 181; (D-21) 179, 181,  
KARCH, G.E. (II-69) 14; (II-157/138)  
25  
KARTAWINATA, K. (II-92) 18  
KASHIWAGI, T. (C-13) 173  
KASSOY, D.R. (D-40) 183  
KAYS, W.M. (E-3) 187  
KEITA, J.D. (II-124) 23  
KEITA, M.N. (II-25) 8  
KELLER, H.B. (B-20) 151

Kent, J.H. (D-52) 186  
KETTLEBOROUGH, C.F. (B-32) 156  
KHATTALS, A.A. (B-31) 156, 157,  
Rei, N.K. (C-9) 171  
KINYANJUI, M. (VI-1) 115; (VI-2)  
115  
KIZERBO, J. (V-18) 101  
KJELLSTRON, B. (D-5) 175  
KOENIG, D. (VI-16) 125  
KOMER, D.I. (II-86) 18  
KRISTOFERSON, L. (II-31) 8, 12,  
Krist-cuspa, C.E. (II-157) 25;  
(III-35) 61, 119,  
KUMAR, R. (III-15) 41, 43,  
KUNG, H.C. (D-22,23) 179, 181,  
KUROSAKI, Y. (C-13) 173  
KUUSELA, K. (II-17) 7  
  
LAMONT, R. (B-31) 156, 157,  
LAMPREY, H.F. (II-105) 19  
LARSEN, PÅG.. (B-1) 149, 151, 153,  
156  
Último, J.M. (II-110) 20  
Lee, C.K. (D-48) 185  
Lee, S.C. (C-10) 171  
Lee, S.L. (B-16) 150  
LEONARD, B.P. (B-30) 156  
LETEEMANE, B. (III-11) 40  
LIBBY, P.A. (D-39,40) 183  
LOKRAS, S.S. (III-15) 41, 43,  
Londres, A.L. (B-10) 153, 164; (E-3)  
187  
LOPEZ-PARODI, J. (II-97) 18  
LOWES, T.M. (C-6) 171  
LUDFORD, G.S.S. (D-15) 179, 180,  
185, 186,  
LUHANGA, M.L. (II-47) 8, 9, 14,

24; (II-49) 8, 9,  
LUMAR, S.B.S. (III-19) 41, 43, 55,  
61

MAA, PÁG.. (D-25) 179, 181,  
MAKHIJANI, UM. (II-52) 8  
Malan, D.H. (D-17) 179, 181,  
MASSEY, F.J. (G-4) 205  
HATALON, M. (D-41) 183  
MAYINGER, F. (E-2) 187  
MEDYNSKI, T. (V-22) 83  
MENON, PÁG. (II-108) 20  
MEYERS, N. (II-85) 18  
HICUTA, W. (III-38) 64  
MILNE, T. (D-29) 181  
MINTZ, Y. (II-100) 19  
MISHIMA, H. (C-13) 173  
MNZAVA, E.M. (II-39) 8, 9, 22,;  
(II-59) 8, 9, 17,  
MODAK, A.T. (C-11,12) 173  
MOHIUDDIN, G. (D-35) 183  
Moreira, J.R. (II-157/133) 25  
Morgan, R.P. (II-57) 8, 63,  
Morgan, W.B. (II-12) 6, 18, 23,  
Morse, R. (II-30) 8  
Musgo, P.A. (II-20) 7, 8, 231, 251-254,;  
(II-54) 8  
Musgo, R.P. (II-12) 6, 18,  
MOUNDLIC, J. (II-157/139) 25  
MUKUNDA, H.S. (III-18,19) 41, 43,  
55, 61, 62; (D-57) 177.  
MUNSLOW, B. (II-32) 8  
MURRAY, F.E. (D-44) 185  
MWANDOSYA, M.J. (II-47) 8, 9, 14,  
24; (II-49) 8, 9,

NAGARAJU, S.M. (II-50) 8

Academia nacional de Ciências (II-90)

18; (II-102) 19, 23, 24,;

(II-124) 23, 127; (V-15) 101;

(D-6) 175

Nações, J. (II-86) 18

NEGRETE, M.A.M. (II-44) 8

Nelson, M.A. (D-28) 181, 182,

NEWALL, A.J. (C-6) 171

NKONOKI, S. (II-21) 8, 17, 253,;

(V-24) 101

NORONHA, R. (II-125) 23, 24,

NOVIKOFF, G. (II-103,104) 19

NYSSONEN, UM. (II-17) 7

O'KEEFE, PÁG. (II-24) 8, 11, 12, 14,

17; (II-31) 8, 12, 19; (II-32)

