

Organizador
Edilson Antonio Catapan

ENGENHARIA de produção em análise

Vol. 01

São José dos Pinhais

BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA

2020



Edilson Antonio Catapan

(Organizador)

Engenharia de produção em análise

Vol. 01

**Brazilian Journals Editora
2020**

2020 by Brazilian Journals Editora
Copyright © Brazilian Journals Editora
Copyright do Texto © 2020 Os Autores
Copyright da Edição © 2020 Brazilian Journals Editora
Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan
Diagramação: Lorena Fernandes Simoni
Edição de Arte: Lorena Fernandes Simoni
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial:

Prof^a. Dr^a. Fátima Cibele Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil
Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil
Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil
Prof^a. Msc. Adriana Karin Goelzer Leining - Universidade Federal do Paraná, Brasil
Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil
Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
Prof^a. Dr^a. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil
Prof^a. Dr^a. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. José Airlson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil
Prof^a. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil
Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil
Prof^a Dr^a Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil
Prof^a. Dr^a. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil
Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia
Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil
Prof^a. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof^a. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof. Msc. Jadson Justi - Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof^a Dr^a. Alexandra Ferronato Beatrice - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil
Prof^a. Msc. Caroline Gomes Mâcedo - Universidade Federal do Pará, Brasil



Ano 2020

Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil

Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto - Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Prof. Msc. Raphael Magalhães Hoed - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil

Prof^a. Msc Eulália Cristina Costa de Carvalho - Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Prof. Msc Fabiano Roberto Santos de Lima - Centro Universitário Geraldo di Biase, Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
<p>C357e Catapan, Edilson Antonio Engenharia de produção em análise / Edilson Antonio Catapan. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2020. 188 p.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui: bibliografia ISBN: 978-65-86230-12-3</p> <p>1. Engenharia 2. Gestão e desenvolvimento I. Catapan, Edilson Antonio II. Título</p>

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br



Ano 2020

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Engenharia de produção em análise”, publicada pela Brazilian Journals, apresenta um conjunto de dez capítulos que visa abordar diversos assuntos ligados à área da engenharia de produção, como a otimização de processos, aumento da produtividade e minimização de gastos excessivos e desnecessários nas organizações.

Logo, os artigos apresentados neste volume abordam: a aplicação da filosofia *just in time* no departamento de manutenção e máquinas; gerenciamento da comunicação: o desafio para o gerente de projetos; aplicação de análise multivariada de dados para a avaliação de fornecedores; sistema produtivo industrial enxuto e puxado pela demanda e entre outros.

Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para a área de educação, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EMBALAGENS VAZIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO BRASIL E A LOGÍSTICA REVERSA	
Fabio Ytoshi Shibao Roberto Giro Moori Mario Roberto dos Santos DOI 10.35587/brj.ed.0000314	
CAPÍTULO 2	21
APLICAÇÃO DA FILOSOFIA <i>JUST IN TIME</i> NO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO E MÁQUINAS	
José Alberto Yemal Felipe Tavora Nakamoto Ulysses Martins Moreira Filho Paulo Roberto Torres Matta DOI 10.35587/brj.ed.0000315	
CAPÍTULO 3	41
GERENCIAMENTO DA COMUNICAÇÃO: O DESAFIO PARA O GERENTE DE PROJETOS	
Antonio Carlos de Lemos Oliveira Suhelen Suzan Silva Gomes Ribeiro Eliza Silva Morais DOI 10.35587/brj.ed.0000316	
CAPÍTULO 4	55
GESTÃO DE <i>LAYOUT</i> COM <i>VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS</i> NA INTERFACE DO EXCEL	
Abel Hames Elpidio Oscar Benitez Nara Fabio Lorenzi da Silva Rafael Nagel Richard Silva Martins DOI 10.35587/brj.ed.0000317	
CAPÍTULO 5	71
<i>ECONOMICAL EVALUATION OF ETHANOL PRODUCTION BY A FAMILY FARMS COOPERATIVE</i>	
Carlos Alberto Mendes Moraes Cynthia Fleming Batalha da Silveira Joice Brochier Schneider André Geraldo Velho Cirne de Lima Guilherme Luís Roeche Vaccaro DOI 10.35587/brj.ed.0000318	
CAPÍTULO 6	86
DETERMINANTES DA EFICIENCIA TÉCNICA DO DESENVOLVIMENTO URBANO CATARINENSE	
João Serafim Tusi da Silveira Lucas Veiga Ávila Rodrigo Belmonte da Silva	

Rozelaine de Fátima Franzin
Ivete Linn Ruppenthal
DOI 10.35587/brj.ed.0000319

CAPÍTULO 7.....106

APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS PARA A AVALIAÇÃO
DE FORNECEDORES

João Chang Junior
Camila Roseane Kolososki
Ari Rodrigo Santos
DOI 10.35587/brj.ed.0000320

