

## **Arranjo Físico e Redução de Custos do Processo Produtivo: estudo multicase no parque ceramista de Ituiutaba**

### **Resumo**

As cerâmicas têm papel importante para a economia do país e estratégias que maximizem a produtividade e reduzam, ao mesmo tempo, custos de produção as tornam mais produtivas e, por conseguinte, competitivas. A implantação, no ambiente operacional de tecnologias compatíveis com as necessidades de redução de tempo e custos do processo produtivo, inclui adequações no layout produtivo e melhor utilização do espaço disponível. Este estudo teve por objetivo verificar se o arranjo físico de empresas localizadas em Ituiutaba (MG) é estruturado de forma a minimizar custos. Caracterizada como descritiva, a pesquisa foi realizada em empresas do parque ceramista e por meio de entrevista estruturada e observação direta, coletou-se dados relativos ao ambiente produtivo e aos processos desenvolvidos na produção de telhas e tijolos. Verificou-se que devido à realocação de equipamentos e investimentos em maquinários estrategicamente instalados, empresas do setor aumentaram o volume de produção e reduziram custos e tempo do processo produtivo, evidenciando efeitos positivos ocorridos em consequência de reestruturação no arranjo físico. Os resultados evidenciam, também, que os gestores do setor estão sempre dispostos a buscarem tecnologias para readequação do *layout* do ambiente de produção e se mostram dispostos a investirem em equipamentos que reduzam custos e perdas produtivas.

**Palavras-Chave:** Parque ceramista; Arranjo físico; Custos de produção.

### **1. INTRODUÇÃO**

O parque ceramista possui importante papel para a economia do país, com participação significativa no Produto Interno Bruto. Para se manterem competitivas adotam estratégias que maximizam a produtividade e, por conseguinte, reduzem os custos de produção.

Dentre os principais setores cerâmicos destacam-se a cerâmica vermelha, cerâmica branca e revestimentos. O setor de cerâmica vermelha, no Brasil, gera, como principais produtos telhas, tijolos, lajes, lajotas, ladrilhos vermelhos, tubos e agregados leves (ANICER, 2007).

A Associação Nacional da Indústria Cerâmica – ANICER (2007) aponta que o mercado conta com cerca de 5.500 empresas entre cerâmicas e olarias, sendo responsável por mais de 400 mil empregos diretos, 1,25 milhões indiretos e gerando um faturamento anual de R\$ 6 bilhões (4,8% do faturamento da indústria da construção civil). Por outro lado, a Associação Brasileira de Cerâmica – ABC (2008) contabiliza, especificamente para a cerâmica vermelha, a existência de 11.000 empresas de pequeno porte distribuídas pelo País, empregando cerca de 300 mil pessoas, e gerando um faturamento da ordem de R\$ 2,8 bilhões.<sup>7</sup>

Ressaltando a relevância do setor para a economia nacional, dados divulgados destacam que, 2005, foram produzidas 63,6 bilhões de peças, das quais 75% foram blocos/tijolos. A produção total aponta um crescimento de mais de 113% em relação a 2004 (crescimento por produto: tijolos/blocos (90,5%) e telhas (239%)) (ANICER, 2007; ABC, 2008).

De acordo com dados divulgados pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI (2009) existem 3.600 indústrias do setor de cerâmica vermelha, na região Sudeste do Brasil, sendo 1.600 delas classificadas como cerâmica, produzindo em média 500.000 peças/mês e com 40 funcionários cada e 2.000 olarias, com 8 funcionários cada, produzindo 75.000 peças/mês.

O processo produtivo, no parque ceramista, é caracterizado por duas etapas distintas – a primária, que envolve exploração da matéria-prima e outra, a etapa de transformação, que envolve vários processos, para elaboração do produto final. A implantação, no ambiente operacional, de tecnologias compatíveis com as necessidades de redução de tempo e custos do processo produtivo, inclui adequações no layout produtivo e a melhor utilização do espaço disponível (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002; SEBRAE, 2008).

A distribuição adequada e racional, no ambiente operacional, de tecnologias compatíveis com as necessidades gerenciais de controle dos elementos que compõem a fabricação de produtos cerâmicos, provoca melhorias no processo produtivo e resultam em melhor uso do espaço disponível.

A concorrência observada no segmento e a demanda constante por produtos fabricados pelo segmento cerâmico, especialmente pelo setor de cerâmica vermelha, pressupõem a organização das atividades de produção assim como dos equipamentos necessários ao processo para a obtenção de um arranjo físico adequado, proporcionando, como consequência, redução nos custos.

Nesse contexto, este estudo descritivo buscou verificar se o arranjo físico de empresas do parque ceramista, localizadas em Ituiutaba (MG), no Pontal do Triângulo Mineiro, é estruturado de forma a minimizar custos de produção. Os dados, obtidos por meio de entrevista estrutura e observação direta, evidenciam informações relativas ao ambiente produtivo e aos processos desenvolvidos na produção de telhas e tijolos.