8; (II-95) 18

OPENSHAW, K. (II-18) 7

OSTERLE, J.F. (B-26) 156, 157,

OTA (II-5) 5, 18, 23, 24, 231,

OUEDRAOGO, EU. (III-20) 54, 61, 90,

151; (III-34) 60, 61, 90, 151,

OZISIK, M.N. (Um-4) 137, 140; (C-2)

167, 169, 170, 173,

PALMIERI, M. (II-76) 16, 22,

PANDEY, U. (II-22) 8, 20, 253,

Arqueje, M.M. (II-127) 24

PARKHURST, D. (II-32) 8

PERLEE, H.E. (D-26) 129, 181,

PERLIN, J. (II-3) 5

Cansa, N. (D-35) 183

PHILIPS, PÁG. (II-32) 8

POLLACK, J. (II-1) 5, 18, 19,

POOLE, UM. (II-52) 8

POSTEL, S. (II-82) 17

POULSEN, G. (II-128) 24



Poderes, T.A.M. (III-11) 40  
 PRAKASH, C.B. (D-44) 185  
 PRASAD, K.K. (II-63) 10; (II-115)  
 20, 24; (III-5) 27, 29, 49,;  
 (III-7) 28; (III-21) 54; (III-27)  
 56, 58; (III-33) 58, 151,  
 171; (B-11) 150, 151; (D-45)  
 185, 186,  
 PRASAD, S.S.R. (II-147B) 253  
 PRATT, D.J. (II-89) 18  
 PRATT, G.H. (III-32) 56  
 PURVIS, M.R.I. (B-19) 151  
 PYLE, D.L. (D-3) 175, 181, 182,  
  
 RAMAKRISHNA, J. (II-108) 20  
 RAMSAY, W. (II-9) 6, 8, 9; (II-36)  
 8, 22,  
 RAO, N.P. (II-147B) 253  
 RASKIN, PÁG. (II-24) 8, 11, 12, 14,  
 17  
 RAVINDRANATH, N.H. (II-50) 8; (II-153)  
 26; (III-16,17) 41, 43,;  
 V-24) 101  
 RAZNJEVICH, K. (E-7) 191  
 REDDY, A.K.N. (II-45) 8, 9; (II-50)  
 8; (II-51) 8; (V-24) 101  
 REDDY, B.S. (II-45) 8, 9,  
 REIF, F. (Um-2) 129  
 REVELLE, R. (II-23) 8  
 RISWAN, S. (II-92) 18  
 RIVERA S. (II-157/135) 25  
 ROACHE, P.J. (B-23) 156  
 Roberts, A.F. (D-9) 176, 181, 182,;  
 (D-27) 181  
 Roberts, O.C. (D-34) 183  
 ROHSENOW, W.M. (B-9) 150, 153,  
 Rosa, A.B. (II-73) 14

SALATI, E. (II-87) 18  
Salem, B.B. (II-129) 24  
SAMOOTSAKORN, PÁG. (III-4) 27, 30,  
115  
SANDELS, UM. (III-26) 55; (D-3) 175  
SANGEN, E. (III-5) 27, 29, 49, ;  
(III-27) 56, 58; (III-33) 58,  
151, 171; (B-18) 151, 185,  
SANOGO, C. (III-14) 41, 43, 54,  
60, 90, 91,  
SAVOIE, M. (V-17) 101  
SELKER, J.S. (IV-3) 78  
SENTLE, J. (III-11) 40  
SEPP, C. (V-11,12) 99, 100,  
SERNAS, V. (B-27) 156, 157,  
SERVIN, J.C. (II-44) 8  
Xá, R.K. (B-10) 153, 164,  
SHAIKH, DA MANHÃ (II-157/138) 25  
SHAILAJA, R. (III-16,17) 41, 43,  
SHANAHAN, Y.N. (EU-2) 1  
SHAW, R.K. (E-1) 187  
SHELTON, J. (III-31) 56  
SHERMAN, M. (VI-7) 115  
SHIH, T.M. (B-24) 156; (B-25) 156;  
(D-54) 186  
SHIRWA, Z.C. (V-17) 101  
SHRESTHA, K.L. (II-46) 8  
SHRINIVASA, U. (III-18,19) 41, 43,  
55, 61, 62,  
SHUKLA, J.C. (II-157) 25; (III-23)  
54  
SHUKLA, J. (II-100) 19  
SIBULKIN, M. (C-8) 171  
SIDIBE, Y. (III-14) 41, 43, 54,  
60, 90, 91,  
SIEGEL, R. (C-3) 167, 170,

