



MAPEAMENTO DE PROCESSOS COMO FERRAMENTA DE IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE IMPACTO NAS PARADAS NÃO PROGRAMADAS DO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CERÂMICA VERMELHA NO ESTADO DA PARAÍBA

Autoria: Anderson Tiago Peixoto Gonçalves, José de Almeida Junior

Resumo

A identificação de pontos críticos no processo produtivo de empresas manufatureiras tem como um dos objetivos diminuir ou eliminar perdas e desperdícios na produção e, conseqüentemente, reduzir custos. Um dos métodos que possibilita identificar e analisar tais pontos críticos é o Mapeamento de Processos, ferramenta gerencial que tem a finalidade de auxiliar na melhoria dos processos existentes ou na implantação de uma nova estrutura baseada em processos. Assim, este artigo tem como objetivo identificar em uma fábrica de cerâmica vermelha no Estado da Paraíba os fatores de impacto responsáveis por paradas não programadas em seu processo produtivo, através da utilização de ferramentas de avaliação e melhoria de processos. Trata-se de uma pesquisa descritivo-exploratória, documental, bibliográfica, e estudo de caso, a qual utilizou em cumprimento ao seu objetivo, roteiros de entrevista semiestruturados junto aos supervisores de produção e gerentes da empresa, além da observação sistemática como ferramenta complementar. A partir da descrição do processo produtivo, do levantamento das paradas não programadas, e da aplicação do Gráfico de Pareto, constatou-se que os fatores de impacto estão relacionados à matéria-prima (argila) e à limpeza das máquinas utilizadas na preparação da argila.

Palavras-Chave: Mapeamento de processos; processo produtivo; paradas não programadas; fatores de impacto; cerâmica vermelha.

Abstract

The identification of critical points in the production process of manufacturing firms has as an objective to reduce or eliminate losses and wastage in the production and hence reduce costs. One method that allows to identify and analyze such critical points is the Process Mapping, management tool that aims to assist in the improvement of existing processes or the implementation of a new structure-based processes. Thus, this article aims to identify in a red ceramic factory in the state of Paraíba impact factors responsible for unplanned shutdowns in its production process, through the use of assessment tools and process improvement. This is a descriptive-exploratory documentary, literature, and case study, which used in fulfillment of its goal, with semistructured interview scripts to production supervisors and managers of the company, in addition to systematic observation as a complementary tool. From the description of the production process, the removal of unscheduled downtime, and the application of Pareto Charts, it was found that the impact factors are related to the raw material (clay) and the cleaning of the machines used in the preparation of the clay.

Key-Words: Process mapping; production process; unplanned shutdowns; impact factors; red ceramic.

1. INTRODUÇÃO

A identificação de pontos críticos no processo produtivo de empresas manufatureiras tem como um dos objetivos diminuir ou até mesmo eliminar perdas e desperdícios na produção e, conseqüentemente, reduzir custos. Um dos métodos que possibilita identificar e analisar tais pontos críticos é o Mapeamento de Processos, que, em conjunto com ferramentas de avaliação e melhoria de processos, ajudam a implementar um ambiente propício a um melhor desempenho da atividade produtiva.

Segundo Maranhão e Macieira (2010), o mapeamento de processos consiste no conhecimento e análise dos processos e seu relacionamento com os dados estruturados em uma visão *top down*, até um nível que permita sua perfeita compreensão e obtenção satisfatória dos produtos e serviços, objetivos e resultados dos processos. Gomes e Souza (2010) complementam dizendo que mapear processos ajuda a identificar fontes de desperdício, fornecendo uma linguagem comum para o tratamento dos processos de manufatura e serviços, tornando as decisões de fluxo visíveis.

No tocante à avaliação e melhoria de processos, Maranhão e Macieira (2010) afirmam que a avaliação diz respeito à análise do funcionamento e dos resultados dos processos, tendo como objetivo conhecer a situação atual de forma abrangente, ou seja, qual é a vantagem competitiva desse processo? Já a melhoria de processos diz respeito à determinação sucessiva de novas estruturas e arranjos de processos, capazes de assegurar, de forma sustentada no tempo, o melhor resultado competitivo para a organização.

Diante deste contexto, sabe-se que o setor produtivo de cerâmica vermelha no Brasil, principalmente, as Micro e Pequenas Empresas (MPEs) sofrem com falta de planejamento e de controle nos processos produtivos, desperdício de matéria-prima, energia e combustível, desconhecimento de normalização do produto final, e processo tecnológico arcaico, ou seja, aspectos capazes travar o desenvolvimento das empresas. Estes problemas decorrem do fato de que as MPEs do setor são, na maioria, empresas familiares que continuam utilizando processos produtivos com fortes características artesanais (SEBRAE, 2008).

Os produtos de cerâmica vermelha caracterizam-se pela cor avermelhada, os quais são representados por tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes, lajotas, vasos ornamentais, agregados de argila expandida e outros. No que se refere à matéria-prima, o setor utiliza basicamente a argila. A indústria de cerâmica vermelha é caracterizada por duas etapas distintas, a saber: a

primária, que envolve exploração e exploração da matéria-prima; e a secundária ou de transformação, que consiste na elaboração do produto final (SEBRAE, 2008).

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo identificar em uma fábrica de cerâmica vermelha do Estado da Paraíba os fatores de impacto responsáveis por paradas não programadas no processo produtivo, em virtude desta ser uma empresa de características artesanais, que sofre com os problemas anteriormente citados, sendo as paradas não programadas na produção um dos seus principais pontos críticos diagnosticados.