Os resultados apurados são apresentados nesse estudo que se subdivide em cinco sessões, sendo a primeira esta breve introdução. Na sequência têm-se a revisão de literatura, os procedimentos metodológicos adotados. Finalmente são discutidos os dados e apresentam-se as considerações.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Histórico da Indústria Cerâmica no Brasil**

No Brasil, há mais de 2000 anos, antes mesmo da sua “descoberta” pelos portugueses, já existia a atividade de fabricação de cerâmicas, representada por potes, baixelas e outros artefatos cerâmicos.

Estudos relatam que a cerâmica mais elaborada foi encontrada na Ilha de Marajó; do tipo marajoara, tem sua origem na avançada cultura indígena da Ilha. Entretanto, estudos arqueológicos indicam que a presença de uma cerâmica mais simples ocorreu na região amazônica, há mais de 5000 anos atrás (PDP, 2008).

No que tange à cerâmica vermelha, as escassas e imprecisas informações referem-se à utilização no período colonial, a partir de técnicas de produção rudimentares introduzidas pelos jesuítas, que necessitavam de tijolos para construção de colégios e conventos.

Estudo divulgado pela Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo – ALESP (2005) relativo ao histórico da indústria cerâmica no Brasil registra três fases distintas de desenvolvimento do setor. A primeira fase é classificada como artesanal. Na segunda fase

observa-se a expansão da industrialização enquanto que na terceira fase verifica-se a modernização e incorporação ao processo industrial dos conceitos de qualidade e produtividade.

O Plano de Desenvolvimento Preliminar – PDP (2007), sobre o arranjo produtivo local de cerâmica vermelha de Vargem Grande do Sul (SP) destaca que a primeira fase da indústria cerâmica é marcada pela produção indígena, e perpassa pelas manufaturas do período colonial e se mantém até o início do século XX. Nessa fase, a produção é manual e nos processos produtivos utilizam-se alguns equipamentos rudimentares movidos por tração animal ou energia hidráulica. O trabalho é voltado à produção de artefatos utilitários e de adorno, objetos funerários, tijolos, telhas e tubos que suprem, basicamente, as necessidades de propriedades rurais, pequenos lugarejos e comunidades indígenas (PDP, 2007).

O mesmo PDP (2007) destaca que na segunda fase ocorre a industrialização do processo produtivo cerâmico. O período é marcado pela implantação de empreendimentos industriais que teve como causa a substituição da madeira por tijolos e telhas nas edificações, por razões sanitárias e de escassez dessa matéria-prima e, sobretudo, em decorrência das transformações socioeconômicas do País, quando o desenvolvimento industrial e a aceleração do crescimento urbano impulsionaram a demanda por produtos cerâmicos destinados à construção civil. Observa-se a massificação de cerâmicas próximas a centros urbanos em detrimento das olarias, que operavam de forma familiar. Grandes importações de equipamentos industriais e processos europeus marcam essa fase produtiva (PDP, 2007).

Nessa segunda fase, a partir da 2ª Guerra Mundial, verifica-se grande expansão do parque cerâmico nacional, com a instalação de inúmeras indústrias e de produção diversificada. A produção, que até então se concentrava na fabricação de produtos da cerâmica vermelha para a construção civil passaram a produzir materiais de revestimento (pisos, azulejos e pastilhas), cerâmica sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça e porcelana de mesa, de adorno e técnica, materiais abrasivos e refratários.

A terceira fase, cujo início se dá na década de 1990, compreende a fase de incorporação ao processo industrial dos conceitos de qualidade e produtividade. As indústrias, participando de um mercado globalizado e competitivo, investem em programas de qualidade, adaptando-se às exigências crescentes dos consumidores e às novas regulamentações comerciais, com esforços dirigidos também à ampliação de sua inserção no mercado internacional. Embora se verifique, claramente, os três períodos no desenvolvimento da indústria cerâmica brasileira, é conveniente ressaltar que ainda coexistem os três períodos evolutivos – artesanal, industrial e de qualidade/ modernização, mesmo nas regiões mais desenvolvidas do País.

### **2.1.1 Histórico da Indústria Cerâmica na região Sudeste**

Uma avaliação sobre dados de 2005 disponíveis em pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE revelou que a maioria das empresas produtoras de produtos cerâmicos, incluindo as cerâmicas vermelhas, se concentra na região Sudeste (41,7%), enquanto 30,2% estão na região Sul e na região Nordeste está 15,7%.

De acordo com Mariano e Lucena (2008), apesar do maior número de olarias se concentrarem região Sul, é na região Sudeste que se produz o maior número de telhas e tijolos, com a maior concentração de empregos diretos do país. Na região Sudeste, o estado de Minas Gerais se posiciona atrás, apenas de São Paulo em relação a geração de empregos diretos e de produtividade, esses dados comprovam a importância da indústria de cerâmica

vermelha de Minas Gerais e justifica o interesse no estudo relativo ao ambiente produtivo e aos processos produtivos desenvolvidos nessas empresas.