SIMONIS, PÁG. (II-80) 17, 27, 29,  
66, 90-93,  
SINGH, J.S. (II-22) 8, 20, 253,;  
(V-24) 101  
SINGH, N.T. (II-117) 22  
SKOURI, M. (II-103) 19  
SLIEPCEVICH, C.M. (D-55) 186  
SMALE, M. (V-17) 101  
SMIL, V. (II-81) 18  
Smith, J.W. (D-34) 183  
Smith, K.R. (II-107 para 112) 20,  
21, 28, 186; (III-29) 56  
Smith, N.J.H. (II-96) 18  
SOESASTRO, M.H. (II-30) 8  
SOMASHEKAR, H.I. (II-50) 8  
SORENSEN, B. (II-21) 8, 17, 253,;  
(V-24) 101  
Lanças, J. (II-98) 19, 20,  
SRISOM, B. (VI-7) 115  
STEINLIN, H.J. (II-84) 18  
STEVENS, W.C. (III-32) 56  
Mordomo, W. (VI-7) 115  
STEWART, W. (EU-2) 1  
STEVENS, N.F. (II-74) 15  
STORKE, L. (II-82) 17  
STRASFOGEL, S. (II-119) 23; (II-121)  
23, 91, 93, 99; (III-14)  
41, 43, 54, 60, 90, 91,  
SULILATU, W.F. (II-157) 25  
TABOREH, J. (E-5) 187  
TARIQ, A.S. (B-19) 151  
Governo tailandês, Produtos de Floresta,  
Divisão (II-72) 14, 22; (IV-2)  
78, 115,  
THUESEN, G.J. (F-3) 197  
TIEN, C.L. (C-7,10) 171  
TIMBERLAKE, L. (II-116) 20, 24,

TIWARI, A.K. (II-22) 8, 20, 253,;  
(V-24) 101

TIWARI, K.M. (II-53) 8

TOON, O.B. (II01) 5, 18, 19,

TOONG, T.Y. (D-16) 179, 180, 185,  
186

UBHAYAKAR, S.K. (D-36) 183

ONU (II-6) 6, 12, 23, 251; (II-65)  
18, 254,

UNDP (II-154) 23

UNFAO (II-4) 5, 8; (II-19) 7; (V-14)  
101

UHART, E. (II-68) 14

furgão Buren, UM. (II-77) 17

furgão Gelder, UM. (II-140) 24

Van Nao, T. (II-129) 24

VAYDA (II-92) 18

VIDYARTHI, V. (II-118) 22

VISSER, PÁG. (III-7) 28; (III-27)

56; (III-33) 58, 151, 171; (B-11)

150, 151; (D-45) 185, 186,

VITA (V-1) 82; (V-2) 82

VOSE, P.B. (II-87) 18

Wagner, H.G. (D-52) 186

Passeador, G. (E-4) 187

WARDLE, PÁG. (II-76) 17, 22,

WARTLUFT, J. (II-71) 14, 22,

WEBER, F. (II-78) 17

WEGNER, K.F. (II-16) 7

WELKER, J.R. (D-24) 179, 181; (D-55)  
186

WESSON, H.R. (D-55) 186

WESTBROOK, C.K. (D-47) 182, 183,

185

Branco, S. (II-71) 14  
WILLIAMS, F. (D-32) 181; (D-33)  
181, 182,  
WILLIAMS, R.H. (II-64) 10; (II-136)  
26; (II-157/136) 25  
WOLFE, E. (II-82) 17  
Wood, T.S. 5, (II-70) 14; (II-150)  
14; (III-36) 62; (V-19) 104  
Banco mundial (II-154) 23; (II-126)  
23; (II-147C) 254  
Centro de Ambiente mundial (J-2) 231

YACCARINO, PÁG. (D-51) 186  
YAMEOGO, G. (II-80) 17, 27, 29,  
66, 90-93; (III-20) 54, 61, 90,  
151; (III-34) 60, 61, 90, 151,  
Jovem, P.J. (III-3) 78  
YUSSUF, H. (II-105) 19  
ZAROR, C.A. (D-3) 175, 181, 182,  
ZHU, H. (II-57) 8, 63,

