
Simulação de custos no uso de fontes alternativas de energia nas indústrias ceramistas de Manacapuru e Iranduba - AM

Simulation of costs in the use of alternative sources of energy in industries and ceramists Manacapuru and Iranduba - AM

Fabiane Fernandes Pinto¹
Mariomar de Sales Lima²
Luis Roberto Coelho Nascimento³
Sandro Dimy Barbosa Bitar⁴

RESUMO

As indústrias de cerâmica do Estado do Amazonas possuem grande representatividade na economia local e a falta de material para a geração de queima tem se apresentado como um dos maiores entraves desse setor. Por outro lado, com o advento do gasoduto Coari-Manaus essa limitação parece tender a uma solução definitiva. No entanto, os empresários desse setor ainda se mostram receosos quanto ao uso dessa nova tecnologia, em virtude dos prováveis investimentos que terão de ser realizados na mudança da matriz energética. Nesse sentido, a Embrapa tem realizado experimentos de plantios no uso de espécies nativas de *acacia mangium* para a produção de lenha a esse setor. Dessa forma, o presente estudo buscou realizar uma simulação de custos no uso do gás natural e da lenha de reflorestamento de acácia com vistas a identificar, do ponto de vista dos custos, a alternativa de energia que se mostra mais atrativa para o empresário. Para tanto, tomou-se como análise as etapas que envolvem o processo produtivo na fabricação de tijolos, identificando os custos e despesas diretas e indiretas e os custos e despesas variáveis e fixos, o que possibilitou, posteriormente, realizar uma análise do nível ótimo de produção no uso dessas duas matrizes energéticas. Dos resultados obtidos verificou-se que, a opção pelo reflorestamento com a *acacia mangium* vem a ser uma alternativa vantajosa aos empresários que vislumbram o curto prazo como garantia de retorno do investimento, ao contrario do gás natural que se apresenta como tecnologia vantajosa apenas no longo prazo.

Palavras-Chaves: Indústria de cerâmica. Custos. Geração de energia.

ABSTRACT

Ceramic Industries of the State of Amazonas have great representation in the local economy and the lack of material for burning has emerged as one of the greatest barriers in this sector. Moreover, with the advent of Coari-Manaus this limitation

¹ Mestre em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Amazonas; e-mail: fabianefernandis@gmail.com.

² Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; professora (Adjunto 4) da Universidade Federal do Amazonas; e-mail: mariomar.lima@ig.com.br

³ Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco; Professor Adjunto da Universidade Federal do Amazonas; e-mail: saint_louis@bol.com.br

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará; Professor Adjunto da Universidade Federal do Amazonas; e-mail: sandrobital@gmail.com

seems to tend to a definitive solution. However, entrepreneurs in this sector still show wary about using this new technology, because of likely investments that must be made in changing the energy matrix. Accordingly, EMBRAPA has conducted experiments in the use of plantations of native species of *Acacia mangium* for firewood production in this sector. Thus, the present study sought to conduct a simulation costs in the use of natural gas and firewood acacia reforestation in order to identify the point of view of costs, alternative energy that proves more attractive to the entrepreneur. For that, taken as analysis steps that involve the production process in the manufacture of bricks, identifying costs, direct and indirect expenses, variable and fixed costs, which allowed later to perform an analysis of the optimal level of use in production of these two energy matrices. From the results it was found that the choice of reforestation with *Acacia Mangium* becomes an attractive alternative for entrepreneurs looking out over the short term as a guarantee of return on investment, unlike natural gas technology that presents itself as advantageous only in the long term.

Keywords: Ceramic industry. Costs. Power generation.

1. Introdução

A indústria ceramista do Estado do Amazonas é um segmento muito importante para a economia local. A produção de telhas, cerâmica de revestimento e tijolos é completamente absorvida pela indústria da construção civil do próprio Estado. Indubitavelmente, dessa demanda, os resultados econômicos se multiplicam por meio da geração de mais empregos, salários e lucros empresariais, além do emprego de novas tecnologias.

As estatísticas da ACERAM (2012) acusam que os municípios de Manacapuru e Iranduba comportam o maior número de olarias de todo o Estado do Amazonas, ou seja, cerca de 35 empresas exploram efetivamente o segmento ceramista. Naturalmente, com o crescimento da indústria da construção civil, em Manaus, esse setor vem tentando responder a demanda com maior escala de produção, de modo que exigirá a ampliação da estrutura produtiva existente, bem como a queima de maior quantidade de madeira para a geração de energia.

A geração de energia a partir da queima da madeira extraída da floresta tem gerado muita discussão entre os ambientalistas, posto que, conforme estimativa da Embrapa, os municípios de Manacapuru e Iranduba juntos conformam um desmatamento expressivo, de 18% em comparação ao seu próprio estoque de reservas florestais.

Apesar da implantação do gasoduto Coari-Manaus que possibilitará a entrega do gás nas proximidades das olarias, no entanto, não se vê muito entusiasmo por parte dos ceramistas em modificar a tecnologia de produção capaz de comportar o uso do gás. Os

empresários parecem se mostrarem propensos em manter uma tecnologia à base da lenha, uma vez que não precisariam realizar novos investimentos para modificar o processo de produção que as capacitam em utilizar o gás natural.

O cálculo econômico dos empresários ceramistas parece lhes indicar que produzir cerâmica tendo como fonte de energia a queima de madeira nativa é mais econômico, uma vez que os custos de produção parecem ser reduzidos, o que não afetariam as receitas empresariais. De fato, parece que o baixo preço da lenha oferecido às indústrias ceramistas vem a ser um dos fatores que contribui para a sua contínua utilização na queima de madeira na produção cerâmica, além é claro, da resistência dos ceramistas frente à possibilidade de envolver-se em custos altos por conta de mudanças tecnológicas de fontes alternativas de energia. Essa desconfiança só retardará o uso do gás natural e prolongará a queima de madeira sem qualquer controle ambiental.

O que pode inferir, de imediato, é que a disponibilidade da lenha, a incerteza quanto aos custos envolvidos na aquisição do gás natural do gasoduto Coari-Manaus, somado aos esforços das pesquisas experimentais da Embrapa, cultivando espécies de lenha para transferir o cultivo para domínio dos ceramistas, não há dúvida que reforça a resistência do empresariado contra o uso do gás.

