

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**OPTIMIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO TÉRMICO DA
BIOMASSA LENHOSA EM FORNOS DE PADARIAS**

Investigador Principal:

Fabião Armando Manhiça

Dezembro de 2005

Fabião Armando Manhiça — *Investigador Principal*

Licenciado em Engenharia Química pela Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia e no Departamento de Engenharia Química

Chefe dos Laboratórios e membro do Projecto Biomassa

Tel. +258 21 47 53 18

Cel 82 30 27 430

fabioanhica@yahoo.com.br

fabioanhica@hotmail.com

Carlos Lucas — *Investigador Supervisor?*

Doutorado em Tecnologias de Energia pelo Instituto Real de Tecnologia, Suécia

Chefe do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia

Coordenador do Projecto Biomassa

Tel. +258 21 47 53 18

Cel 82 8492090

Clucas33@yahoo.com

Cirilo José João — *Investigador*

Licenciado em Engenharia Química pela Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia e no Departamento de Engenharia Química

Membro do Projecto Biomassa

Tel. +258 21 47 53 18

Cel 82 3932350

Rodrigues Salvador Manjate — *Investigador*

Mestrado em ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade de Aveiro –

Portugal, Funcionário da LEM e membro do Projecto Biomassa

Tel. +258 21 475270/1

Cel 82 4942120

António Chitongone Santos — *Técnico Profissional*

Funcionário afecto no laboratório de solos do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da U.E.M.

Tel. +258 21 475330

Cel 82 3971560

INTRODUÇÃO

Moçambique é um país do terceiro mundo constituído por cerca de 80% da sua população que utiliza energia lenhosa como fonte de energia para confecção de alimentos. Entretanto as técnicas da sua utilização, como acontece em todos os países em desenvolvimento, não são melhoradas e por consequência largas áreas florestais são devastadas, criando uma desertificação ambiental.

Um dos maiores processos que consomem a biomassa lenhosa é o processo de fabrico de pão em padarias. O pão é um alimento básico para as populações urbanas e um pouco das populações rurais e que o seu custo poderia reduzir-se consideravelmente se otimizar-se o actual processo de produção, no que concerne a intervenção da energia necessária para a sua cozedura. Assim, o custo deste precioso produto básico poderia conhecer uma redução considerável, permitindo que seja adquirida pelas populações com baixo poder financeiro, contribuindo para o alívio à pobreza absoluta.

O presente projecto se baseia na combustão eficiente e saudável ao meio ambiente, isto é, contribuir para o melhoramento do processo de combustão, melhorando todos os mecanismos e processos de transferência de calor e de massa envolvidos, que culminarão com o estabelecimento do modelo matemático adequado para melhor rentabilizar o processo de produção do pão.

O diagnóstico energético nas padarias permitirá uma classificação quanto ao seu consumo específico, quantidade de energia consumida para a produção de uma massa de farinha de trigo.

O diagnóstico energético que se pode realizar em fornos de padaria permitirá também a avaliação das perdas inerentes ao processo e a elaboração de modelos físicos bi e tridimensionais para estudos laboratoriais, componente muito importante para alcançar os objectivos preconizados e que depende da a precisão dos resultados recolhidos.

OBJECTIVOS

GERAIS

Optimização do forno de padaria de queima directa com vista ao melhoramento do processo de cozedura do pão através da combustão eficiente e benigna para o meio ambiente.

ESPECÍFICOS

1. Optimizar o processo da combustão e do aproveitamento integral dos gases quentes para a cozedura do pão
2. Reduzir as perdas ao longo do processo de cozedura de pão
3. Desenhar e construir um forno protótipo com vista a adequar-se ao modelo desenhado a partir da modelação física.
4. Disseminar a informação dos fornos otimizados aos potenciais usuários

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste projecto serão utilizados seguintes materiais:

- Computador
- Modelação física Bi e tridimensional
- Balança
- Cronómetro
- Fita métrica

Serão também necessários seguintes materiais

- Analisador de gases
- Termopares
- Anemómetro

Na organização dos trabalhos conta-se com a participação do sistema administrativo da Faculdade de Engenharia da UEM, por intermédio do Centro de Estudos de Engenharia/Unidade de Produção e de um grupo de investigadores que constitui o Projecto Biomassa da Faculdade de Engenharia. Serão igualmente usadas as relações existentes entre os Departamentos para a utilização dos laboratórios de investigação existentes.