INDEX, ATRAVÉS DE ASSUNTO,

Absorptivity, veja emissivity  
Aceitabilidade inspecciona, 103  
Respiradouro, 61, 73-74, 80,  
Areje para arejar calor exchanger 125-127,  
187-191  
Altitude, efeitos em testar, 85  
Esterco animal, 7, 19, 20, 22, 252,  
Arrhenius taxam lei, 180-181,  
Produção de Artisanal, 49, 50, 65,  
ASTRA, 43, 65,  
Calcule a média, 92, 199-200,  
Confusões, 61, 86, 185,

Equilibre, 83, 117-118, 221,  
Bangladesh, 6,  
Preconceitos, em pesquisas de campo, 102  
Corpo preto, 50-52, 167-172,  
Biomassa, 2, 6-13, 17-18, 23-25,  
Consumo de , 6, 8-13, 17-18,  
Recursos de , 7,8,  
Bombardeie calorímetro, 175, 222,  
Aproximação de Boussiness, 156,  
Camada de limite, 42, 43, 160-162,  
Briquetted abastece, 60, 177,

Valores caloríficos, 55-57, 175, 178,  
179  
Gás carbônico, 59, 182-186,  
Monóxido de carbono, 59, 182-186,  
em fogões de carvão, 17, 122,  
em gaseificador, 63  
em fogões de nozzle, 43  
Celulose, 56, 58, 176, 182,  
Fogões cerâmicos, 66, 78-80, 90, 100,  
Encane dimensões, 42, 123, 125,  
Eficiência de , 45-48, 85,  
Encane fogões, 42-50, 65, 80, 90,  
93, 99, 151-166,  
Comprimento característico, 157,  
Carvão, 13-18, 182-185,  
valor calorífico, 7, 176, 179,  
Combustão de , 182-185,  
conversão eficiência, 14-15,  
exigem, 17-18  
Densidade de , 7,  
usos industriais, 17-18, 125-127,  
coloca no forno, 13-14  
transportam, 14-17  
VOLATILES DE , 7, 176,  
Fogões de carvão, 115-125,

energia Equilibrio, 30,  
Fundições de , veja fundições  
Desempenho de , 122-125, 219-220,  
Chaminés, 68, 71, 86,  
Coeficiente de variação, 202-203,  
Combustão, 55-61, 175-186,  
Eficiência de , 31,  
Perdas de , 28-30,  
Geometria de câmara de combustão, 61,  
185  
Discrepância residual comum, 214,  
Solidifique, 66  
Condução, 2, 31-41, 129-147,  
de madeira em um fogo, 59  
Condutividade, 33-35 132, 154, 163,  
179, 180,  
Confiança limita, 204-205  
Região de confiança, 208-210, 212-213,  
Contaminantes, efetue em pirólises,  
181  
Controle eficiência 31, 62-64, 260-262,  
Grupos de controle em pesquisas de campo,  
105-106  
Arte culinária controlada testa, 91-96  
Transmissão, 3, 32, 41-50, 149-166,  
Perdas de , 28-30,  
Energia cozinhando, 8-11 27-28,  
Eficiência de processo cozinhando, 31,  
Cookstoves, 2,  
Coeficiente de correlação, 208, 218,  
Semeie Resíduos, 6-7, 10, 19,  
  
Abafadores, 62,  
Análise de dados, 86,  
Espaço de ar morto, 38-40, 139,  
Desmatamento, 5, 6, 18, 19,  
Graus de liberdade, 201, 206,

Densidade, 33, 129, 132, 163,  
Fluxo desenvolvido, 157,  
Erros dimensionais, 3, 66-68, 70,  
156  
Uso de energia doméstico, 8-10,  
Portas, 41, 60-62, 74, 86,  
Paredes dobro, 38-40, 66-67,  
Base seca, 56-57,  
Tubo fluxo 150-157  
Esterco, veja esterco animal

Centro de leste-oeste, 20, 101,  
E/DI, 115,  
Economias, 20, 22-23, 92, 193-198,  
Eficiência fatora, 31  
Electroplating, 66,  
Emissões, 19-21, 93, 151, 185-186,  
de fogão de nozzle, 43,  
Emissivity, 38-40, 51, 167, 169-173,  
Energia equilibra, 28-30  
Demanda de energia, 8-13, 17-18,  
Armazenamento de energia, 35, 135,  
Ambiente, 18-20,  
Erros em dimensões, 3, 66-68,  
70, 156,  
Erros testando equipamento,  
análise de, 222-223  
Erosão, 18-19,  
Ar de excesso, 60-61, 155,