Além disso, a falta de informação mais aprofundada sobre os benefícios econômicos e ambientais no uso do gás natural candidata-se como um dos fatores que inibe os empresários a manifestarem desejo de mudar sua matriz energética. Para mitigar esse problema pode-se recorrer a estudos de simulação que possibilitem mostrar as vantagens e desvantagens de fontes de energia alternativas. Assim sendo, este estudo realizou uma simulação de custos com o uso da lenha e do gás natural, na tentativa de mostrar quais das matrizes se revelam mais atrativa para a indústria ceramista. No plano específico realizou-se: a) uma simulação dos custos de produção a partir do uso da tecnologia da lenha reflorestada, bem como do gás natural, tomando como estudo uma empresa de médio porte; b) uma análise nos níveis de ponto ótimo no uso das duas matrizes energéticas.

Diante do exposto, a realização deste estudo poderá contribuir com elementos para fomentar a discussão sobre a temática abordada, bem como fornecendo subsídios para que as organizações patronais e ambientais possam obter parâmetros mais confiáveis para formular opiniões sobre a governança no trato da produção sustentável destinado a produção do setor ceramista. Para tanto se estruturou este artigo em cinco

seções, incluindo esta de caráter introdutório. A segunda seção apresenta o marco conceitual com os fundamentos que auxiliam a compreensão do estudo. A terceira seção contém o método de análise, que traz a estrutura analítica da simulação de custos. A quarta seção trás a descrição dos resultados e suas devidas análises e, por fim, tem-se a conclusão, seguida das referências bibliográficas.

2. Referencial Teórico

Esta seção contém o suporte teórico do estudo estando compostas por quatro enfoques principais quais sejam: o mercado de cerâmica vermelha no Amazonas, o uso de Fontes alternativas de energia nas indústrias de cerâmica do Amazonas, economia e os custos de produção e, por último, composição dos custos de produção.

2.1 O mercado de cerâmica vermelha no Amazonas

No Amazonas as indústrias de cerâmica vermelha estão concentradas principalmente nos municípios de Manacapuru e Iranduba, com 32 empresas representando 90% da produção de cerâmica vermelha do Estado e gerando aproximadamente 4.000 empregos diretos e 12.000 indiretos (ACERAM, 2012), que de acordo com D'Antona (2007) são de origem local, sendo o Polo de Cacau-Pireira a área de maior concentração dessa mão de obra.

De acordo com o Núcleo Estadual de Arranjos Produtivos Locais no Amazonas-NEAPL/AM (2008), essa produção está concentrada em tijolos de oito furos (tijolo tradicional) tendo como principal mercado consumidor a capital Manaus e alguns poucos municípios do entorno de Manacapuru e Iranduba.

Apesar de muitas empresas concentrarem sua produção em tijolos convencional, nota-se que algumas já possuem diversificação em sua produção, produzindo blocos estruturais, telhas e pisos cerâmicos.

De acordo com o "Diagnóstico do Polo Oleiro-Cerâmico", elaborado pelo SEBRAE no ano de 2009, o mercado de cerâmica vermelha do Amazonas é considerado equilibrado, em que a oferta atende as demandas de mercado, não havendo com isso a formação de estoques nas fábricas. Essa condição, possivelmente, demonstra que muitas empresas podem estar operando abaixo da capacidade produtiva e com capital de giro limitado.

2.2 O Uso de Fontes Alternativas de Energia nas Indústrias de Cerâmica do Amazonas

O setor ceramista, de um modo geral, vem buscando alternativas para a geração de queima nos fornos das olarias. Essa preocupação, decorrente principalmente da pressão ambiental pelo uso de lenha das florestas nativas, tem levado o setor a experimentar outras fontes de energia de modo a compatibilizar seus custos de produção com a demanda exigida pelo mercado.

Levando isso em conta, algumas empresas do Polo Cerâmico do Amazonas já experimentaram o caroço do açaí, o pó de serragem, o capim elefante e resíduos de madeira, sendo este último o mais consumido pela maior parte das empresas, e para algumas representam o único insumo energético (LIMA, 2011).

Apesar da predominância dos resíduos de madeira nos fornos das olarias, os empresários parecem se mostrarem insatisfeitos quanto à uniformidade do poder de queima gerado pelo insumo, o qual é composto de podas urbanas e madeira destinada a aterros sanitários e, por restos de madeira oriundos principalmente da construção civil e do Polo Industrial de Manaus.

Do ponto de vista ambiental, a geração de energia por meio da biomassa, provinda de reflorestamento, tem se mostrado uma alternativa para as indústrias que consomem lenha ou carvão, pois possuem o potencial de gerar energia sem a liberação líquida de CO₂, que contribui para o chamado efeito estufa, e por não poluir as fontes fósseis, além disso, por ser um recurso renovável, pode ter uma produção sustentável (BARROS, 2006).

Levando isso em conta, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vinculada ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento tem realizado pesquisas em torno desta problemática como forma de identificar e propor alternativas de cultivo que possam atender a esta necessidade e gerar ganhos de produtividade para as empresas de forma sustentável.

Nesse contexto, projetos de plantio utilizando espécies nativas exóticas têm indicado que é possível produzir lenha de forma sustentável, a partir de plantios homogêneos. E, dentre os experimentos realizados, as espécies de *acacia mangium* se mostraram com o melhor desempenho na produção de biomassa e teor de umidade, fatores considerados por Barros (2006) como satisfatórios na produção de lenha e carvão.

Apesar disso, o empresário visa atender a falta de material de queima num curto espaço de tempo, e para muitos a espera pelo período de corte, cerca de três anos, da biomassa pode representar um custo de oportunidade em detrimento de outra fonte de energia.

Nesse sentido, os empresários ceramistas buscam alternativas que possam mitigar essas desvantagens e proporcionar aumento na produtividade e melhoria na qualidade do produto. Com isso, o gás natural de Coari-Urucu tem se apresentado como uma alternativa vantajosa para solucionar tal problema.