Para alcançar o seu objetivo, o estudo descreverá o processo produtivo, apresentará as paradas não programadas de produção, e, com a utilização da ferramenta de avaliação e melhoria de processos conhecida por Gráfico ou Diagrama de Pareto, identificará os fatores prioritários sobre os quais deverão incidir esforços de melhoria por parte da empresa. Além desse conteúdo introdutório, o estudo segue com a abordagem teórica sobre Mapeamento de Processos. Na sequência, os Procedimentos Metodológicos que serviram de diretriz para condução da pesquisa, os Resultados e Discussões, e, concluindo, as Considerações Finais.

2. MAPEAMENTO DE PROCESSOS

O Mapeamento de Processos é uma ferramenta gerencial que tem a finalidade de auxiliar na melhoria dos processos existentes em uma empresa ou na implantação de uma nova estrutura baseada em processos. A sua aplicação tende a proporcionar redução de custos de produção no desenvolvimento de produtos e/ou serviços, redução de falhas entre sistemas e melhorias no desempenho, além de possibilitar o melhor entendimento dos processos para eliminação ou diminuição daqueles que necessitam de modificações (DATZ; MELO; FERNANDES, 2004).

Mapear um processo significa que o gestor deve prover uma técnica de registro que tenha o intuito de compreender determinado processo produtivo, no sentido de se propor uma posterior melhoria. De acordo com Rother e Shook (2000), o mapeamento é uma ferramenta que fornece uma figura de todo o processo produtivo, incluindo atividades de valor agregado e não agregado. Segundo Villela (2000), o mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial, analítica e de comunicação essencial para líderes e organizações inovadoras que intencionam promover melhorias ou implantar uma estrutura voltada para novos processos.

O mapa identifica todas as atividades que ocorrem durante a execução de uma tarefa específica ou durante uma série de ações. Para Scucuglia (2008) mapear é um exercício de reflexão e debates, cujo objetivo é retratar fielmente, através de fluxogramas ou qualquer outra ferramenta visual existente, como ocorrem os trâmites internos, quais são os seus pontos fracos, onde estão as incongruências pontuais, como ocorrem os fluxos de informações, quais são as responsabilidades de cada etapa, e, principalmente, quais são as entregas efetivas que constituem os produtos dos clientes internos das organizações.

Com esse tipo de análise é possível chegar a algumas conclusões que propiciam a melhoria do processo produtivo, através da redução de produtos defeituosos, bem como da obtenção de menores custos empregados na fabricação de um determinado item. Diante disso, Hunt (1996) afirma que a análise dos processos mapeados permite a redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, a redução nas falhas de integração entre sistemas e melhoria do desempenho da organização, além de ser uma excelente ferramenta para possibilitar um melhor entendimento dos processos atuais e eliminar ou simplificar aqueles que necessitam de mudanças.

A fim de contribuir para o entendimento da aplicabilidade do mapeamento de processos, na subseção subsequente serão apresentadas algumas das principais técnicas existentes para esta finalidade.

2.1. TÉCNICAS DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Há na literatura diversas técnicas de mapeamento de processos, as quais o gestor pode utilizar para fins de análise. Dentre elas as mais utilizadas são: Fluxograma, Mapofluxograma, diagrama de SIPOC, *Blueprinting*, Diagrama homem-máquina e o *Integrated Computer Aided Manufacturing Definition - IDEF*, as quais serão apresentadas nas próximas subseções.

2.1.1. FLUXOGRAMA

O fluxograma é uma técnica para registrar os processos, utilizando símbolos que são ligados por conexões, com setas indicando o sentido do fluxo. Tais símbolos indicam operação, movimentação, inspeção, espera e estocagem. Para Slack, Chambers e Johnston (2002) o fluxograma é uma técnica de mapeamento que permite o registro de ações de algum tipo e pontos de tomada de decisão que ocorrem no fluxo real. Já de acordo com Barnes (1982), o fluxograma de processo é uma técnica utilizada para registrar o processo de uma maneira compacta e de fácil visualização e entendimento.

Algumas das vantagens na utilização do fluxograma são:

- define claramente os limites do processo;
- facilita a localização e identificação dos aspectos positivos e negativos do processo;
- proporciona otimização do fluxo produtivo;
- facilita o treinamento de novos funcionários;
- facilita o estabelecimento de metas;
- proporciona uma visão global do processo produtivo.

2.1.2. MAPOFLUXOGRAMA

O mapofluxograma representa o registro da movimentação física de um produto em processo através do seu arranjo físico, o qual pode ser representado por uma planta baixa mostrando a sequência das máquinas e equipamentos. De acordo com Barnes (1982), o mapofluxograma é um fluxograma desenhado sobre a planta de um edifício ou *layout* para visualizar melhor o processo produtivo.

Para a construção do mapofluxograma, é necessário que se defina em uma planta, um desenho do arranjo físico detalhado dos locais de trabalho. Sobre a planta desse arranjo físico é desenhado o fluxo do processo que passa através dos locais de trabalho e que realiza as atividades. Esse desenho é feito utilizando simbologias que permitem o entendimento de vários momentos do processo, como as atividades de realização de alguma operação, inspeção, transporte, espera e armazenagem.

De acordo com Souto (2004), os problemas e defeitos típicos relativos ao fluxo do item no arranjo físico, que podem ser detectados com a análise do mapofluxograma são atividades desnecessárias ou dispensáveis; movimentos longos entre atividades; mudança de direção de fluxo; retornos; cruzamento de fluxo; e pontos de congestionamentos de tráfegos.