O grupo de investigação é formado por funcionários da UEM afectos maioritariamente no Departamento de Engenharia Química e dos outros Departamentos da Faculdade de Engenharia.

O projecto é coordenado por um investigador principal que vai garantir a realização de relatórios de trabalho, reuniões do grupo e seminários.

A revisão bibliográfica constitui um instrumento que permitirá adquirir conhecimentos teóricos actualizados sobre os fenómenos de transporte e de modelos matemáticos que orientam os princípios de processo de cozedura de pão e que vão permitir em última análise uma escolha e adequação do modelo para os fenómenos reais que ocorrem nos fornos de padaria, para além de alguns detalhes dos parâmetros da geometria, impacto ambiental, considerações socio-económicas, aspectos culturais, oportunidades futuras e identificação das opções políticas. Será necessário fazer-se procurment de software adequado para a aplicação neste estudo.

PESSOAS ENVOLVIDAS

Fabião Armando Manhiça — *Investigador Principal*, Licenciado em Engenharia Química em Gestão de Energia pela Universidade Eduardo Mondlane, elemento do Projecto Biomassa, será o responsável pela execução e materialização do projecto, fazendo a recolha e processamento de dados, realizando experiência na mesa bidimensional e montagem das instalações e ensaios do modelo tridimensional, análise e discussão dos resultados, propostas de melhoramento, elaboração de relatórios de progresso e final e gestão do projecto.

Dr. Carlos Lucas — *Investigador - Supervisor*, Doutor em Tecnologias de Energias no Instituto Real de Tecnologia, Suécia - desempenha um papel fundamental na orientação das actividades a realizar, inspecção do trabalho realizado, na colaboração em produção e correcção dos relatórios, nas consultas às actividades a realizar aconselhamento das técnicas e procedimentos.

Cirilo José João — *Investigador*, Licenciado em Engenharia Química, pela Universidade Eduardo Mondlane elemento do Projecto Biomassa, será um colaborador e executor directo das actividades do projecto e elemento chave na recolha de dados nas padarias para a materialização do projecto. Participará na discussão dos resultados e na elaboração dos relatórios de progresso.

Rodrigues Salvador Manjate — *Investigador*, Engenheiro Químico e Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais, funcionário do Laboratório de Engenharia de Moçambique (LEM), no Departamento de Materiais de Construção e Estruturas, será responsável pelos testes para a determinação da qualidade de argila (barro) e dos seus derivados (tijolo semi-refractário) e responsável por treinar os artesões para as novas técnicas que oferecem qualidade ao tijolo semi-refractário.

António Chitongone Santos — *Técnico Profissional*, Afecto no Departamento de Engenharia Civil no laboratório de solos será responsável auxiliar pelos testes de qualidade do tijolo semi-refractário e por treinar artesões.

LEM – Laboratório de Engenharias de Moçambique, será a instituição que proporcionará a realização dos ensaios para a determinação da qualidade do barro que se usa para o fabrico de tijolo semi-refractário.

Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da UEM participa com os equipamentos laboratoriais, instalações de trabalho, em gabinetes de trabalho para os investigadores e com staff do Projecto Biomassa que realiza actividades na área de energia visando minimizar os efeitos negativos ao meio ambiente.