Na região Sudeste, mais especificamente no Triângulo Mineiro, as cidades de Monte Carmelo e Ituiutaba, em Minas Gerais, próximas de alguns grandes centros consumidores como Brasília, Goiânia, Belo Horizonte, Uberlândia, Uberaba e outros desenvolvem incessante atividade industrial de cerâmica vermelha (FONSECA, 2006).

O parque cerâmico existente no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba congrega mais de cem indústrias de cerâmica vermelha, segundo o Sindicato das Indústrias de Cerâmica e Olaria do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – SINCOTAP/Ituiutaba e a Associação dos Ceramistas de Monte Carmelo - ACEMC / Monte Carmelo.

Observa-se, no entanto, que apesar do grande número de empresas ceramistas as indústrias produtoras de cerâmica vermelha, em grande maioria classificadas como empresas de pequeno e médio porte, utilizam tecnologias e equipamentos ultrapassados tanto no processo de produção (extração e preparo de matérias – primas, conformação, secagem e queima), quanto em relação ao maquinário e nível de automação (MARIANO; LUCENA, 2008). Tal evidência justifica a baixa produtividade média brasileira que gira em torno de 12.000 peças/operário/mês quando comparada com a produtividade europeia que atinge a média de 200.000 peças/operário/mês.

### **2.1.2 Indústria Cerâmica no Triângulo Mineiro**

No Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, duas cidades pólos se destacam na produção de telhas e tijolos: Ituiutaba, com dezesseis indústrias e, Monte Carmelo que possui cerca de quarenta indústrias ceramistas (MARIANO; LUCENA, 2008). Nessas duas regiões, o consumo mensal de argila gira em torno de 122.000 m<sup>3</sup>; o consumo de lenha é de cerca de 75.000 m<sup>3</sup>, a produção de telhas de diversos tipos alcança números da ordem de 52 milhões de peças/mês.

Ituiutaba é uma cidade que possui uma população atual estimada em 96.122 habitantes, sendo que a população economicamente ativa é de 49.862 habitantes. O total de empresas é 5.273, sendo que o número de estabelecimentos industriais é de 189; estabelecimentos comerciais totalizam 1.255 empresas, enquanto que os estabelecimentos prestadores de serviços correspondem a 3.829, considerando-se, inclusive os profissionais liberais (PREFEITURA DE ITUIUTABA, 2009).

Das dezesseis cerâmicas de Ituiutaba, apenas três são certificadas de acordo com o Sindicato das Indústrias de Cerâmica e Olaria do Triângulo e Alto Paranaíba – SINCOTAP (2010). Apesar de possuir número menor de indústrias que Monte Carmelo a base sindical do setor cerâmico se concentra em Ituiutaba, dada à organização setorial que se verifica no município e ao desenvolvimento de tecnologias de produção.

Explicita-se, na sequência, as etapas do processo produtivo verificadas nas cerâmicas de Ituiutaba.

### **2.1.3 Processo Produtivo da Cerâmica Vermelha**

Estudos de mercado relativos a arranjos produtivos locais da cerâmica vermelha (SEBRAE, 2008) e outro desenvolvido por Santos (2003) caracterizam o processo produtivo da cerâmica vermelha em subprocessos que compreendem (1) Processo da matéria-prima: coleta, sazonalidade, estoque e mistura da matéria-prima; (2) Processo de beneficiamento:

misturador, laminador e misturador; (3) Processo de fabricação: extrusão, corte e prensa; (4) Processo de queima e inspeção.

Em cada um desses subprocessos ocorrem etapas de fabricação da cerâmica vermelha. Sobre os processos produtivos e ambiente operacional apresenta-se a discussão a seguir.

### **2.1.3.1 Etapas da Fabricação da Cerâmica Vermelha**

- **BARREIRA:** local do qual é extraído a argila ou barro, localizada geralmente em fazendas em que o proprietário vende o direito de exploração da matéria-prima. A extração é feita por máquinas escavadeiras.

- **TRANSPORTE:** feito em caminhões, carregados pelas máquinas que fazem a extração, até os depósitos das cerâmicas.

- **NAS CERÂMICAS:** a argila é estocada em depósitos localizados, tanto no interior da mesma, quanto fora, desde que fique num raio bem próximo da mesma.

- **A MISTURA:** é o primeiro passo a ser dado para colocação da matéria-prima na linha de produção, dado que a qualidade e textura da argila são variadas, e para obter a qualidade e o padrão do produto faz-se necessário tal mistura processada por tratores.

- **CAIXÃO DOSADOR:** local onde a argila misturada é colocada para que seja dosada a quantidade a ser transportada nas esteiras. É o início propriamente dito do processo de transformação da matéria-prima.