2.1.3. SIPOC

SIPOC é uma ferramenta usada por uma equipe de trabalho para identificar todos os elementos pertinentes de um projeto de melhoria de processo antes do mesmo começar (FERNANDES, 2006). A sigla SIPOC significa:

S - *Suppliers* (fornecedores)

I - *Inputs* (entradas)

P - *Process* (processo)

O - *Output* (saídas)

C - *Customers* (clientes)

Os passos para aplicação dessa ferramenta são descritos por Simon (2001):

- criar uma área que permitirá a equipe postar adições ao diagrama de SIPOC;

- começar pelo processo;
- identificar as produções deste processo;
- identificar os clientes que receberão o produto deste processo;
- identificar as contribuições requeridas para o processo funcionar corretamente;
- identificar os provedores das contribuições que são requeridas pelo processo;
- identificar as exigências preliminares dos clientes (opcional);
- discutir com donos do projeto e outros envolvidos para fins de verificação.

2.1.4. BLUEPRINTING

O *Blueprinting* representa um fluxograma de todas as transações integrantes do processo de prestação de serviço (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 1998). Mello (2008) afirma que esse método faz uso da linha de visibilidade, que separa, no mapa desenhado, as atividades onde os clientes obtêm evidências tangíveis do serviço das atividades chamadas de retaguarda, aquelas não presenciadas pelo cliente.

Santos e Varvakis (2002) enumeram algumas aplicações do *blueprinting*:

- identificação dos pontos de falha do processo;
- identificação dos gargalos do processo;
- planejamento da capacidade e tempos de execução;
- análise de custos do processo;
- projeto de trabalho e melhoria da produtividade;
- identificação dos processos-chave e áreas estratégicas de decisão.

2.1.5. DIAGRAMA HOMEM-MÁQUINA

Dependendo do tipo de trabalho, o operador e a máquina trabalham intermitentemente. Diante disso, o diagrama homem-máquina visa eliminar o tempo de espera tanto do operador quanto da máquina. Nesse sentido, Barnes (1982) afirma que o objetivo desse diagrama é o estudo da interrelação entre o trabalho do homem e o da máquina, identificando os tempos ociosos de ambos e balanceando a atividade do posto de trabalho.

O primeiro passo para a eliminação do tempo do operador e da máquina consiste em registrar com exatidão quando cada um deles trabalha e o que cada um deles faz. Este registro mostrará mais claramente a interrelação entre o tempo do homem e o tempo da máquina, se

apresentando em forma de um gráfico executado em escala (SOUTO, 2004). Após analisar a operação e elaborar o gráfico homem-máquina, é necessário verificar como eliminar e/ou melhor utilizar o tempo parado.

Segundo Camarotto (2007), para a construção do diagrama homem-máquina é necessário classificar as atividades em:

- a) independentes - trabalhador ou máquina trabalham sem interferência;
- b) combinadas - operador e máquinas trabalham juntos;
- c) atividades em espera - operador e/ou máquina ficam sem operação.

2.1.6. IDEF

A técnica IDEF utiliza modelagem baseada em representações de diagramas, ou seja, consiste em uma abordagem gráfica para a descrição de um sistema. Esses diagramas representam um desenho do comportamento dos clientes. O IDEF é uma ferramenta que possibilita a modelagem de sistemas, combinando textos e estruturas gráficas de forma sistemática, muito utilizada tanto na esfera empresarial quanto na industrial.

De acordo com Oliveira e Rosa (2010), a IDEF é uma técnica de modelagem de processos para um desenvolvimento seguro e sustentado, que de forma gráfica descreve todo o ciclo de vida de desenvolvimento de um sistema.

O modelo IDEF0 é uma variação do IDEF, sendo uma das técnicas mais utilizadas para modelagem do processo de negócio, que quando concluído irá dispor de uma série de diagramas, textos explicativos e glossários dispostos hierarquicamente, fornecendo gradativamente maiores níveis de detalhes, e referenciados entre si, facilitando a busca por informações dentro do modelo (SOUZA, 2010).

O autor supracitado ainda afirma que os componentes primários do IDEF0 são os processos representados por caixas e objetos ou insumos representados pelas flechas. Caixas são os componentes gráficos de um diagrama e representam o que será realizado em um processo. As flechas são compostas por um ou mais segmentos de reta desenhados em linhas contínuas com uma seta em uma de suas pontas.

Oliveira e Rosa (2010) descrevem as inúmeras aplicações do IDEF, quais sejam:

- documentação de um modelo funcional e de informação em um projeto de sistema inteligente de manutenção;

- modelo de gestão e produção para as indústrias cerâmicas;
- projetar e documentar o modelo funcional e de dados de uma unidade de gerenciamento de uma célula flexível de manufatura;
- como uma ferramenta de modelagem de um ambiente colaborativo, para o apoio ao desenvolvimento de moldes para injeção de plásticos.

Para fins de estudo, o artigo utilizará a técnica de Fluxograma para representar o processo produtivo em estudo, em decorrência das vantagens atribuídas a mesma. Na seção subsequente serão apresentados os procedimentos metodológicos que guiaram a pesquisa.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é descritivo-exploratória. Descritiva porque tem como objetivo descrever características de um determinado fenômeno, estabelecendo relação entre variáveis. Exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito.

Quanto aos procedimentos técnicos, consiste em uma pesquisa documental, bibliográfica e de estudo de caso. Documental, porque faz uso de materiais que ainda não receberam tratamento analítico, como relatórios, levantamento mensais, etc.; bibliográfica, pelo fato de que recorre ao uso de livros, artigos, anais de eventos, monografias, dissertações, entre outras fontes de dados secundários; e estudo de caso, uma vez que determinada unidade de análise foi profundamente pesquisada, de maneira que se permitiu o seu detalhado conhecimento. A unidade de análise no estudo em questão é uma empresa que fabrica produtos do tipo cerâmica vermelha no Estado da Paraíba.