F-distribuição, 209, 211,  
Poder de fã, 125, 127, 190,  
Fator de fricção abanando, 159, 153,  
Teste de campo, 101-112,  
Análise financeira, 193-198,  
Barro incendiado--veja cerâmico  
Potência de fogo, 84, 86, 89, 118, 155,



186

Chamas, 150, 151, 171, 185, 186,  
Flywheel apertam, 78  
Forrageando, 20-22, 249,  
Transmissão 160-161 forçada  
Arborize, 5, 6, 18-19, 251,  
Forjas, 125-127,  
Combustíveis fósseis, 22-23, 25, 178,  
Fundições, veja forjas  
Fator de fricção, veja abanando  
Fuelwood, veja woodfuel  
Fornos, veja forjas  
Valor futuro, 195-198,  
Abra brecha, 42  
Supra com gás análise, 222,  
Gaseificador, 62,  
Grashof numeram 157, 159-162,  
Ranja a altura de panela, 51-54, 85,  
Grelhas, 60, 75, 77, 80,  
Grog, 66,  
Valor calorífico total, 55, 257,  
Fogão de Haybox, 36, 64,  
Aqueça exchangers, 125-127, 187-191,  
Aqueça recuperação, 36, 38, 39,  
também vêem exchangers de calor  
Aqueça armazenamento, 32, 135,  
Correlações de transferência de calor, 159-162,  
164  
Taxa aquecendo, 48-49, 136-140,  
Hemicellulose 56, 58, 178,  
Valor de aquecimento mais alto, 55, 257,  
Fase de poder alta, 83, 89,  
Umidade, relativo, 56  
Diâmetro hidráulico, veja característica  
Comprimento de , 159,  
Imprensas hidráulicas, 78,

Lei de gás ideal, 157,  
Uso de energia de indústria, 9, 11, 12, 17,  
Ataque de inseto de madeira, 17,  
Instituições, 231-239,  
Insulants, 34, 86, 132,  
Taxa de juros, 193-198,  
Moldes internos, 78,  
Taxa interna de retorno, 197-198,  
Padrões de prova internacionais,  
82  
ITDG, 115,  
  
KENGO, 115,  
Quênia, 11, 12,  
Fornos para madeira secante, 222  
Fornos para carvão produtor, 13-15  
KREDP, 115,  
  
Laboratório testa, 81-91  
Parâmetros de ser testada, 85-86,  
119, 122,  
Precauções de , 85,  
Procedimento de , 82-84, 116-119,  
Laminar, 115, 158, 159-162,  
Nível de confiança, 201, 203, 206,  
Fogões de peso leve, 35-41, 65, 90,  
Lignina, 56, 58, 176,  
Regressões lineares, 207-220,  
Mais baixo valor de aquecimento, 55, 257,  
Baixa fase de poder, 83, 89,  
  
Malgache, 90, 123, 124,  
Testes comercializando, 113-114,  
Fogões volumosos, 29-30, 34-37, 65-66,  
90, 93, 100,  
Conteúdo de umidade, 56-57, 259,  
Metro de umidade, 222,

Fogões de Multipot, 65-66, 90, 93,  
100  
controlam, 62  
energia equilibrio, 29-30,

Transmissão natural, 161, 162,  
Rede valor calorífico, 55, 257,  
Fluido de Newtonian, 158,  
Distribuição normal, 199, 201,  
Nozzle fogões 42-44, 55, 65, 151,  
Técnicas numéricas, 137-140,  
Nusselt numeram, 151, 158, 159-162,

Observables, 111,  
Outlier, 204,

Peclet numeram, 158  
PHU, calor de por cento utilizou, 51,  
82, 84, 89, 92, 119, 122-124,  
Plantações, 23-24,  
Câmara de Plenum, 125-126,  
Emplume, 150-151  
Divergência de amostra agrupada, 205,  
Discrepância residual agrupada, 212,  
T-valor agrupado, 214,  
População  
cozinhando combustivel, 10, 12,  
Panela, 31, 34-35, 64, 68,  
Eficiência de , 31, 34-35, 64,  
apóia, 41, 74, 77, 80, 86,  
Rodas de oleiros, 78,  
Dê poder a consumo, 8,  
Prandtl numeram 153, 158, 163,  
Ar preaquecendo, 61, 125-127,  
Valor presente, 195-198,  
Pressione fogões, 64,  
Gota de pressão, 153, 164, 190,