- **DESINTEGRADOR:** máquina onde o barro transportado pela esteira é colocado a fim de fragmentar as grandes porções de argila concentrada (torrões de barro).

- **LAMINADOR:** após a fragmentação, seguindo em condução pela esteira, o barro despejado nesta máquina é cortado, transformando-se em pequenas massas bem finas.

- **MISTURADOR:** novamente o barro é misturado nesta máquina, a fim de dar maior homogeneidade e também ser umedecida de acordo com a exigência necessária para se ter tal homogeneidade.

- **MAROMBA:** máquina encarregada de compactar o barro em forma de cilindros.

- **CORTADOR:** encarregado de cortar o barro compactado em cilindros de acordo com o tamanho necessário para cada tipo de telha produzida.

- **PRENSA:** máquina que comprime o cilindro de barro, dando-lhe a forma de telha.

- **VAGONETA:** pequeno vagão utilizado para o transporte da telha após ser retirada da prensa.

- **SECAGEM:** local onde se dá o processo de secagem da telha, constituindo-se de um espaço retangular, onde ventiladores encarregam-se de espalhar o ar quente proveniente dos fornos de queima, por meio de canais construídos no solo.

- **FORNOS:** locais onde é feita a queima da telha objetivando dar resistência e impermeabilidade ao produto.

- **DEPÓSITO OU PÁTIO:** espaço reservado para as telhas retiradas dos fornos após o esfriamento, até que sejam colocadas em caminhões que farão o transporte até o local de comercialização.

## **2.2. Arranjo físico**

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002) e estabelece relações físicas das atividades da empresa, de modo a organizar ou reorganizar os recursos transformadores, ou seja, máquinas, equipamentos e mão de obra produtiva para se obter uma disposição mais agradável e eficiente.

O planejamento do arranjo físico significa organizar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios e ainda padrões de fluxo de materiais e pessoas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

A decisão de arranjo físico é uma parte da estratégia da operação. Um projeto bem elaborado de arranjo físico é capaz de refletir e alavancar desempenhos competitivos desejáveis.

### **2.2.1 Objetivos do arranjo físico**

Na produção, o arranjo físico tem por objetivo planejar taticamente melhorias no processo produtivo, utilizando-se melhor do espaço disponível, criando ou alterando uma estrutura já existente em benefício de maior eficiência na produção, redução do tempo de processamento e conseqüentemente de entrega de pedidos e para que isso ocorra é necessário:

- Melhorar a estrutura da empresa;
- Diminuir o tempo de produção;
- Estabelecer ao operador um posto de trabalho seguro e confortável;
- Flexibilidade nas operações;
- Utilização do espaço disponível da forma mais eficiente possível;
- Diminuir o custo de tratamento do material;
- Minimizar o investimento no equipamento;
- Melhorar o processo de produção;
- Diminuir a variação dos tipos de equipamentos de tratamento do material.

Slack, Chambers e Johnston (2002) citam que as decisões que o estudo do arranjo físico leva em consideração os seguintes aspectos: (1) proporcionar um fluxo de comunicação entre as unidades organizacionais de maneira eficiente, eficaz e efetiva; (2) tornar o fluxo de trabalho eficiente; (3) proporcionar facilidade de coordenação; (4) proporcionar situação favorável a clientes e visitantes; e (5) ter flexibilidade ampla, tendo em vista as variações necessárias com o desenvolvimento dos sistemas correlacionados.

### **2.2.2 Tipos Básicos de arranjo físico**

A determinação do arranjo físico será a forma geral do arranjo dos recursos produtivos de operação que na prática derivam de quatro tipos:

1. Arranjo físico posicional: também conhecido como arranjo físico de posição fixa é, de acordo com Slack, Chambers, Johnston (2002) uma contradição, haja vista que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores, mantendo, portanto

estacionário o material (ou pessoa) processado pela operação, devido à impossibilidade, inviabilidade ou inconveniência de fazê-lo mover-se entre as etapas do processo. Esse arranjo é utilizado em produções em que o produto é volumoso e a quantidade produzida é pequena.

2. Arranjo físico por processo: nesse formato as necessidades e conveniências dos recursos transformadores, que constituem o processo na operação, dominam a decisão sobre o arranjo físico (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Nele funcionários e máquinas são dispostos em torno do processo, organizados por departamentos. A lógica desse tipo de arranjo é a de juntar recursos com função ou processo similar.