Como instrumentos de pesquisa foram utilizados roteiros de entrevista semiestruturados, que têm como uma de suas características: questões mais ou menos abertas levadas à situação de entrevista na forma de um guia, esperando-se que essas questões sejam livremente respondidas pelo entrevistado. O roteiro de entrevista foi aplicado junto aos supervisores de produção da fábrica e gerentes da empresa.

Também foi utilizada, como instrumento complementar, a observação sistemática, método empregado para compreender o funcionamento de uma determinada atividade ou tarefa. Foram observadas as etapas do processo produtivo da empresa, as máquinas e equipamentos utilizados, entre outros aspectos.

A pesquisa foi dividida em três partes, expostas a seguir:

- Descrição do processo produtivo: de uso dos roteiros de entrevista semiestruturados e da observação sistemática na unidade produtiva, foram coletados os dados para caracterizar o processo produtivo. Foi construído o fluxograma do processo com a utilização do *BizAgi Process Modeler*, ferramenta de modelagem de processos utilizada na criação de fluxogramas, mapas e diagramas em geral, a qual permite aos usuários organizarem graficamente vários processos e as relações existentes em cada etapa.

- Levantamento das paradas não programadas no processo produtivo: a partir da análise sobre o processo produtivo, identificou-se pontos críticos na fase de Preparação da Argila, relacionados às paradas não programadas da produção. Somados a isto, foram

requisitados à empresa em estudo, relatórios que mostrassem a descrição quantitativa destas paradas, apresentando as principais causas, e o tempo total de duração correspondente a, pelo menos, um período de 16 (dezesesseis) meses entre os anos de 2011 e 2012. Os dados coletados receberam tratamento estatístico descritivo simples.

- Aplicação do Gráfico de Pareto: com intuito de identificar os fatores prioritários sobre os quais devem incidir esforços de melhoria, optou-se por utilizar a ferramenta de qualidade conhecida como Gráfico ou Diagrama de Pareto, cuja maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresentará os principais resultados obtidos na pesquisa no tocante à: Descrição do Processo Produtivo; Levantamento das Paradas não programadas no Processo Produtivo; e Aplicação do Gráfico de Pareto para identificar os fatores de impacto responsáveis pelas paradas não programadas no processo de produção de cerâmica vermelha.

4.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Quanto ao processo produtivo, de forma genérica, na produção de cerâmica vermelha, existem fases comuns para todos os tipos de produtos, que vão desde a retirada da argila nas jazidas, seu transporte para as olarias, moldagem e secagem dos produtos, até a queima nos fornos, sendo esta última fase a que requer melhor conhecimento e habilidade (SOUZA, 2003; GOMES, 2009).

O processo para produção da cerâmica vermelha na empresa em estudo, basicamente, pode ser dividido em três fases: coleta da argila; preparação da argila; e fabricação dos produtos cerâmicos. Os tópicos subsequentes as descreverão, de modo que ao final culminará com o Fluxograma do Processo Produtivo.

4.1.1 COLETA DA ARGILA

A coleta ou captação da argila é realizada a céu aberto, em uma jazida próxima à empresa, de sua propriedade, com a utilização de uma máquina do tipo retroescavadeira. Da jazida, a argila é transportada por uma máquina do tipo pá carregadeira até a área onde é iniciada a sua preparação.

4.1.2 PREPARAÇÃO DA ARGILA

A preparação da argila consiste nas seguintes etapas:

a) **SAZONAMENTO:** após a argila ser transportada da jazida, ela é depositada em uma área descoberta, passando por um processo chamado de Sazonamento Sanduíche, por no mínimo 1 ano, a fim de que os seus componentes possam ser misturados de modo natural, sofrendo ação da chuva, sol, vento, e outras intempéries, possibilitando-se, também, a diminuição das impurezas em sua composição. Não há um tempo máximo estimado para utilização dessa argila, a qual pode ficar por mais de 2 anos depositada nesta área, quanto mais tempo de permanência melhor será a sua qualidade. Utiliza-se o método do primeiro que entra, primeiro que sai, ou seja, a argila que está depositada há mais tempo é a que primeiro será utilizada.

b) **Estoque De Pré-Produção:** a argila é levada para uma área coberta, onde é estocada, pronta para ser utilizada.

c) **Caixão Alimentador:** a argila é levada por uma pá carregadeira ao Caixão Alimentador, onde é dosada, misturada e triturada pela primeira vez, daí é movida por uma esteira transportadora para o Desintegrador. Esse Caixão Alimentador é integrado a um Destorroador, que tem por objetivo destorrear ou quebrar os grandes torrões da argila.

d) **Desintegrador:** após ser conduzida por uma esteira transportadora, a argila chega ao Desintegrador, máquina responsável por quebrar os torrões ou pedaços maiores de argila, homogeneizando a massa em pedaços menores.

e) **Laminador:** com o desmanche dos pedaços maiores, a argila é conduzida ao Laminador, que tem por objetivo reduzi-la em lâminas finas, além de triturar por esmagamento todos os torrões ainda não desfeitos. Mesmo com menor espessura (mais ou menos 3 mm) a argila ainda sai misturada com pequenas pedras e raízes em sua composição.

f) **Maromba Extrusora:** a argila é conduzida a uma Maromba monobloco acoplada a um pequeno misturador, sendo misturada e conformada tornando-se uma barra única.

g) **Boquilha:** consiste em uma moldura ou máscara que fica encaixada na saída da Maromba, responsável por definir o formato final ao produto semiacabado.

h) **Cortador:** através de uma esteira transportadora, a barra única de argila é levada ao Cortador, máquina com fios de aço (cordoalhas) ou arames que cortam os produtos semiacabados em tamanho pré-definido. Quando a barra sai da Boquilha, existe entre ela e o Cortador um mecanismo responsável por anotar nos produtos os dados da empresa, a data em que foram produzidos, e outras informações definidas pelas Normas do setor cerâmico.