Levando isso em conta, Mannarino (2005) afirma que o gás natural torna-se favorável às indústrias de cerâmica em virtude do seu poder de combustão limpa, que sendo isenta de agentes poluidores, torna-se “um combustível ideal para processos que exigem a queima em contato direto com o produto final”.

Por outro lado, o poder de combustão dessa tecnologia favorece os processos de queima e de secagem, pois possibilita um maior controle das temperaturas nos fornos em comparação aos outros insumos energéticos (SCHWOB, 2007).

E, como o processo de queima é apontado pelos empresários como um das etapas mais importantes no processo, pois dão aos produtos as características essenciais como resistência e cor que influenciam diretamente na comercialização do produto, utilizar esse combustível representam incrementos de qualidade ao produto e ganhos de competitividade no mercado.

2.3 Economia e os Custos de Produção

A produção de qualquer bem requer a realização de escolhas dentre as alternativas que melhor maximize a produção da unidade econômica, a partir de um dado custo ao adquirir e combinar os fatores de produção. Essa relação é estudada por meio da função produção, na qual as quantidades de bens ou serviços produzidos são obtidas a partir de um custo mínimo de produção (LEFTWICH, 1997).

A função de produção para qualquer bem é simplesmente a relação entre a produção resultante da combinação tecnológica de vários insumos empregados em um determinado período de tempo (CUNHA, 2004; MANSFIELD, 1980), o que possibilita ao empresário selecionar a melhor tecnologia para que se produza a maior quantidade de bens ou serviços pelo menor custo de produção. Ora, se a firma tem como problema a maximização de lucro, certamente, o cálculo econômico exige que ela minimize o custo

de produzir uma dada quantidade de produto ou maximizar o produto sujeito a um dado nível de custo.

A empresa terá que determinar, dentre várias combinações de insumos, a que lhe possibilitar obter o ponto ótimo da produção com menor custo. Como maneira de exemplo, se o preço do fator trabalho for “w” por unidade contratada e o preço do capital for “r” por unidade, então as combinações de insumos que podem ser obtidas por um gasto total de \$C devem satisfazer uma equação de custo, tal como (CUNHA, 2004; MANSFIELD, 1980; PINDYCK, 1994):

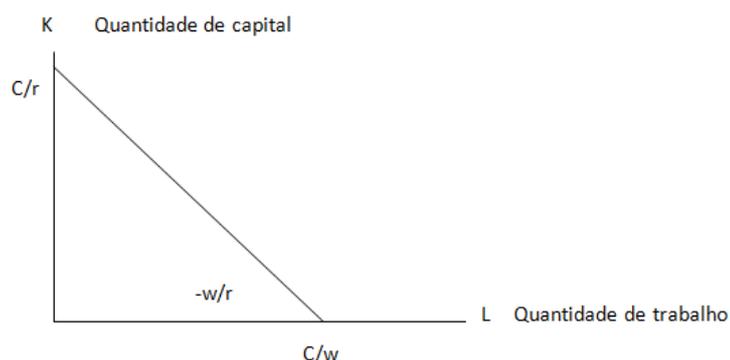
$$wL + rK = C$$

Em que L é a quantidade de trabalho empregada e K é a quantidade de capital empregado. Assim, dados w, r e C, tem-se a seguinte expressão algébrica:

$$K = \frac{C}{r} - \frac{w}{r}L$$

Decorre que as várias combinações de capital e trabalho que podem ser compradas, dados w, r e c, podem, portanto, ser representada por uma reta como ilustra a **figura 01**. O trabalho é tratado no eixo horizontal e o capital, no eixo vertical. Essa linha é chamada na teoria econômica de curva de isocusto, que exhibe todas as possíveis combinações de capital (K) e trabalho (L), que tem o mesmo custo, com inclinação igual a $-w/r$ (CUNHA, 2004; MANSFIELD, 1980; PINDYCK, 1994).

Figura 01 - Curva de isocusto



Fonte: Mansfield (1980)

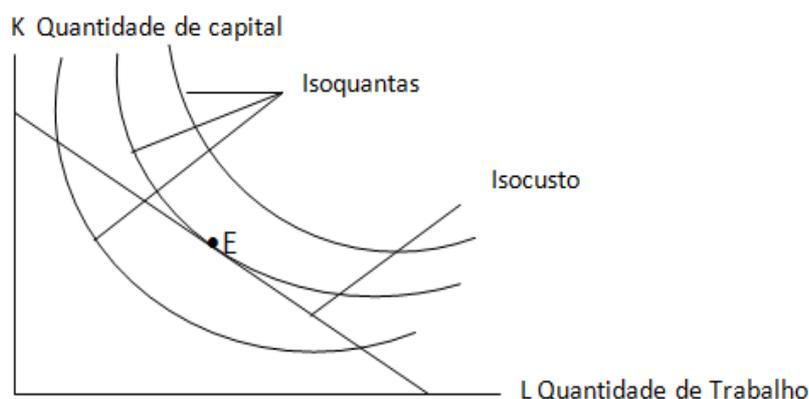
Dispondo da linha de isocusto e da isoquanta pode-se determinar a maximização do produto para determinado custo. Para efeito de otimização condicionada, basta determinar o ponto de tangência entre a isocusto e a isoquanta. A **figura 02** ilustra esse ponto de tangência que é o próprio equilíbrio. No ponto E, a combinação de insumos de

custo mínimo deve ocorrer nesse ponto, dado que a inclinação da curva da isocusto é exatamente igual à inclinação da isoquanta, ou seja:

$$\frac{PM_{gw}}{w} = \frac{w}{r}, \text{ de forma que } \frac{PM_{gw}}{w} = \frac{PM_{gr}}{r}.$$

Onde PM_{gw} , PM_{gr} são os preços dos produtos marginais dos insumos K e L; w e r são os preços dos insumos K e L, respectivamente.

Figura 2 – Maximização do produto para um dado custo.



Fonte: Cunha, 2004.

A estrutura de isocusto-isoquanta é um instrumental valioso para o encaminhamento de muitos problemas envolvendo o papel da transferência de tecnologia ou mudança tecnológica. As empresas ceramistas contam, atualmente, com duas opções tecnológicas de geração de energia para a queima da cerâmica. A ideia é definir, a partir de parâmetros empíricos, a tecnologia mais eficiente do ponto de vista dos custos. A empresa ao optar por uma tecnologia de produção, por um ou mais insumos, não estará incorrendo em dispêndios monetários, mas também em custos de oportunidade.