3. Arranjo físico celular: caracteriza-se por agrupar em células dois ou mais postos de trabalhos distintos localizados proximamente, neste caso os produtos são feitos em pequenas quantidades. Este arranjo tenta expandir as eficiências do geralmente ineficiente arranjo físico funcional, tentando, entretanto, não perder muito de sua desejável flexibilidade. Nesse formato os recursos transformados que entram na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentarem-se para uma parte específica da operação (ou célula) onde encontram-se todos os recursos transformadores necessários a atender suas necessidades imediatas de processamento (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

4. Arranjo físico por produto: este formato consiste na localização dos recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Esse arranjo é mais suscetível a paradas, menor flexibilidade quanto à mudanças de produtos, os operários e as máquinas são fixos e as tarefas especializadas, há redução de movimentações e estoque em processo. Arranjos físicos por produtos são projetados para acomodar apenas alguns poucos projetos de produto pois permitem um fluxo linear de materiais ao longo da instalação que trata da fabricação dos produtos.

Como os arranjos produtivos são elaborados para facilitar o processo nas indústrias depreende-se que minimiza custos. Discutem-se, na sequência, conceitos relativos a custos de produção.

### **2.3 Custos de produção**

De acordo com Martins (2006), a contabilidade de custos passou de mera auxiliar na avaliação de estoques e lucros globais para importante fonte de controle e decisão gerencial. Com o aumento da competitividade que ocorre mundialmente, seja nos mercados industriais, comerciais ou de serviços, os custos tornam-se altamente relevantes na tomada de decisões.

A contabilidade de custos mede e relata as informações financeiras e outras informações relativas à aquisição ou ao consumo dos recursos de uma organização proporcionando informações para a contabilidade gerencial e a contabilidade financeira (HORNGREN; DATAR; FOSTER, 2004). Dentre essas informações estão aquelas relacionadas a custos do processo produtivo das organizações industriais.

Os contadores, relativamente ao conceito de custos definem-no como um recurso sacrificado ou renunciado para conseguir um objetivo específico (HORNGREN; DATAR; FOSTER, 2004). Martins (2006) afirma que os custos são gastos utilizados com bem ou serviço na produção de outros bens ou serviços.

Um gasto, por sua vez, consiste na compra de um produto ou serviço qualquer, que gera sacrifício financeiro para a entidade (desembolso), sacrifício esse representado por entrega ou promessa de entrega de ativos, que podem ser representados por produtos e ainda por dinheiro (MARTINS, 2006). Autores como Perez Júnior, Oliveira e Costa (2006)

concluem que gasto é o consumo genérico de bens e serviços e que ocorrem a todo instante e em qualquer setor da empresa.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O delineamento adotado nesta pesquisa caracteriza-se como sendo um estudo descritivo. Beuren (2006) destaca que os estudos descritivos têm, como principal objetivo, a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis.

A população investigada consistiu, inicialmente de todas as empresas, dezesseis no total, localizadas na cidade de Ituiutaba (MG), entretanto a amostra final limitou-se a duas cerâmicas que se dispuseram a responder o instrumento de pesquisa e permitiram que as pesquisadoras visitassem as instalações fabris e observassem, *in loco* e em tempo real, o processo produtivo.

O instrumento de pesquisa utilizado para a coleta de dados foi uma entrevista estruturada que possibilitou um entendimento sobre o assunto, realizado pessoalmente com os responsáveis pelo setor de produção e qualidade da produção das cerâmicas.

No que se refere à análise dos dados, tendo em vista os objetivos definidos, classifica-se este estudo como quantitativo, pois de acordo com Richardson (1999) caracteriza-se pelo emprego de quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

A análise dos dados coletados é apresentada na próxima sessão.

### **4. ANÁLISE DE DADOS**

#### **4.1. Caracterização das Empresas Analisadas e do Processo Produtivo**

As duas empresas ceramistas que participaram deste estudo têm como pontos comuns a produção de telhas e tijolos, muito embora concentrem a maioria de seus esforços produtivos na fabricação de telhas.

Apesar de não serem certificadas ambientalmente, ambas também apresentam certificado fornecido pelo CCB/INMETRO.

Na análise dos dados coletados, verificou-se que as empresas atuam no mercado há mais de 10 anos e estão classificadas no subsetor de cerâmica vermelha ou estrutural. Juridicamente são classificadas como empresas por cotas de responsabilidade limitada. Cada uma possui em média 50 funcionários. A Cerâmica Maracá, uma das empresas deste estudo, possui faturamento anual superior a 1 milhão de reais enquanto na Cerâmica Santorini, o faturamento anual atinge valor próximo, também, a 1 milhão de reais.

As cerâmicas, Maracá e Santorini, para facilidade de redação, foram chamadas na apresentação dos dados como Empresa A e Empresa B, respectivamente. As empresas não exportam seus produtos para outros países, comercializando toda a produção internamente para os estados de Goiás, São Paulo, Mato Grosso e para outros municípios de Minas Gerais.