4.1.3. FABRICAÇÃO DOS PRODUTOS CERÂMICOS

Como parte final do Processo Produtivo da cerâmica vermelha, tem-se a fabricação, propriamente dita, dos produtos, a qual é composta pelas seguintes etapas:

a) **Seleção:** após os produtos semiacabados saírem do Cortador, os operadores realizam seleção para identificar aqueles que estão com falhas, retornando-os para o estoque de argila. Os que não possuem falhas são direcionados à área de Secagem.

b) **Secagem:** quando chegam à área destinada à Secagem, os operadores realizam outra seleção para identificar algum outro produto com falha (rasgo, amassado, etc.). Os produtos passam em torno de 3 a 15 dias no depósito para secagem natural, dependendo do período do ano e do clima.

c) **Levantamento:** na etapa da Secagem de alguns tipos específicos de produtos, ocorre a atividade conhecida por Levantamento, na qual os produtos que ficam na parte de baixo das pilhas são levantados para a parte de cima, à medida que os que estavam na parte de cima vão sendo retirados por estarem prontos para irem à etapa de Enforna. Essa atividade tem a finalidade de homogeneizar a secagem dos produtos semiacabados.

d) **Enforna:** da Secagem, os produtos são levados para Enforna, etapa que começa a partir do momento em que eles são colocados no forno, em fileiras espaçadas umas das outras, daí a porta do forno é vedada com uma parede dupla de tijolos reaproveitados e rejuntada com argila, e na parte superior do forno ou laje é colocada a lenha por meio de orifícios, as chamadas boquetas.

e) **Queima:** a temperatura dos fornos deve estar no máximo em 800° (variando para cada tipo de produto). O controle da temperatura é feito através de pequenos dispositivos elétricos, chamados de Termopares, que são colocados na laje do forno. O tempo de queima é em média de 4 a 5 dias (variando para cada tipo de produto). Uma atividade que ocorre na Queima é o Controle da Dissipação do fogo, feito através de válvulas que são abertas ou fechadas de acordo com a quantidade de fogo dentro do forno. A abertura das válvulas dissipa o fogo diminuindo a temperatura no forno, já o seu fechamento concentra o fogo aumentando a sua temperatura.

f) **Desenforna:** consiste na saída dos produtos do forno.

g) **Estoque:** assim que são retirados os produtos são conduzidos para o estoque.

Detalhadas cada uma das fases do processo produtivo da cerâmica vermelha, e as suas etapas correspondentes, a Figura 1 apresenta o Fluxograma, construído através da utilização da ferramenta *BizAgi Process Modeler*.