Em muitas situações, os economistas estão interessados nos custos sociais da produção, ou seja, os custos sociais quando seus recursos são empregados para produzir um determinado produto em detrimento de outro produto. Depois que algum insumo é despendido na produção, por exemplo, tijolos, este pode não ser usado para produzir um piso cerâmico. Para um economista, o custo de produzir certo produto como o de telhas é o custo de outros produtos (tijolos) que poderiam ter sido alocados de modo diferente. Este custo é o chamado custo de oportunidade.

2.4 Composição dos Custos de Produção

Além dos custos de oportunidade em uma estrutura de produção verificam-se na literatura diversos autores que ressaltam a análise dos custos de produção como sendo essenciais na determinação da produção econômica. Nesse sentido Castro *et al.*(2009) analisa os custos de produção como um dos fatores determinantes na escolha da tecnologia a ser utilizada no processo produtivo, em que a melhor combinação dos fatores possibilita a minimização dos custos de produção.

Partindo dessa concepção, Cunha (2004) enfatiza que os custos possuem uma finalidade de planejamento da atividade econômica, com característica bem dinâmica, podendo ser “alterado, modificado, refeito e avaliado a todo instante”. No entanto, para que se compreenda sua finalidade é necessário assimilar, como princípios básicos, os conceitos de custos em termos econômicos. Desse modo, para a realização desse estudo, será utilizado o conceito proposto por Castro *et al.* (2009), que considera os custos econômicos como explícitos e implícitos:

- a) Os custos explícitos referem-se ao desembolso efetivamente realizado, com a compra de insumos, o pagamento de mão de obra, os encargos e as despesas gerais.
- b) Os custos implícitos dizem respeito àqueles para os quais não ocorrem desembolsos efetivos, como a depreciação de máquinas, equipamentos e instalações.

De forma complementar, Carneiro *et al.* (2006) ressalta a importância da classificação dos custos na elaboração de informações gerenciais para a base do processo de decisão nas empresas. Neste, os custos são classificados como diretos e indiretos e como fixos e variáveis. Os custos diretos “são aqueles identificados e associados aos produtos e serviços”. Esses custos referem-se às despesas realizadas diretamente no processo industrial do produto. Já os custos indiretos “são aqueles cuja associação direta e objetiva aos produtos e serviços não é possível”, mas dão a sustentação ao funcionamento da atividade produtiva.

Os custos fixos, por sua vez, são definidos como o valor que não sofre nenhuma influência do nível da atividade da empresa, enquanto que os custos variáveis, ao contrário dos fixos, variam de acordo com o nível da atividade econômica. (CARNEIRO *et al.* 2006). Dessa forma, os custos fixos são os fatores de produção cuja quantidade utilizada num determinado período de tempo é mantida inalterada, já os custos

variáveis podem ser aumentados ou diminuídos de acordo com a quantidade empregada durante o processo produtivo.

No que dizem respeito ao tempo estabelecido, as análises são feitas no curto prazo e no longo prazo. No primeiro, as quantidades dos insumos variam parcialmente, sendo que um ou mais insumos permanecem inalterados, ou seja, quando um dos fatores é considerado fixo e outros fatores variáveis. Na análise de longo prazo existe um tempo suficientemente grande que permite variar todos os fatores empregados no sistema produtivo, sendo possível para a firma variar o tamanho da capacidade instalada de produção.

Nesse sentido, a compreensão entre produção e custos, permite realizar uma análise acerca da formação dos preços dos produtos, bem como da escolha quanto ao uso da tecnologia (VASCONCELLOS, 2004). A melhor forma de combinação dos recursos existentes influenciará na formação do preço final dos produtos ou serviços e, ainda, na receita do empresariado. Assim, uma análise de curto e de longo prazo é essencial para que a empresa possa maximizar seus lucros.

3. Metodologia

Conforme mencionado anteriormente, o estudo foi realizado no Polo da Indústria Cerâmica do Estado do Amazonas, que comportam atualmente trinca e cinco empresas. As empresas foram selecionadas de acordo com a experiência no uso da *acacia mangium*, uma vez que o estudo faz uma análise comparativa no uso dessa biomassa e do gás natural.

Sendo assim, foram elaboradas quatro tabelas com dados consolidados referentes aos custos fixos e variáveis e os custos diretos e indiretos envolvidos nas etapas do processo de produção de tijolos, que compreende: Extração da matéria-prima, Preparação da massa cerâmica, Moldagem, Secagem, Queima e Expedição.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas e observações *in loco* em duas empresas de cerâmica de porte médio, situadas na Estrada Manoel Urbano, no município de Iranduba – AM, os nomes das empresas não foram identificados a pedido dos próprios empresários.

Para se verificar o ponto ótimo de consumo da lenha elaborou-se um modelo, tomando como base o princípio do Lote Econômico, que de acordo com Henrique e Villar (2009) corresponde a uma decisão por parte das empresas em comprar ou produzir

algumas partes de seus produtos, levando em consideração a minimização dos custos. Nessa escolha, a empresa ao se decidir por comprar, utilizará o Lote Econômico de Compras, e ao se decidir em produzir, opta pelo Lote Econômico de Fabricação.

Dessa forma, como o presente estudo trata dos custos no uso de duas matrizes energéticas, sendo uma delas a lenha de *acacia mangium* provinda do Reflorestamento, buscou-se realizar uma análise do ponto de vista dos custos para verificar se é vantajoso para o empresário produzir essa biomassa ou adquiri-la no mercado. Sendo assim, considerou-se apenas o Lote Econômico de Fabricação (LEF) e as seguintes hipóteses para testar o modelo:

1- Nesse modelo interpreta-se a produção de lenha *acacia mangium* como sendo o produto principal. A ideia é pensar que a acácia é o principal produto e que deverá ser escoado na etapa seguinte, que é a produção de tijolos. Assim o produtor é ao mesmo tempo fabricante e consumidor. Nesse modelo agrega-se o custo de fabricação e o custo de *setup* (postos de trabalho que participarão no transporte desse pedido, equipamentos que serão utilizados etc.), que é denotado por C_s . Entende-se que o produto já estará disponível, mas precisará ser deslocado para área de produção, o que corresponde à segunda etapa do processo.