CAPÍTULO 8.....121

ABORDAGEM ANTROPOTECNOLÓGICA E CRITÉRIOS DE USABILIDADE
PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO DA ESTAÇÃO CENTRAL DO
METRÔ-DF

Roberto Bernardo da Silva
Evaldo César Cavalcante Rodrigues
Aldery Silveira Júnior
Martha Maria Veras Oliveira Cavalcante Rodrigues
Natália Sarellas Martins
DOI 10.35587/brj.ed.0000321

CAPÍTULO 9.....137

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE USINAGEM E A IMPORTÂNCIA
DA APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE

Daniele Trajano Raupp
Sandro Gonzalez
DOI 10.35587/brj.ed.0000322

CAPÍTULO 10.....166

SISTEMA PRODUTIVO INDUSTRIAL ENXUTO E PUXADO PELA DEMANDA

Manoel Gonçales Filho
Clóvis Delboni
Reinaldo Gomes da Silva
DOI 10.35587/brj.ed.0000323

SOBRE O ORGANIZADOR.....188

CAPÍTULO 1

EMBALAGENS VAZIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO BRASIL E A LOGÍSTICA REVERSA

Fabio Ytoshi Shibao

Doutor em Administração de Empresas
Instituição: Universidade Ibirapuera – UNIB
Endereço: Av. Interlagos, 1329, Interlagos, São Paulo, SP, Brasil
E-mail: fabio.shibao@gmail.com

Roberto Giro Moori

Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie
Endereço: Rua da Consolação, 896, Consolação, São Paulo, SP, Brasil
E-mail: roberto.g.moori@gmail.com

Mario Roberto dos Santos

Doutor em Administração
Instituição: Universidade Nove de Julho – UNINOVE
Endereço: Rua Joaquim Casemiro, 397, B. Planalto, São Bernardo do Campo, SP, Brasil
E-mail: mario.rsantos@terra.com.br

RESUMO: O crescimento da população mundial em níveis preocupantes tem incitado a discussão a respeito da produção de alimentos e seus impactos sobre a biodiversidade e a continuidade da vida no planeta. A necessidade de maior produção de alimentos em espaços cada vez menores para a agropecuária levou à busca de tecnologias que proporcionassem maior rendimento por área, com isso a proliferação do uso de defensivos agrícolas e o problema de destinação das embalagens vazias. O Brasil tem se destacado nos últimos anos como um dos principais mercados em âmbito mundial de defensivos agrícolas. O tema que mais se destaca na atualidade no setor empresarial do *agribusiness* é a sustentabilidade ambiental e em razão disso, há também um grande interesse em torno da “Logística Reversa”. Este trabalho analisa os fatores sobre a implantação da logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil e observa-se que no período analisado, o aumento da eficiência do retorno das embalagens vazias dos defensivos agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Logística, reversa, embalagens vazias, sustentabilidade.

ABSTRACT: The world population growth at concern’s levels has prompted a discussion about food production and its impacts on biodiversity and the life’s continuity on the planet. The need for increased food production in fewer available farming’ spaces has led to the search for technologies that provide a higher yield, thus

the proliferation of the use of pesticides and the disposing of empty packaging problem'. Brazil has been highlighted in recent years as one of the major markets pesticides worldwide. The theme that stands out today in the agribusiness sector's is the environmental sustainability; as a result, there is also considerable interest around the "Reverse Logistics". This paper analyzes the deployment factors' of reverse logistics of empty pesticides' packaging in Brazil and observed that over this period, increasing the efficiency of the return of empty pesticides' packaging.

KEYWORDS: Logistics, reverse, empty packaging, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A perspectiva iminente do colapso do planeta, tanto na questão ambiental quanto pela escassez de recursos naturais e alimentos, trouxe ao poder público e para as empresas um mesmo direcionamento, resultando na mobilização por políticas de respeito ao meio ambiente e às pessoas.

A necessidade de maior produção de alimentos em espaços menos disponíveis para a agropecuária levou à busca de tecnologias que proporcionassem maior rendimento por área, com isso a proliferação do uso de defensivos agrícolas e, conseqüentemente, problemas de destinação das embalagens vazias.

Por defensivos agrícolas pode-se entender que são produtos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas. Podem ser usados também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, com o objetivo de modificar a composição da flora e da fauna, de modo a preservar das ações danosas de seres vivos considerados nocivos, bem como de substâncias e de produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento. Outros nomes citados como sinônimos de defensivos agrícolas são agroquímicos e agrotóxicos segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas especialidades (ABIFINA, 2010).

A utilização dos defensivos agrícolas iniciou-se na década de 1920, época em que eram pouco conhecidos do ponto de vista toxicológico. No Brasil, passou a ser utilizado intensivamente na agricultura a partir da década de 1960. Em 1975, o Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), responsável pela abertura do Brasil ao comércio de defensivos agrícolas, condicionou o agricultor a comprá-los com recursos do crédito rural, ao instituir a inclusão de uma cota definida de agrotóxico para cada financiamento requerido conforme a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) /

Organização Mundial da Saúde (OMS) (OPAS/OMRS, 2010).