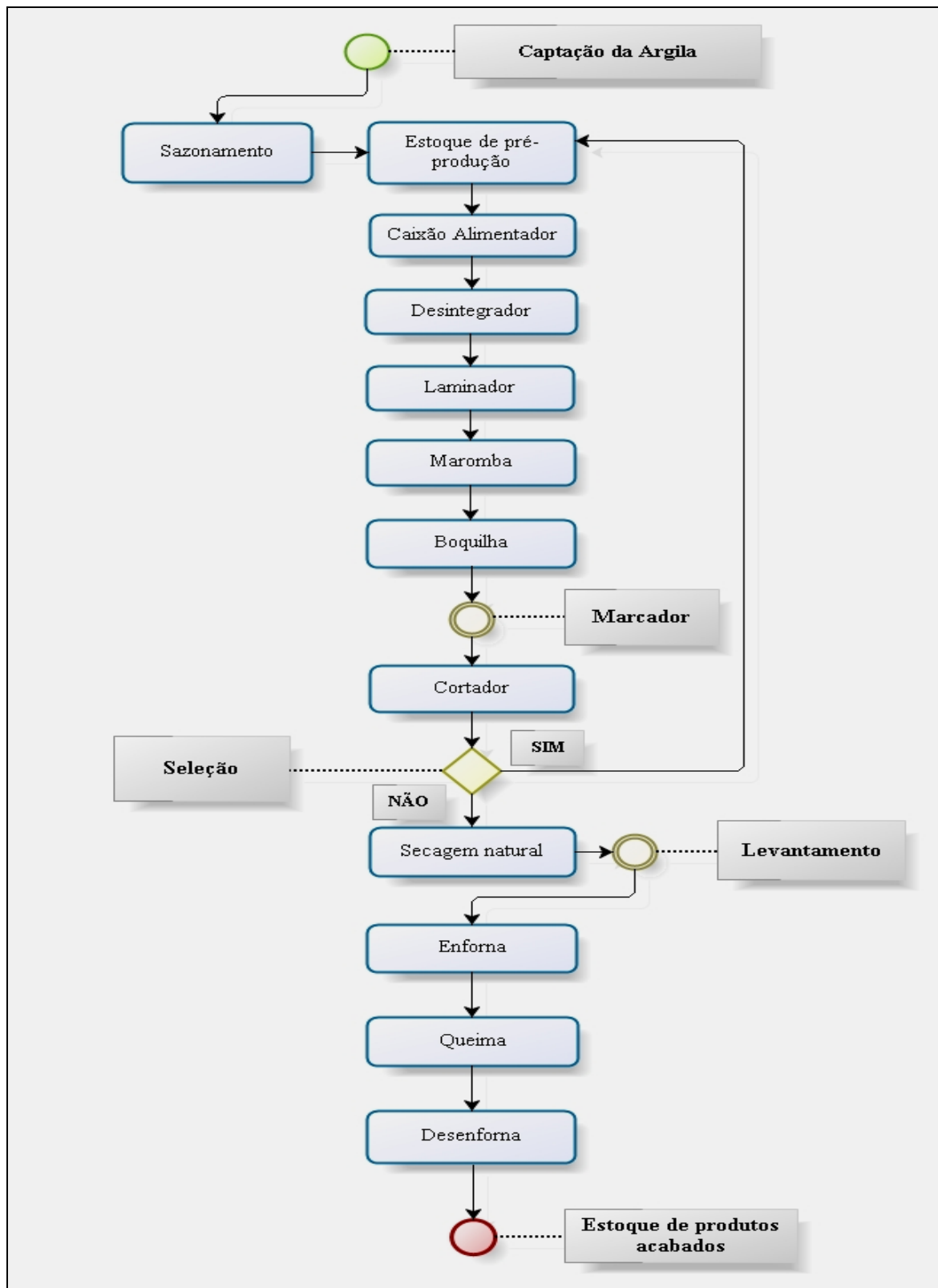


FIGURA 1 - Fluxograma do Processo Produtivo. Fonte: Elaboração própria (2012).

4.2. LEVANTAMENTO DAS PARADAS NÃO PROGRAMADAS NO PROCESSO PRODUTIVO

A partir da análise de relatórios da empresa e da observação do Processo Produtivo, constatou-se que os principais pontos críticos estão relacionados aos tempos de paradas não programadas na produção nas etapas constituintes da fase de Preparação da Argila.

A Tabela 1 apresenta as principais causas destas paradas na produção, em um intervalo de 16 meses, como também o tempo total de parada correspondente e o percentual equivalente.

TABELA 1 - Causas de paradas não programadas na produção.

Causa	Tempo total de parada	Percentual
. Argila com excesso de umidade	12:08:00	2,51%
. Desobstrução do Caixão Alimentador	60:13:00	12,47%
. Desobstrução do Desintegrador	5:54:00	1,22%
. Desobstrução do Laminador	51:16:00	10,62%
. Impurezas na Argila	157:09:00	32,55%
. Limpeza das Máquinas	65:39:00	13,60%
. Manutenção da Maromba Extrusora	9:00:00	1,86%
. Problema na Argila	15:42:00	3,25%
. Problema na Boquilha	6:09:00	1,27%
0. Problema na esteira transportadora	9:16:00	1,92%
1. Problema na Maromba Extrusora	5:55:00	1,23%
2. Problema no Cortador	8:48:00	1,82%
Problema no Laminador	6:00:00	1,24%

3.			
4.	Regulagem do Cortador	14:01:00	2,90%
5.	Retifica do Laminador	10:00:00	2,07%
6.	Troca de Boquilha	41:22:00	8,57%
7.	Troca de correia da esteira do Cortador	0:20:00	0,07%
8.	Troca de motor do Laminador	2:20:00	0,48%
9.	Troca do Cortador	1:39:00	0,34%
	Total	482:51:00	100,00%

Fonte: Elaboração própria (2012).

Nota-se que a principal causa de paradas não programadas na produção está relacionada às impurezas presentes na argila, representando 32,55% do tempo total. Este aspecto é consequência de não haver na empresa operações que proporcionem um melhor tratamento da argila, que venha possibilitem a diminuição e/ou eliminação de materiais como pedras e raízes. Estes materiais ao passarem pela Maromba Extrusora podem ficar presos na Boquilha e causar rasgos no produto, e ao passar pelo Cortador podem romper os fios de aço, evitando que os produtos sejam cortados no tamanho correto, ambas as situações acarretam paradas não programadas na produção.

De posse das principais causas de paradas na produção, é possível categorizá-las. A categorização busca agregar em um conjunto aqueles aspectos causadores de paradas diretamente relacionados. Vale salientar que a Troca de Boquilhas, por constituir-se em uma tarefa necessária ao processo, mas por vezes não programadas, não foi relacionada a nenhum outra causa. Assim, na Tabela 2, são apresentadas as categorias, as causas que foram agregadas com sua numeração correspondente, como também os tempos de paradas e percentuais equivalentes.

TABELA 2 - Categorização das causas de paradas não programadas.

Categoria	Causas	Tempo agregado	Percentual agregado
Manutenção corretiva nas máquinas	7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18 e 19.	73:28:00	15,22%
Matéria-prima	1, 5 e 8.	184:59:00	38,31%
Troca de boquilha	16.	41:22:00	8,57%
Limpeza de máquinas	2, 3, 4 e 6	183:02:00	37,91%
Total		482:51:00	100,00%

Fonte: Elaboração própria (2012).

Com intuito de identificar, dentre estas categorias, aqueles fatores de impacto nas paradas não programadas do processo produtivo, a subseção subsequente apresenta a aplicação do Gráfico de Pareto, com uma breve contextualização teórica sobre a ferramenta.

4.3 APLICAÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO

O Gráfico ou Diagrama de Pareto constitui em uma das ferramentas utilizadas na avaliação e melhorias de processos. Na sua base está o Princípio de Pareto, também conhecido como a regra dos 80-20, que parte do pressuposto de que em um determinado problema são poucos os motivos que causam a maior parte do mesmo, enquanto que a grande parte dos motivos influencia em menor escala. Isso implica dizer que 20% das causas dão origem a 80% dos problemas, as quais devem ser atacadas através de análises, estudos, e implementações de processos que conduzam a sua redução ou eliminação (JURAN, 1992; MATA-LIMA, 2007; GODOY, 2010; MARANHÃO; MACIEIRA, 2010).

O Gráfico de Pareto ou *Trivial many/Vital few* permite separar os problemas em poucos vitais e muitos triviais, facilitando a identificação dos aspectos prioritários nos quais devem incidir os esforços de melhoria. Trata-se de uma ferramenta de análise de dados que se apresenta em um gráfico de barras, que ordena a frequência de determinadas ocorrências, da maior para a menor, permitindo a periodização dos problemas, ou seja, faz a hierarquia dos fatos (MATA-LIMA, 2007; GODOY, 2010).