2- O lote deve ser fabricado para atender a uma demanda igual a D m³ de acácia;

3- O tamanho de cada lote, denotado por Q_L (em m³), é tal que $Q_L \leq D$;

4- O número de lotes fabricados que será denotado por n será estimado por D/Q_L ;

5- O custo unitário de fabricação (R\$/m³) será identificado por C_f .

6- Considerou-se uma “penalização” sobre o valor monetário utilizado na produção. Se o valor estivesse investido no mercado financeiro retornaria uma rentabilidade de $i\%$ no período considerado. De outra forma, se o fabricante não possui o capital para produção deveria adquiri-lo no mercado a uma taxa de $i\%$ no período por esse valor. Dessa forma i será a porcentagem paga no período devido ao capital utilizado para fabricação de 1 m³. O valor assumido da taxa é de 6% ao ano, ou 0,5% ao mês, compatível com a taxa da poupança.

7- Assumiu-se que para o custo de reposição de preparação do pedido (abastecimento do estoque para produção dos tijolos) são necessários 6h de trabalho envolvendo três homens. Além disso, foi considerado o custo por hora do transporte utilizado nessa operação.

Levando essas hipóteses em consideração, o custo médio (variável) associado à quantidade Q_L de acácia foi estimada pela seguinte função:

$$C(Q_L) = \frac{D}{Q_L} C_s + \frac{Q_L}{2} i C_f$$

Com isso, o objetivo desse modelo é a minimização de C , ou seja, encontrar o valor de Q_L que minimiza C . Assim, a primeira parcela avalia o custo do pedido e a segunda parcela o custo de fabricação, sendo $Q_L/2$ o estoque médio do período.

No quadro abaixo se apresenta os resultados agregados com os resultados obtidos com o modelo.

Quadro 01- Resultado do Modelo Matemático para tamanho do Lote Econômico de *acacia mangium*.

Discriminação	Valor	Explicação
Demanda de acácia (15000 milheiros)	6.977 m ³	Considerando 0,8 st (conforme coeficiente técnico da EMBRAPA).
Número de Lotes por mês (n)	8	Nesse caso deverá haver reposição de estoque para produção imediata, de 4 em 4 dias.
Tamanho do Lote (Q_L)	69,82m ³	Quantidade ótima encontrada com o modelo. Cada lote deverá conter 69,82 m ³ de acácia.
Custo Unitário da Produção (R\$/m ³)	R\$ 301,69	Esse é o valor unitário gasto para produzir 1 m ³ com base no custo obtido sobre o valor de Q_L . Assim para a produção anual de milheiros serão gastos R\$ 301,69 para cada m ³ produzido.
Milheiro	15.000	Demanda anual que deu origem à demanda de acácia.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Depois de feita às devidas análises com o modelo do LEF, buscou-se verificar o ponto ótimo de produção dos tijolos quando se usa o gás natural e a lenha acácia. Para tanto, recorreu-se ao conceito de Ponto de Nivelamento que possibilita identificar a partir de quantas unidades produzidas o investimento realizado passa a ter retorno ao empresário na forma de lucros, ou seja, é o ponto em que a Receita Total e o Custo Total se igualam, sinalizando o volume de produção mínima capaz de gerar o lucro empresarial (CUNHA 2004, p. 146).

Partindo desse princípio, foram extraídas as informações da **tabela 04**, que reúnem dados quanto aos custos variáveis e da **tabela 05** quanto aos custos fixos, levando-se em conta o uso da lenha e do gás natural, de forma a obedecer a seguinte fórmula:

$$q = \frac{CF}{PV - CVM_e}$$

Em que:

q = unidades correspondentes de tijolos ao ponto ótimo de produção;

CF = soma do Custo Fixo total;

PV = preço máximo de comercialização do milheiro dos tijolos no chão de fábrica, igual a R\$150,00;

CVMe = Custo Variável Médio obtido com a divisão do Custo Variável pela quantidade de 15.000 milheiros de tijolos.

Por fim, foram incorporados às respectivas análises quanto ao valor computado para o mínimo custo com a lenha de reflorestamento e, com os custos identificados quando se usa o insumo gás natural para a produção dos tijolos.

4. Apresentação dos Resultados

Na **tabela 01** que trata dos Custos e despesas diretos da indústria ceramista observa-se que, comparativamente, os custos de produção no uso da lenha acácia e do gás natural só serão diferenciados na etapa que envolve o processo de queima dos produtos, no caso tijolos. Essa diferença em valores monetários faz com que a lenha acácia obtenha uma vantagem de custos de R\$ 1.137.332,47 em relação ao gás natural.

Tabela 01- Custos e despesas diretos da indústria Ceramista.

Lenha do Reflorestamento	Valor (R\$)	Gás Natural	Valor (R\$)
1-Extração da argila	R\$ 318.200,00	1-Extração da argila	R\$318.200,00
2-Transformação		2- Transformação	
a)Preparação	R\$39.300,00	a)Preparação	R\$39.300,00
b) Moldagem	R\$331.080,00	b) Moldagem	R\$331.080,00
c) Secagem	R\$ 76.080,00	c) Secagem	R\$ 76.080,00
d) Queima	R\$298.040,00	d) Queima	R\$ 1.435.372,47
e) Expedição (no pátio da empresa)	R\$ 70.000,00	e) Expedição (no pátio da empresa)	R\$ 70.000,00
Total com Transformação	R\$1.132.700,00	Total com Transformação	R\$2.270.032,47
(/) Total da produção ano	15.000milheiros	(/) Total da produção ano	15000
(=) Custo Unitário direto de produção do milheiro	R\$ 75,5133	(=) Custo Unitário direto de produção do milheiro	R\$ 151,3354

Fonte: Adaptação dos autores. Retirado do Diagnostico socioeconômico do setor ceramista – realizado pelo CPRM- Serviço Geológico do Brasil.