A extração de argila é feita no leito do Rio Paranaíba, nos meses de estiagem e após sua retirada permanece em estado de maturação por um período de um a dois anos. O transporte da área de maturação para o depósito é feito diariamente através de caminhões. Após chegar à empresa, a argila passa por um processo de pré-preparação da massa, para o qual se utiliza um trator com enxada rotativa. Após esse procedimento a mesma é passada



para o caixão, onde é medida, seguindo para o desintegrador denominado “quebra-torrão”. Depois de quebrados os torrões de argila, estes seguem para o laminador e em seguida para o misturador onde a argila é misturada com água. A próxima etapa é a fase de extrusão ou maromba, onde o barro é compactado em cilindros retangulares que são cortados e prensados, adquirindo então o formato do produto desejado – telha ou tijolo – para, em seguida, passarem para a secagem onde o produto fica a uma temperatura de 30°C por um período de 24 horas.

Após esse período de secagem o produto é transferido para um segundo secador com temperatura superior a 100°C. Até nesse ponto do processo a matéria-prima pode ser reutilizada, caso o produto apresente defeitos como trincas ou rachaduras. Depois de ocorrido o processo de secagem o produto segue para a queima, por um período de 26 a 72 horas, em fornos cujas temperaturas crescentes podem chegar até 900°C. Após a queima o produto fica numa etapa de resfriamento, dentro do próprio forno por um dia e na sequência segue para o estoque.

Após o processo de queima, caso o controle de qualidade detecte produtos com pequenas imperfeições estes são vendidos como produtos de 2ª linha, a um preço menor. Entretanto quando o dano é muito grande o produto é descartado, verificando-se perda total, haja vista que é cedido, gratuitamente, ao município para cascalhamento e/ou aterramento de estradas vicinais.

Na empresa A os fornos são alimentados por cavacos, restos de madeira de eucalipto reflorestado, de origem da Indústria Faber Castell situada na cidade de Prata (MG), distante em média 90 km de Ituiutaba, ou de *palletes* negociados com a DPA Nestlé. O uso deste tipo de madeira para alimentação dos fornos reduz os impactos ambientais ao meio ambiente e acumula créditos de carbono. Ressalta-se que essa empresa, para reduzir custos com a lenha que alimenta os fornos e com a própria energia elétrica consumida no processo fez investimentos na aquisição de fornos elétricos e novos geradores de energia, fato esse que resultou em redução do custo pago por este fator produtivo.

Na empresa B, as etapas produtivas ocorrem de forma análoga à discutida na Empresa A, entretanto o processo aqui difere da Empresa A, haja vista que esta empresa, foi adquirida uma cortadeira elétrica que agiliza o processo de corte dos cilindros de argila e reduzem o tempo gasto no processo produtivo aumentando o volume de produção, como será demonstrada no decorrer da discussão.

Em ambas as empresas, obteve-se a informação que de toda a produção, 90% é resultante da fabricação de telhas e apenas 10% resulta de produção de tijolos. O milheiro de telha, conforme informação do gestor, é vendida por R\$550,00. Segundo os diretores existe uma sazonalidade com relação à venda de telhas e tijolos e, nas épocas consideradas “boas” vende-se, em média 350.000 telhas e 50.000 tijolos por mês. Nas épocas “ruins” a venda totaliza 300.000 telhas e 30.000 tijolos.

As duas empresas realizam testes internos de qualidade a cada 3 meses e passam por auditorias externas a cada 6 meses. Tais procedimentos as qualificaram com a certificação INMETRO. A Cerâmica Santorini obteve também a certificação ISO 9001:2008 que garante o comprometimento da empresa na melhoria contínua de seus processos. Os equipamentos produtivos estão organizados de acordo com o arranjo físico por processo estando os funcionários e maquinários dispostos em torno do processo, organizados por departamentos.

#### **4.2. Impactos Resultantes da Reestruturação do Arranjo Físico e Aquisição de Equipamentos**

Devido ao fato de ambas as empresas terem investido em tecnologias, os gestores informaram que foi necessária a readequação do arranjo físico de forma que pudessem ser acondicionados e dispostos por processo, em conformidade com o layout adotado. Devido à essas aquisições buscou-se verificar qual o impacto verificado na produtividade e nos custos produtivos.

A tabela abaixo, ilustra os gastos com energia elétrica, verificada ao longo de dez meses, antes da aquisição e após a aquisição do gerador elétrico que substituiu a queima feita em fornos à lenha pela queima em fornos elétricos, na Cerâmica Maracá. Esperava-se que, com o uso de geradores, o custo com energia elétrica apresentasse uma redução de, no mínimo, R\$ 2.220,00.

**TABELA 1** – Variações nos níveis de custos com energia elétrica com e sem o uso de geradores elétricos

Meses	Valor (em R\$) gasto em energia elétrica	Tipo de situação 0 → sem gerador 1 → com gerador
1	23.100,00	0
2	23.500,00	0
3	22.800,00	0
4	22.900,00	0
5	23.400,00	0
6	21.000,00	1
7	20.500,00	1
8	21.200,00	1
9	20.900,00	1
10	21.000,00	1

Fonte: as autoras (2010)

Espera-se que com o uso de geradores para a produção, o aumento de um gerador provocaria a redução média de R\$2220,00 no preço da energia elétrica (variável dependente). Sem o uso de geradores, o custo com energia elétrica permaneceria o mesmo. Os cálculos demonstram que o  $R^2 = 0,950621094$  ou 95,06% enquanto o  $r = 0,974997996$  ou 97,50%.