Conforme Maranhão e Macieira (2010), quando dispomos de dados numéricos de processos é útil organizá-los com o objetivo de evidenciar a priorização requerida para os diferentes fatores analisados. Assim, para identificar os fatores prioritários sobre os quais deverão incidir os esforços de melhoria, esta subseção aplicará a citada ferramenta de avaliação e melhoria de processos com os dados apresentados na subseção anterior, a qual mostra as principais causas de paradas não programadas do processo de produção na fase de Preparação da Argila. Para isto, foram seguidos os seguintes passos:

- a) seleção das categorias;
- b) organização das categorias, ordenando-as da maior a menor segundo a ordem do tempo total correspondente;
- c) totalização dos dados para todas as categorias;
- d) cálculo do percentual que cada categoria representa - frequência simples;
- e) cálculo da frequência acumulada;
- f) construção do gráfico;

A Tabela 3 apresenta as categorias, a totalização dos tempos, a frequência simples e a frequência acumulada.

TABELA 3 - Categorias, frequência simples e acumulada.

Categoria	Tempo total	Frequência simples	Frequência acumulada
Matéria-prima	184:59:00	38,31%	38,31%
Limpeza de máquinas	183:02:00	37,91%	76,22%
Manutenção corretiva	73:28:00	15,22%	91,44%
Troca de boquilha	41:22:00	8,57%	100,00%
Total	482:51:00	100,00%	----

Fonte: Elaboração própria (2012).

O Pareto é um gráfico que possui dois eixos verticais: y1 e y2. Neste estudo, o eixo vertical da esquerda (y1) corresponde aos tempos de duração das paradas, em valor absoluto. Já o eixo vertical à direita (y2) corresponde às frequências acumuladas das paradas. Ele foi montado da seguinte forma: construção do gráfico de barras, colocando no eixo horizontal (x) as categorias, e no eixo y1 os tempos de duração das paradas. Na sequência foi feito o gráfico de linhas, representando a frequência acumulada de cada categoria, utilizando o eixo y2, e o ponto médio das barras como sendo o eixo x.

Após a montagem do gráfico, seguindo os procedimentos necessários para aplicação do Pareto, foi encontrado o valor que corresponde a 80 % do percentual acumulado. Foi traçada então uma linha horizontal em vermelho que vai do valor de 80% no eixo y2 até encontrar a curva, e em seguida foi traçada uma linha vertical em vermelho até o eixo x. A Figura 2 mostra o Gráfico de Pareto construído.

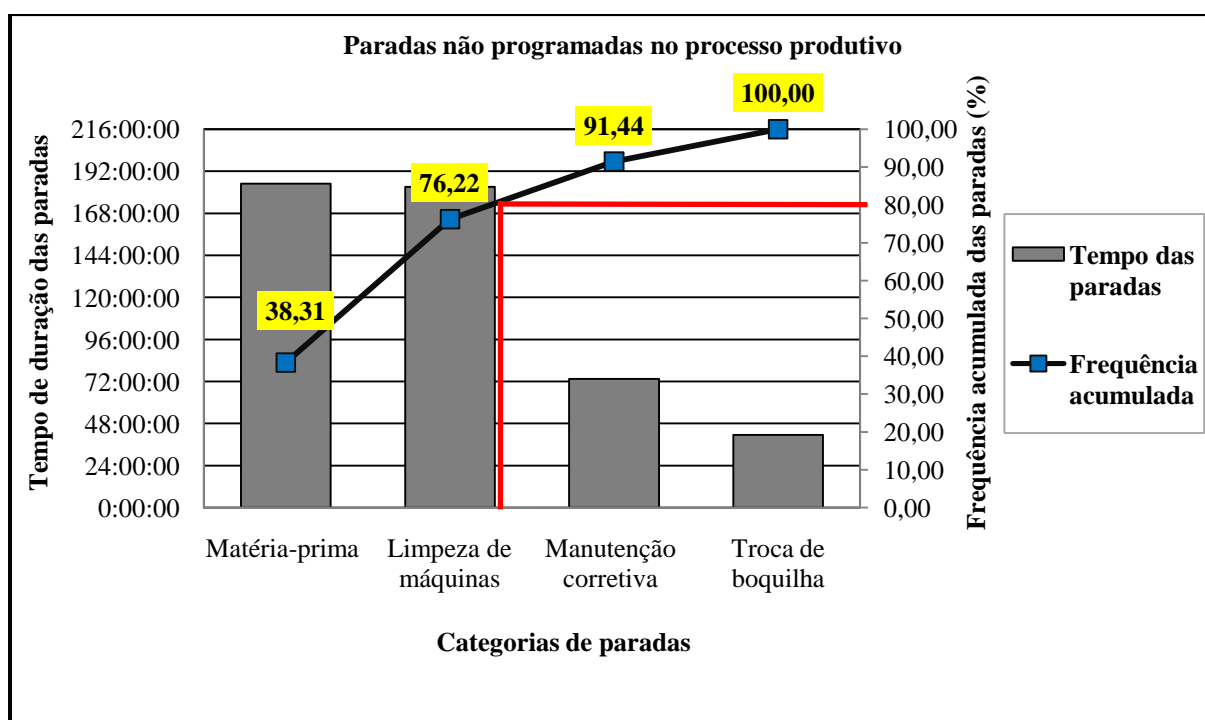


FIGURA 2 - Gráfico de Pareto. Fonte: Elaboração própria (2012).