Tal diferença tem sua origem na quantidade necessária para a geração de energia, que com o uso do gás natural serão demandados por volta de 35,71m³ para queimar uma tonelada da matéria-prima argila, enquanto que a lenha acácia realiza o mesmo

processo com 1,72 m³, isto considerando as condições naturais da argila e a capacidade de consumo dos fornos, que submetidos a acompanhamentos técnicos de manuseio e operação esse consumo se reduz a 1m³ por milheiro de lenha.

Esse resultado evidencia o alto poder calorífico que a biomassa possui e que, de acordo com Barros (2006), proporciona uma queima mais uniforme e de maior qualidade se comparado com os resíduos de madeira, pois se tratam de uma espécie com baixo poder de umidade e de grande produção de biomassa, características consideradas essenciais na produção de lenha e carvão. Além disso, o custo com a aquisição da biomassa é considerado baixo, havendo apenas as despesas com mão de obra e transporte da lenha para os fornos, já que nesse primeiro momento não são considerados os custos de produção com essa energia, logo, em curto prazo, o gás natural apresenta-se desvantajoso do ponto de vista desses custos.

Somando a isso, a lenha acácia colabora para a geração de dezesseis postos de trabalho a mais que com o uso do gás natural, o que contribui para o aumento na oportunidade de emprego a população local, uma vez que a maioria da mão de obra empregada é do próprio município onde as empresas estão instaladas. Tal fato é ilustrado na **tabela 02**, na qual se observa que com a lenha os custos com mão de obra são superiores ao do gás natural, notoriamente nos custos e despesas diretas e custos e despesas fixas.

Tabela 02 - Custos e Despesas com mão de obra

Mão de obra <i>acacia mangium</i>			Mão de obra Gás Natural		
Item	Qt.	Valor R\$	Item	Qt.	Valor R\$
Custos e Despesas Diretas	41	R\$363.700,00	Custos e Despesas Diretas	25	R\$236.020,00
Custos e Despesas Indiretas	2	R\$15.360,00	Custos e Despesas Indiretas	2	R\$15.360,00
Custos e Despesas Variáveis	2	R\$15.360,00	Custos e Despesas Variáveis	2	R\$15.360,00
Custos e Despesas Fixas	45	R\$394.420,00	Custos e Despesas Fixas	29	R\$266.740,00

Fonte: Elaboração dos autores.

No entanto, do ponto de vista do empresário, a opção pelo uso da lenha representa um maior dispêndio com os custos operacionais de aproximadamente 68%, que com a opção pelo gás natural. Essa situação decorre da maior necessidade de funcionários para operar os fornos e para manter os estoques, enquanto que com o gás seriam necessários apenas dois funcionários para realizar o controle de queima, pois seu consumo é imediato não havendo a necessidade de estoque e de muitos operadores para manusear os fornos.

Relativamente aos custos e despesas indiretos anuais (**tabela 02**) indicam que o uso do gás natural reduz os custos com manutenção, neste caso no valor de R\$250.000,00. Tal vantagem ocorre por esse combustível se tratar de uma energia mais limpa que possui um baixo nível de emissões de partículas e gases e, com isto, possibilita obter produtos finais de maior qualidade a um menor nível de rejeitos, o que poderia compensar o aumento dos custos de fabricação com o uso deste combustível.

Tabela 03 – Custos e Despesas Indiretas na Indústria de Cerâmica

Lenha do Reflorestamento		Gás Natural	
Custos e Despesas Indiretas	Valor R\$	Custos e Despesas Indiretas	Valor R\$
Custo da mão de obra indireta na fábrica	R\$15.360,00	Custo da mão de obra indireta na fábrica	R\$15.360,00
Despesa com aluguel do prédio da fábrica	R\$20.000,00	Despesa com aluguel do prédio da fábrica	R\$20.000,00
Despesas fixas de comercialização	R\$10.000,00	Despesas fixas de comercialização	R\$ 10.000,00
Despesas administrativas fixas	R\$ 70.000,00	Despesas administrativas fixas	R\$ 70.000,00
Despesa com manutenção	R\$250.000,00	Despesa com manutenção	não necessita
Total	R\$ 365.360,00	Total	R\$ 115.360,00
(/) tijolos fabricados no ano	15000 milheiros	(/) tijolos fabricados no ano	15000 milheiros
(=) Custo unitário indireto	R\$ 24,36	(=) Custo unitário indireto	R\$ 7,69
(+) Custo unitário direto	R\$75,5133	(+) Custo unitário direto	R\$151,33549
(=) Custo unitário total do milheiro de tijolos	R\$ 99,87	(=) Custo unitário total do milheiro de tijolos	R\$ 159,03

Fonte: Adaptação do autor do “Diagnóstico socioeconômico do setor ceramista”- realizado pelo CPRM- Serviço Geológico do Brasil.

Isto posto, confere as vantagens do gás natural observada pela ACERAM (2012), que visualiza nesta alternativa de energia um combustível mais limpo o qual, além de proporcionar grande quantidade de energia na geração de queima, contribui para a limpeza na fábrica, gerando menores custos de manutenção, porque reduz a corrosão e não causa incrustações nos equipamentos, prolongando sua vida útil. Além disso, reduz problemas com poluição e controle do meio ambiente evitando gastos com sistemas antipoluentes e com tratamento de efluentes.

Neste prisma, o uso da lenha acácia também contribui para a redução dos impactos ao meio ambiente com a produção de biomassa que possui um teor de carbono fixo superior a 90% e teor de cinza de 0,16, para uma produção de biomassa de 70-105 t/ha, o que colabora para a redução de poluentes aéreos (AZEVEDO *et al.* 2002). Logo, do ponto de vista ambiental, as duas tecnologias tornam-se vantajosas, cabendo ao empresário a escolha pela alternativa de energia que lhe seja mais atrativa, uma vez que

ambas contribuem para a preservação do meio ambiente. Por outro lado, o total dos custos e despesas indiretos aponta que o gás natural seria a melhor alternativa, pois contribui com R\$ 7,69 do total desses custos por milheiro/ano fabricados. Já com a acácia esse custo se eleva para R\$24,36.