Com o  $R^2$  igual a 95,06% pode-se concluir que a variação do preço da energia elétrica é estatisticamente explicada pelo uso ou não de geradores. O valor positivo da correlação está baseado na observação de que a inclinação de  $\beta^1$  da reta de regressão é positiva, portanto, o preço da energia e o uso ou não de geradores estão relacionados positivamente.

Conclui-se, também, com 95% de confiança que o valor de  $\beta^1$  (energia elétrica) varia de -2.632,51056 a -1.807,48944, confirmando a redução no gasto com energia elétrica, de acordo com a expectativa dos gestores.

Na Cerâmica Santorini, por sua vez a expectativa era de que com a aquisição da cortadeira elétrica, em substituição ao processo manual de corte dos cilindros de argila a produção variável dependente, aumentasse. A tabela evidencia os dados relativos ao volume de produção fornecido pelos diretores da empresa.

**TABELA 2** – Variações nos níveis de produção de acordo com diferentes situações

Meses	Produção (em quantidades)	Tipo de situação 0 → produção manual 1 → produção mecanizada
1	19.200	0
2	19.300	0
3	19.250	0
4	19.700	0

5	19.450	0
6	46.000	1
7	47.500	1
8	48.000	1
9	46.800	1
10	48.000	1

Fonte: as autoras (2010)

Esperava-se que com um aumento de cada unidade da produção, decorrente da aquisição do equipamento, ocorresse um aumento estimado médio da ordem de 47.260 unidades de produção. Os cálculos estatísticos evidenciam um  $R^2 = 0,998399569$  ou 99,83% enquanto o  $r = 0,999199464$  ou 99,99%.

Pode-se concluir que 99,83% da variação da produção é estatisticamente explicada pelo tipo usado na produção (manual / elétrica). O valor positivo da correlação está baseado na observação de que a inclinação de  $\beta^1$  da reta de regressão é positiva, portanto, a produção e o tipo usado na produção (manual / elétrica) estão relacionados positivamente, também. Admitindo-se o nível de confiança de 95% infere-se que o valor de  $\beta^1$  varia de 26969,93144 a 28790,06856.

Assim, os dados obtidos demonstram que houve redução de custos com energia elétrica na Cerâmica Maracá após a construção do gerador de energia, alteração realizada no arranjo físico. Na Cerâmica Santorini, após a implantação da máquina cortadeira, observa-se, também, que a empresa conseguiu alavancar a produção média e reduzir os custos com mão de obra produtiva.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com total dedicação, preocupação com a qualidade e satisfação dos clientes, as cerâmicas visitadas foram em busca de novas tecnologias e métodos de produção que proporcionassem crescimento e competitividade de mercado.

Como as atividades de manutenção e controle de qualidade estão entre os princípios básicos que constituem a estruturação de um arranjo físico observou-se, nas empresas visitadas, que investimentos foram direcionados à construção de Laboratório de Testes de Qualidade para monitoração mais eficiente de todo o processo produtivo. Enquanto a Cerâmica Santorini optou pela construção fora de seu espaço fabril a Cerâmica Maracá, construiu-o dentro de sua fábrica.

Dada a importância do arranjo físico, e a descrição da essencialidade do planejamento estrutural que vise a redução do risco de acidentes para os trabalhadores, verificou-se que, para atender a esse aspecto, modificações no ambiente fabril foram realizados.

No entanto, questões relativas à segurança do ambiente produtivo merecem atenção haja vista que se verificou, em uma das cerâmicas que há uma cavidade profunda oriunda da instalação de uma máquina que hoje não mais utilizada, e essa cavidade está próxima dos trabalhadores não existindo isolamento que demarque ou restrinja a passagem. Ainda nessa cerâmica, percebeu-se que os funcionários não trajavam protetores auditivos, obrigatórios na produção. Na segunda cerâmica notou-se que as escadas externas de acesso à fábrica não possuem corrimão.

As instalações da fábrica são determinadas a fim de facilitar a disposição dos centros das atividades. Foi observado que o fluxo da produção entre departamentos é contínuo e ocorre sem obstáculos. As cerâmicas analisadas otimizaram o espaço disponível da forma mais eficiente possível. Os departamentos foram dispostos com o mínimo de distância

possível entre eles. Naqueles processos considerados de setores intermediários da produção, prensa, coleta e posicionamento das telhas na vagoneta, os funcionários ficam parados e o processo gira em torno deles por meio de esteiras transportadoras. A redução do deslocamento dos funcionários proporcionou ganho de tempo na produção.