Produção testa, 97-100  
Promoção, 113,  
Análise de Proximate, 175-176,  
Demonstrações públicas, 113,  
Pirólises, 179-182, 185-186,

Radiação, 28-30, 38-41, 50-55,  
77, 138-139, 167-173,  
em fogões de carvão, 116-117  
Papel de em combustão de madeira, 58  
Rayleigh numeram, 158  
Recuperação, veja recuperação de calor  
Regressão, veja regressão linear  
Umidade relativa, 56,  
Réplicas, 13-15,  
Reynolds numeram, 153, 158-162,  
Rolos, metal de folha, 76,

Prove divergência, 200-202, 204,  
Tamanho de amostra requereu, 207  
Fatores de balança, 96, 157, 164,  
Cartões de marcação, 93, 95-96,  
Ar secundário, 61, 122,  
Únicos fogões de panela, 62-63, 65-67,  
90  
Construção de local, 49-50,  
Fume, veja emissões  
Terras, 19,  
Fuligem, veja emissões  
Spacers, centrar panela, 75,  
Consumo específico, 82, 84, 89,  
92, 94, 119, 123-124, 264,  
Consumo diário específico, 110,  
Calor específico, 33, 35, 129, 132,  
154, 163,  
Ponto de estagnação, 150-151, 160-162,  
Divergência standard, 92, 200-201,

Refeição standard, 91,  
Stanton numeram 158  
Perda de calor de estado fixa, 129-136,  
Acere, 17, 25-26, 66,  
Stefan-Boltzmann lei, 167,  
Guia, 7  
Stoichiometric arejam, 59, 155, 178,  
Eficiência de fogão, 31,  
Fogões  
Acessórios de , 68, 70,  
ajustável a panela, 50  
Construção de , 65-70,  
Produção de , 76-80,  
amolda, 67-69  
digita, 42  
Sumatra, oeste, 9,  
Camada de limite de superfície, veja  
limite camada  
Perda de calor de superfície, veja vento, 139,  
Pesquisas, veja testes de campo  
Rode, 61, 185,  
  
t-mesa, 203,  
t-teste, 92, 205-207,  
Medida de fita, 221,  
Gradiente térmico, 67, 136,  
Designio de modelo, 72-75,  
Testes, 3, 81-114, 116-122,  
controlou arte culinária, 81, 91-96,  
Campo de , 81, 101-112,  
Laboratório de , 81-91, 116-122,  
comercializando, 82, 113-114,  
Produção de , 76-80, 81, 97-100,  
resulta, 90, 93, 98-100, 123,  
124  
Condutividade térmica, 31-41, 129-147,  
Diffusivity térmico, 129, 158, 163,

Eficiência térmica, 31,  
Inércia térmica, 35,  
Massa térmica, 35,  
Armazenamento térmico, 32, 35,  
Thermocouples, 221,  
Termômetros, 83, 117-118, 221,  
Fogões tradicionais, 8-13, 17-18,  
20, 22, 25, 29, 66, 90, 93,,  
123, 124,  
energia equilíbrio, 29,  
Condução de calor passageira em madeira,  
180-181  
Perda de calor passageira, 136-140,  
Energia de transporte, 14-18,  
Fluxo turbulento, 158, 160-162,

Última análise, 175, 177, 179,  
Umeme, 123,  
Ungra, 8,  
Unidades, 7, 9, 225-230,  
Discrepância, veja divergência standard  
Discrepância de resíduos, 208, 212,  
Vendedores, 113,  
Fator de visão, 51-54, 170-173,  
Viscosidade, 154, 158, 163,  
Volatiles  
Carvão de , 7, 182,  
Madeira de , 57-59, 179-182, 185-186,  
Coeficiente de volume de expansão,  
158

Jato de parede, 150-151,  
Perdas de parede, 28-30, 35-41, 129-147,  
Temperaturas de parede, 40,  
Paredes, 35-41, 66-80,  
dobram, 37-40, 66-67,  
incendiou barro, 37, 39, 40, 41, 66-69,

78-80

separou, 37, 39-41,

de peso leve, 37-41, 65-66,

volumoso, 36, 65-66,

separam, 37-40, 66-77,

Garantia, 113,

Soldando, 77,

Base molhada, 56-57,

Areje, 34, 85, 131,

Wood pesquisas econômicas, 103-105,

Woodfuel, 6-12,

Consumo de , 8-12,

Déficits de , através de população, 12

forrageando, 20,

Recursos de , 7,

==  
== ==