No que se refere aos custos e despesas variáveis (**tabela 04**) observa-se que os gastos com a extração da argila têm forte influência na composição dos custos da biomassa. Em razão disso, o consumo com o gás natural é que possui maior representatividade na composição desses custos com valor de R\$ 1.717.572,47.

Tabela 04 - Custos e despesas variáveis da indústria de cerâmica vermelha – AM.

Lenha do Reflorestamento			Gás Natural		
Custos e Despesas Variáveis	Und	Valor (R\$)	Custos e Despesas Variáveis	Und.	Valor (R\$)
a)matéria-prima argila	33.000 toneladas	R\$ 318.200,00	a)matéria-prima argila	33.000 toneladas	R\$ 318.200,00
b)insumo lenha	6.977m ³	R\$ 28.040,00	b)insumo gás	1.071.300 m ³	R\$1.384.012,47
c)mão de obra direta	2	R\$15.360,00	c)mão de obra direta	2	R\$15.360,00
TOTAL		R\$ 361.600,00	TOTAL		R\$ 1.717.572,47

Fonte: Adaptação do autor do “Diagnóstico socioeconômico do setor ceramista”- realizado pelo CPRM- Serviço Geológico do Brasil.

Tratando-se dos custos e despesas fixas (**tabela 05**), evidencia que, em virtude da maior necessidade de mão de obra para o uso da biomassa, esses custos se elevam quando comparados com o gás natural, havendo uma diferença de R\$127.680,00.

Tabela 05 - Custos e despesas fixas das indústrias ceramistas – AM.

Lenha do Reflorestamento			Gás Natural		
Custos e Despesas Fixas	Unid.	Valor R\$	Custos e Despesas Fixas	Unid.	Valor R\$
Custo da mão de obra	42	R\$394.420,00	Custo da mão de obra	29	R\$ 266.740,00
Despesa com aluguel do prédio da fábrica	-	R\$20.000,00	Despesa com aluguel do prédio da fábrica	-	R\$ 20.000,00
Despesas fixas com a comercialização dos produtos	-	R\$10.000,00	Despesas fixas com a comercialização dos produtos	-	R\$ 10.000,00
Despesas administrativas fixas	-	R\$70.000,00	Despesas administrativas fixas	-	R\$ 70.000,00
TOTAL		R\$ 471.380,00	TOTAL		R\$ 366.740,00

Fonte: Adaptação do autor do “Diagnóstico socioeconômico do setor ceramista”- realizado pelo CPRM- Serviço Geológico do Brasil.

Dessa forma, após a análise dos custos quanto às alternativas de insumo, gás natural e lenha *acacia mangium*, na matriz energética das indústrias de cerâmica, verifica-se que as vantagens quanto ao uso do gás natural estão inseridas na redução dos custos fixos com a utilização de um menor número de mão de obra e com os custos indiretos obtidos na redução de gastos na manutenção, o que para o empresário pode representar uma compensação pelo maior gasto com a aquisição dessa energia em comparação com a acácia, que possui vantagens nos custos diretos e variáveis, resultado do seu baixo custo de aquisição.

No entanto, a distribuição do gás natural se dará de forma contínua, sem haver interrupções no seu fornecimento, o que garante a sustentabilidade econômica dessa energia, pois o gasoduto Coari-Manaus tem previsão de fornecimento para mais de trinta anos com vistas a atender os mais diversos setores da economia (HENRIQUE; VILLAR, 2009).

Diante disso, considera-se oportuno analisar até que ponto a opção pelo reflorestamento com a espécie *acacia mangium* pode se tornar sustentável do ponto de vista econômico ao empresário, ou seja, se vale à pena assumir os custos de produção dessa biomassa, de modo a maximizar a receita empresarial a um menor custo possível.

Levando isto em consideração, a filosofia do Lote Econômico de Fabricação, tomando como base para o cultivo da *acacia mangium* mostrou que, para atender a demanda do mercado de 15.000 milheiros de tijolos ao ano, representada por Dm^3 , é necessário à produção de oito lotes por mês de lenha acácia, que ao ano corresponde a noventa e seis lotes. Isto posto, o empresário ceramista pode se adequar a variações na demanda de mercado, tendo como princípio essa produção de lotes, de forma a complementá-la ou não.

Além disso, os gastos com *setup* (postos de trabalho, transporte e equipamentos utilizados) tornam-se inferiores se comparados à quantidade de vezes em adquirir outro insumo energético, como os resíduos de madeira e pó de serragem, que o empresário semanalmente busca no mercado. E, como o cultivo dessa lenha é realizado em áreas próximas da fábrica, o custo com o pedido do lote se reduz significativamente, apesar de haver a necessidade de reposição do estoque a cada quatro dias, o consumo da biomassa ocorre de forma imediata.

Somando a isso, o modelo aponta que cada lote deve comportar $69,82m^3$ de acácia, o que corresponde à quantidade ótima (Q_L) de produção dessa biomassa para

atender a produção de 15.000 milheiros de tijolos/ano e que o empresário na maximização de sua receita, busca alcançá-la a partir de um custo mínimo de produção. Com isso, o modelo mostrou que o custo unitário para produzir 1m³ anual é de R\$301,69 que se comparados ao custo unitário de aquisição do gás natural de R\$ 1,2919 por m³, o custo de consumo com o uso da lenha torna-se superior ao do gás natural, na ordem de R\$ 638.131,13. Este montante originou-se da diferença no custo da lenha de R\$ 2.022.143,60 (resultado da multiplicação do preço do m³ da lenha pela quantidade de m³ necessários para um ano de produção, igual a 6.702,72 m³) e de aquisição do gás natural de R\$ 1.384.012,47, expresso na **tabela 02**.

Contudo, os dados colhidos não são suficientes para mostrar, por meio de uma equação dinâmica, o ponto de produção ótima dos tijolos quando se usa a lenha e o gás natural, o que se pode recorrer ao uso do Ponto de Nivelamento para contornar parte desse problema (CUNHA, 2004, 146). Com isso, tomando como base os dados dos custos de produção de 15.000 milheiros de tijolos anuais cozidos a base de lenha acácia e de gás natural e tomando como cálculo a fórmula abaixo, obtiveram-se os seguintes resultados:

$$q = \frac{CF}{PV - CVM_e}$$

O gás natural apresentou uma quantidade ótima de produção de aproximadamente 10 milhões de peças de tijolos, enquanto que a lenha *acacia mangium* alcança o lucro empresarial a partir de 3.744 mil peças produzidas, representando para o empresário o retorno do investimento mais rápido que com a opção pelo gás natural. Logo, assumir os custos de produção com o reflorestamento de espécies de *acacia mangium* torna-se uma opção vantajosa num espaço de curto prazo.