Outra constatação foi que, devido à preocupação com a redução de custos e aumento da produtividade, as cerâmicas realizaram modificações em seus arranjos físicos. A Cerâmica Maracá construiu um novo secador, colocou trilhos que levam as vagonetas onde são preenchidas e conduzidas até o secador. Essa mudança provocou um efeito positivo, pois facilitou a comunicação entre os departamentos, reduziu o número de mão de obra que antes totaliza 15 funcionários para realizar esse trabalho e ainda diminuiu o risco de acidente de trabalho, uma vez que os trabalhadores carregavam as telhas para o secador num carrinho de mão e hoje, o processo é mecanizado.

Outra modificação verificada, na Cerâmica Santorini, é a construção de mais 4 fornos na sua fábrica, projeto esse idealizado visando aumento da produtividade e redução de custos. Os fornos, construídos em conformidade com os fluxos produtivos da fábrica, respeitam o layout previamente estudado e definido para o ambiente operacional.

Conclui-se que os gestores do setor ceramista estão dispostos a investirem em equipamentos que reduzam custos e perdas produtivas confirmando o pressuposto de que as empresas ceramistas estruturam seu arranjo físico de forma a agilizar e facilitar a produção.

Ressalta-se é pretensão realizar a mesma investigação nas demais empresas do setor, localizadas em Ituiutaba, para identificar se a preocupação com a adequação do espaço físico é preocupação comum a todos e para contribuir com as conclusões de que tais estratégias maximizam ganhos e produtividade.

## REFERÊNCIAS

ANICER. **Dados da Associação Nacional da Indústria Cerâmica**. Disponível em: <<http://www.anicer.com.br/>>. Acesso em 17 mar. 2010.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Arranjos Produtivos Locais e o desenvolvimento Sustentado do Estado de São Paulo**. CD ROM. São Paulo. 2005.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE CERÂMICAS. **Imprensa: notícia – qualidade na cerâmica vermelha**. Disponível em: <<http://www.ipt.br/institucional/imprensa/noticias/?ID=885>>. Acesso em 16 mai. 2008.

BEUREN, I. M. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FONSECA, A. P. **Estudo comparativo de concretos com agregado graúdo reciclado de telha cerâmica e agregado graúdo natura**. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Indústria – PIA**. Disponível em <

[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/prodlist\\_industria/2006/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/prodlist_industria/2006/default.shtm)> . Acesso em 14 ago. 2010.

MARIANO, C. A. M.; LUCENA, C. A. **História, Trabalho e Educação**: um estudo sobre a Indústria de Cerâmica Em Monte Carmelo–MG (1980–2008). Disponível em <[http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=HIST%C3%93RIA%2C+TRABALHO+E+EDUCA%C3%87%C3%83O%3A+UM+ESTUDO+SOBRE+A+IND%C3%9ASTRIA+DE+CER%C3%82MICA+&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs\\_rfai=](http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=HIST%C3%93RIA%2C+TRABALHO+E+EDUCA%C3%87%C3%83O%3A+UM+ESTUDO+SOBRE+A+IND%C3%9ASTRIA+DE+CER%C3%82MICA+&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=)> Acesso em 13 ago. 2010

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Plano de Desenvolvimento Preliminar – PDP**. Disponível em <[http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1205937214.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1205937214.pdf)>. Acesso em 13 ago. 2010.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem gerencial. 18.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEREZ JR., J. H.; OLIVEIRA, L. M. de; COSTA, R. G. **Gestão estratégica de custos**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

PLANO DE DESENVOLVIMENTO PRELIMINAR. **Arranjo Produtivo Local de Cerâmica Vermelha de Vargem Grande do Sul – SP.2007**. Disponível em [http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1248288303.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1248288303.pdf). Acesso em 15 mar. 2010.

PREFEITURA DE ITUIUTABA. **Dados Populacionais**. Disponível em <<http://www.ituiutaba.mg.gov.br/?c=resposta&loc=26&t=Dados%20populacionais&ca=3&i=26>>. Acesso em 15 mar. 2010.

RICHARDSON, J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1999. SEBRAE. Arranjos Produtivos Locais. Disponível em: <[http://www.sebraesp.com.br/principal/Abrindo%20seu%20neg%C3%B3cio/produtos%20sebrae/saiba%20mais/custos\\_com.aspx](http://www.sebraesp.com.br/principal/Abrindo%20seu%20neg%C3%B3cio/produtos%20sebrae/saiba%20mais/custos_com.aspx)>. Acesso em 08 ago. 2010.

SINCOTAP. **Estrutura Sindical das Cerâmicas e Olarias do Triângulo e Alto Paranaíba**. Disponível em <http://www.fiemg.com.br/sindicatos/sincotap/>. Acesso em 13 ago. 2010.

VIEIRA E SILVA, A. **Análise do processo produtivo de tijolos cerâmicos no estado do Ceará – da extração da matéria-prima à fabricação**. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, 2009.