PLANO DE ACTIVIDADES

- | | |
|---------------------|---|
| Actividade 1 | Recenseamento, inquérito às padarias, na cidade de Maputo e Matola e processamento de dados |
| Actividade 2 | Auditoria energética em padarias seleccionadas da cidade de Maputo e Matola e processamento de dados. |
| Actividade 3 | Recolha de amostras de barro e tijolo semi-refractário na zona de Xinavane e Magude e do tijolo semi-refractário nas cerâmicas de Maputo e Matola. |
| Actividade 4 | Ensaio das propriedades do barro e do tijolo semi-refractário do fabrico caseiro e do fabrico industrial e propostas de melhoramento. |
| Actividade 5 | Acompanhamento do processo de produção do tijolo semi-refractário em Xinavane e Magude para introdução de técnicas de melhoramento da qualidade do tijolo semi-refractário. |

- Actividade 6** Ensaios Laboratoriais na mesa bidimensional e tridimensional na Faculdade de Engenharia.
- Actividade 7** Estudo de possibilidades de melhoramento da geometria no modelo bi, tridimensionais e no modelo matemático do processo a partir dos dados recolhidos, na Faculdade de Engenharia
- Actividade 8** Análise e discussão dos resultados e desenho do forno protótipo otimizado.
- Actividade 9** Elaboração de um relatório de progresso e de um relatório final. Disseminação da informação para as padarias que colaboraram na execução do projecto e do desenho do forno protótipo otimizado aos potenciais financiadores com vista a sua aplicação, na Faculdade de Engenharia

CRONOGRAMA DAS ACTIVIDADES

Actividades	Meses											
Actividade 1	■	■										
Actividade 2			■	■								
Actividade 3				■								
Actividade 4					■							
Actividade 5						■						
Actividade 6						■	■	■				
Actividade 7									■	■		
Actividade 8				■			■			■	■	
Actividade 9					■			■			■	■

RESULTADOS ESPERADOS

Actividade	Resultados
Actividade 1	Conhecer todas as padarias de Maputo e Matola para avaliação do consumo específico teórico.
Actividade 2	Avaliação do consumo específico real das padarias
Actividade 3, 4 e 5	Aumentar as qualidades físico químicas do tijolo semi-refractário de forma a influenciar positivamente no rendimento da combustão do forno
Actividade 6 e 7	Resultados qualitativos e quantitativos do perfil de fluxo dos gases, otimizar os fenómenos de transporte, redução das emissões gasosas.
Actividade 8	Baixo consumo de lenha, aumento de produtividade e redução do custo de produção e consequentemente o custo de aquisição.
Actividade 9	Demonstrar a aplicabilidade as potencialidades do forno protótipo na sociedade e garantir a sua continuidade.

RESULTADOS ESPERADOS

Actividade	Resultados
Actividade 1	Conhecer todas as padarias de Maputo e Matola para avaliação do consumo específico teórico.
Actividade 2	Avaliação do consumo específico real das padarias
Actividade 3, 4 e 5	Aumentar as qualidades físico químicas do tijolo semi-refractário de forma a influenciar positivamente no rendimento da combustão do forno
Actividade 6 e 7	Resultados qualitativos e quantitativos do perfil de fluxo dos gases, otimizar os fenómenos de transporte, redução das emissões gasosas.
Actividade 8	Baixo consumo de lenha, aumento de produtividade e redução do custo de produção e consequentemente o custo de aquisição.
Actividade 9	Demonstrar a aplicabilidade as potencialidades do forno protótipo na sociedade e garantir a sua continuidade.