Logo, se o empresário busca no longo prazo o alcance da competitividade e uma posição diferenciada no mercado, optará pelo uso do gás natural, que terá seus custos reduzidos por conta da economia de escala. Além disso, apresenta maior uniformidade e controle no poder de queima, gerando maior valor agregado ao produto. Por outro lado, o empresário ceramista se mostra receoso quanto a mudanças, notoriamente no que diz respeito à realização de grandes investimentos na empresa, pois com o uso do gás natural haverá a necessidade de novas instalações e adaptações nos fornos, que atualmente comporta essas indústrias. Indubitavelmente, essas exigências contribuem

para o uso da Lenha *acacia mangium*, pois haverá apenas a mudança da atual matriz energética (resíduos de madeira) para lenha provinda do reflorestamento.

5. Considerações Finais

Apesar da possibilidade dessas vantagens mercadológicas, o estudo mostrou que os custos no uso do gás natural, em um primeiro momento, se apresentam onerosos, sendo vantajoso seu uso no longo prazo. Tal condição foi observada pelo valor do preço de aquisição desse combustível, que comparado ao preço da lenha *acacia mangium*, torna-se muito superior. Somando a isso, se observou pelo Ponto de Nivelamento que o lucro empresarial dar-se-á com a produção de unidades menores de tijolos quando se usa a biomassa, o que poderá influenciar na escolha dessa tecnologia como fonte de energia num curto prazo.

Logo, para que o gás natural se torne uma opção vantajosa para o empresário no curto prazo, ajustes quanto ao preço do seu fornecimento deverão ser realizados, de modo a incentivar o uso dessa tecnologia e a redução dos custos quanto a sua aquisição. Assim, cabe às instituições responsáveis pelo setor cerâmico buscar os incentivos necessários como forma de solucionar esse problema.

De outro modo, o empresário na condição de maximizar sua receita por meio do ponto de produção ótimo, poderá ainda, recorrer às alternativas de energia, apresentadas no estudo, sob a forma de insumos complementares, que resulta na melhor combinação dos insumos e não na escolha de um ou de outro, uma vez que possuem características semelhantes quanto à uniformidade do poder de queima. Com isso, os empresários ceramistas ampliarão seu leque de oportunidades de material para a geração de energia e assim, reduzir o entrave do setor quanto a este problema.

Isto posto, fica como proposta para futuros trabalhos que venham a tomar como análise as combinações de insumos mais vantajosas no trato das alternativas de energia para as indústrias ceramistas do Polo Cerâmico de Manacapuru e Iranduba.

6. Referências

BARROS, Sâmia Valéria dos Santos. **Avaliação da Biomassa de Espécies Exóticas e Nativas como Fonte Alternativa para a Geração de Energia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas-UFAM, . Manaus, 2006.

CARNEIRO, Jorge M.T. *et al.* A importância dos custos na formação do preço. In: VERGARA, Silvia Constant (coord.); MOREIRA, Itamar (org.). **Formação e administração de preços**. 2. ed. Rev.atual. Rio de Janeiro: FGV, 2006. p. 65-86.

CASTRO, Nivalde; PACHECO, Carlos. **Análise das Possibilidades de Expansão do Uso do Gás Natural na Indústria Cerâmica Brasileira**. Rio de Janeiro: BGN nº2, IE - UFRJ, Fevereiro: 2009.

CUNHA, Fleury Cardoso da. **Microeconomia**: teoria, questões e exercícios. Campinas: Alínea, 2004.

D'ANTONA, Raimundo de Jesus Gato; *et al.* Diagnóstico Sócio-econômico do setor ceramista. In: _____. **Projeto Materiais de construção na área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro**: domínio Baixo Solimões. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007.

HENRIQUE, Maurício F.; VILLAR, Sandra de Castro (orgs.). **Alternativas para o Uso do Gás Natural na Região Norte**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 2009.

LEFTWICH, Richard H. **O sistema de preços e a alocação de recursos**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

LIMA, Marcus Antonio de Souza. Coordenador do “Projeto GEOR/PROCOMPI” (Gestão Estratégica orientada para Resultados/Programa de Apoio à Competitividade das Micro e Pequenas Indústrias) do Polo Oleiro Cerâmico de Iranduba e Manacapuru. Entrevista pessoal concedida em 2011.

LOPES, Frank. Presidente da ACERAM- Associação dos Ceramistas do Estado do Amazonas. Entrevista pessoal concedida em 15 jan 2012.

MANNARINO, Ronaldo P. Impactos Socioeconômicos da Entrada do Gás Natural na Matriz Energética do Amazonas. **T&C Amazônia**, Manaus, Ano III, N. 6, p. 15-22. Jan. 2005.

MANSFIELD, Edwin. **Microeconomia**: Teoria e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Campus, 1980.

Núcleo Estadual de Arranjos de Produtivos Locais – NEPL. **Plano de Desenvolvimento Preliminar**: APL de Base Mineral Cerâmico-Oleiro - Cidade Polo: Iranduba. Manaus: NEAPL, abril 2009.

PINDYCK, Roberto S. **Microeconomia**. São Paulo: Pearson, 1994.

SCHWOB, Marcelo Rousseau Valença. **Perspectiva de difusão do gás natural na indústria de cerâmica vermelha**. 2007. 352 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) - Departamento de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SEBRAE/ESPM. Diagnóstico do Polo Oleiro Cerâmico. In: **Cerâmica Vermelha para a Construção**: Telhas, Tijolos e Tubos – Estudo de Mercado SEBRAE/ESPM 2009.

VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval de. **Economia Micro e Macro**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

Recebido em: 15/11/2012
Aprovado em: 27/11/2012