Assim, tem-se que os itens que se encontram à esquerda da linha vertical em vermelho no eixo x são aqueles que devem ser priorizados, pois são responsáveis por 80% do problema, isto é, pelas paradas não programadas na produção. Nesse sentido, constata-se que os fatores de impacto nas paradas não programadas do processo de produção são as

categorias que agregam causas relacionadas à matéria-prima (argila) e à limpeza das máquinas utilizadas na preparação da argila.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo produtivo da cerâmica vermelha na empresa em estudo é dividido em três fases: coleta da argila, preparação da argila, e fabricação dos produtos cerâmicos, cada uma com suas respectivas etapas. Identificou-se na fase da preparação da argila pontos críticos relacionados às paradas não programadas.

A partir dos relatórios apresentados pela empresa, nos quais continham a descrição quantitativa das paradas não programadas da produção, visualizou-se que a principal causa está relacionada às impurezas presentes na argila, representando 32,55% do tempo total das paradas, em um período de 16 meses, consequência da inexistência na empresa de operações que proporcionem um melhor tratamento da argila.

Na sequência, de posse das principais causas de paradas na produção, foi feita a categorização, isto é, a agregação das causas de paradas nos seguintes conjuntos: Manutenção corretiva nas máquinas; Matéria-prima; Troca de boquilha; e Limpeza de máquinas.

Para identificar os fatores prioritários sobre os quais deveriam incidir os esforços de melhoria, procedeu-se com a aplicação da ferramenta de avaliação e melhoria de processos, o Gráfico de Pareto, sob os dados referentes às principais causas de paradas não programadas do processo de produção na fase de Preparação da Argila.

Após a aplicação da ferramenta, concluiu-se que os fatores de impacto nas paradas não programadas do processo de produção são as categorias que agregavam causas relacionadas à matéria-prima (argila) e à limpeza das máquinas utilizadas na preparação da argila, que correspondem à: argila com excesso de umidade; desobstrução do caixão alimentador; desobstrução do desintegrador; desobstrução do laminador; impurezas na argila; limpeza das máquinas; e problema na argila.

Foi proposto à empresa que: (1) realize o processo caixão-desintegrador-laminador duas vezes para que a argila possa ficar mais bem selecionada; (2) programe a limpeza das máquinas; (3) implante um método que estabeleça as tarefas necessárias à troca das boquilhas; e (4) programe a troca das boquilhas conforme a programação da produção diária.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo, que era o identificar em uma fábrica de cerâmica vermelha os fatores de impacto responsáveis por paradas não programadas no processo produtivo foi atingido.

6. REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.

CAMAROTTO, J. A. **Projeto do Trabalho (Métodos, Tempos, Modelos, Posto de Trabalho)**. Notas de Aula - Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, São Carlos, 2007.

DATZ, D.; MELO, A. C. S. M; FERNANDES, E. **Mapeamento de Processos como Instrumento de Apoio à Implementação do Custeio Baseado em Atividades nas Organizações**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2004, Florianópolis - SC.

FERNANDES, M. M. **Análise do processo de seleção de projetos seis sigma em empresas de manufatura no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá-UNIFEI, Itajubá, 2006.

FITZSIMMONS, J.; FITZSIMMONS, M. **Service management: operations, strategy, and information technology**. 2. ed. USA: Irwin/McGraw-Hill, 1998.

GODOY, A. L. **Tutorial: Gráfico de Pareto**. Centro de Desenvolvimento Profissional e Tecnológico - CEDET, 2010. Disponível em: < <http://www.cedet.com.br/> > Acesso em ago. 2012.

GOMES, D. R. **Mapeamento de Processos como ferramenta de avaliação de Processo Produtivo: Estudo de caso em uma empresa do polo de cerâmica de Campos - RJ**. 76 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, 2009.

GOMES, D. R.; SOUZA, S. D. C. **Mapeamento do processo de produção em uma fábrica do polo de cerâmica vermelha do Norte Fluminense**. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2010, São Carlos - SP.

HUNT, V. D. **Process mapping: how to reengineer your business processes**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto**. São Paulo: Pioneira, 1992.

MARANHÃO, M.; MACIEIRA, M. E. B. **O processo nosso de cada dia: modelagem de processos de trabalho**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas**. Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactos Ambientais - Departamento de Matemática e Engenharias, Universidade da Madeira, Portugal, 2007.

MELLO, A. E. N. S. **Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, Itajubá, 2008.

OLIVEIRA, J. N. D.; ROSA, L. C. **Modelagem de processos IDEF: Modelo descritivo da cadeia produtiva do biodiesel**. Revista gestão industrial, v.06, n.02, p. 159-154, 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **“Learning to See”**. The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 2000.

SANTOS, L. C; VARVAKIS, G. **SERVPRO: uma técnica para a gestão de operações de serviços**. Revista Produção, v. 12, n. 1, p. 34-45, 2002.

SCUCUGLIA, R. **Como mapear seus processos**. São Paulo: Gauss Consulting, 2008. Disponível em: <
http://www.gaussconsulting.com.br/imagens/artigos/artigo_como_mapear_seus_processos.pdf> Acesso em out. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Cerâmica Vermelha: Estudo de mercado**. 2008. Disponível em: <
<http://www.sebrae.com.br/setor/ceramica-vermelha/o-setor/mercado>> Acesso em ago. 2012.

SIMON, K. **“SIPOC DIAGRAM”**. 2001. Disponível em: <
<http://www.isixsigma.com/library/content/c010429a.asp>> Acesso em out. 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUTO, M. L. **Engenharia de métodos**. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande: DEP/UFCG, 2004.

SOUZA, A. B. B. **Sistematização do processo de expressão de incertezas de medição utilizando modelagem IDEF**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, S. D. C. **Uma Abordagem Evolucionária da Dinâmica Competitiva em Arranjos Produtivos Locais**. 358 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro

de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, 2003.

VILLELA, C. S. S. **Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2000.