ORÇAMENTO

Actividade 1		Duração 2 mês			
Actividades/Despesas		Quant.(dias)	Preç.Unit (USD)	Total (USD)	
1	Aluguer de Transporte	25	150.00	3,750.00	
	Combustível	25	30.00	750.00	
	Ajudas de custos	Investigador Principal	30	36.00	1,080.00
		Investigador Supervisor	10	36.00	360.00
		Investigador	25	36.00	900.00
		Colaborador	15	36.00	540.00
	Salários	Investigador Principal	25	50.00	1,250.00
		Investigador Supervisor	15	50.00	750.00
		Investigador	25	50.00	1,250.00
		Colaborador	15	25.00	375.00
Actividade 2					
Actividades/Despesas		Quant.(dias)	Preç.Unit (USD)	Total (USD)	
2	Aluguer de Transporte	30	150.00	4,500.00	
	Combustível	30	30.00	900.00	
	Ajudas de custos	Investigador Principal	35	36.00	1,260.00
		Investigador Supervisor	10	36.00	360.00
		Investigador	30	36.00	1,080.00
		Colaborador	20	36.00	720.00
	Salários	Investigador Principal	30	50.00	1,500.00
		Investigador Supervisor	15	50.00	750.00
		Investigador	30	50.00	1,500.00
		Colaborador	20	25.00	500.00
Actividade 3,4 & 5					
Actividades/Despesas		Quant.(dias)	Preç.Unit (USD)	Total (USD)	
3	Aluguer de Transporte	30	150.00	4,500.00	
	Combustível	30	30.00	900.00	
	Ajudas de custos	Investigador Principal	15	36.00	540.00
		Investigador Supervisor	5	36.00	180.00
		Investigador	30	36.00	1,080.00
		Investigador auxiliar	20	36.00	720.00
	Salários	Investigador Principal	10	50.00	500.00
		Investigador Supervisor	10	50.00	500.00
		Investigador	30	50.00	1,500.00
		Investigador auxiliar	20	50.00	1,000.00

Actividade 6 & 7		Duração 5 meses		
Actividades/Despesas		Quant.(dias)	Preç.Unit (USD)	Total (USD)
4	Ensaio Laboratoriais na mesa bidimensional Tridimensional	90		5,000.00
	Salários			
	Investigador Principal	60	50.00	3,000.00
	Investigador Supervisor	30	50.00	1,500.00
Actividade 8 & 9		Duração 3 meses		
Actividades/Despesas		Quant.(dias)	Preç.Unit (USD)	Total (USD)
5	Elaboração de relatórios	30	50.00	1,500.00
	Divulgação e comunicações	3	500.00	1,500.00
Consumíveis				
Actividades/Despesas		Quant.(dias)	Preç.Unit (USD)	Total (USD)
6	Papel	25	25.00	625.00
	Tonner	5	150.00	750.00
	Blocos de notas	10	2.00	20.00
	Flash Drive	3	150.00	450.00
7	Serviços de terceiros			1,000.00
8	Subtotal 1			46,340.00
9	Gestão do Projecto (CEE/UP)	10%		4,634.00
10	Subtotal 2			50,974.00
11	Contingências	5%		2,548.70
12	GRANDE TOTAL			53,522.70

REFERÊNCIAS

Carvalho M. G.; Coelho, P.J. and Nogueira, M.; 1992. *Mathematical Modelling of Heat Transfer in Combustion Chambers*. ICHEME; Vol. 1 pp1-15

Carvalho M. G. and Martins M.; 1992. *Heat and Mass Transfer in Electrical Heated and Natural Convection Baking Oven*. ICHEME; Vol.1 pp. 699-709

Fahloul, D.; Trystram, G.; McFarlane, I. and Duquenoy; 1995. *Measurements and Predictive Modelling of Heat Fluxes in Continuous Baking Ovens*. J. Food Eng.; Vol. 26; Nr. 4; pp.469.

Lucas, C. and Blasiak, W.; 1994. "Optimization of Biomass Fired Bakery Ovens Used in Mozambique", Eurotherm Seminar nº. 35, Compact Fired Heating Systems, Leuven Belgium, 26-27 May.

J.M.; 1991 "Modelling of Gas-Fired Furnaces and Boilers", British Gas. Elements. J. Institute of Energy; pp.163-173.

Zanoni, B. and Peri C.; 1993. *A Study of the Bread-Baking Process. I: A Phenomenological Model*. J. Food Eng.; Vol. 19, pp. 389-398

Tong, C. H. and Lund, D. B.; 1995. *Microwave Heating of Baked Dough Products with Simultaneous Heat and Moisture Transfer*. J. Food Eng.; Vol.19, pp.319-339.