No canal de distribuição de insumos agrícolas a preocupação do setor com a sustentabilidade vai além de *marketing* social, porque, de fato, é questão de sobrevivência do negócio. O segmento é fiscalizado por vários ministérios, e a legislação, vasta e onerosa, possui normativas para uso, comercialização, armazenagem e transporte de defensivos agrícolas, considerados produtos perigosos.

Portanto, a logística usualmente entendida como o gerenciamento do fluxo de materiais, estoque em processo de fabricação, produtos acabados, distribuição e informações, desde a origem da matéria prima até o ponto de consumo, com o propósito de atender as exigências dos clientes, conforme definido por Ballou (2001), é ampliado para que a competição real para a conquista dos consumidores deve incluir, em suas estratégias empresariais, o meio ambiente. Nesse enfoque, a logística reversa deve ser entendida como uma extensão do gerenciamento logístico, preocupado com o retorno dos resíduos de produtos, tornando-os inertes ao meio ambiente, ou das embalagens vazias para serem reciclados e retornarem ao processo produtivo, conforme Gomes e Ribeiro (2004).

Os objetivos do desenvolvimento sustentável desafiam as companhias contemporâneas, (BELLEN, 2007), porque todas as definições e ferramentas pertinentes à sustentabilidade devem considerar o fato de que não se conhece totalmente como o sistema opera, podendo se descobrir apenas os impactos ambientais decorrentes das atividades e da interação com o bem-estar humano, com a economia e com o meio ambiente. Muitos economistas ressaltaram semelhanças entre a gestão de portfólios de investimento com a sustentabilidade, em que se procura maximizar o retorno e mantendo o capital constante (RUTHERFORD, 1997), o que significa a necessidade de muitas vezes mudar a proporção dos capitais investidos como uma estratégia para obter lucros futuros.

As empresas estão tomando um comportamento ambiental ativo, transformando uma postura passiva em oportunidades de negócios (LORA, 2000). O meio ambiente deixa de ser um aspecto para atender as obrigações legais e passa a ser uma fonte adicional de eficiência. No atual cenário econômico, muitas empresas procuram se tornar competitivas, nas questões de redução de custos, minimizando o impacto ambiental e agindo com responsabilidade. E descobriram que controlar a geração e a destinação de seus resíduos é uma forma de economizar e que possibilita

a conquista do reconhecimento pela sociedade e o meio ambiente, pois não se trata apenas da produção de produtos, mas a preocupação com a sua destinação final após o uso.

Isso significa que, para ter sucesso, uma organização deve oferecer um produto com maior valor perceptível pelo cliente, ou produzir com custos menores, ou, ainda, utilizar a combinação das duas estratégias.

Assim, a logística tem se posicionado como uma ferramenta para o gerenciamento empresarial pela sua contribuição na obtenção de vantagens econômicas, sem, contudo, desconsiderar os aspectos ambientais (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998). A legislação que atribui maior responsabilidade ao produtor está se tornando mais popular, isto é, repassa ao fabricante a responsabilidade sobre o seu produto desde a fabricação até o final da vida útil.

A destinação final desses produtos traz um grande problema ao meio ambiente, mas apresenta oportunidades de reciclagem ou reuso que podem incentivar diversas outras operações capazes de trazer resultados positivos.

A logística reversa está ligada ao mesmo tempo, a questões legais e ambientais e as econômicas, o que coloca em destaque e faz com que seja imprescindível o seu estudo no contexto organizacional, porque é o processo por meio das quais as empresas podem se tornar ecologicamente mais eficientes por intermédio da reciclagem, reuso e redução da quantidade de materiais usados, conforme Carter e Ellram (1998).

Diante desse cenário, é formulada a seguinte questão de pesquisa:

Desde a implantação da Lei nº 9.974/2000 e Decreto nº 4.074/2002 que estimula o retorno e a reciclagem das embalagens houve melhoria no manuseio das embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil?

Para responder essa questão realizou-se uma pesquisa aos dados secundários coletados na forma quantitativa que foram tratados por meio da estatística descritiva, média e percentagem, enquanto os dados secundários coletados na forma qualitativa foram tratados segundo a abordagem da análise de conteúdo e documental (BARDIN, 1997).

2. REVISÃO DA TEORIA

Será feito, neste item, um breve relato da classificação dos defensivos agrícolas, de logística reversa e de sua caracterização.





2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Dada à diversidade dos produtos, há cerca de 300 princípios ativos em duas mil formulações comerciais diferentes no Brasil, a seguir é apresentada a classificação dos defensivos agrícolas quanto à sua ação (OPAS/OMS, 2010):

- a) Inseticidas: possuem ação de combate a insetos, larvas e formigas;
- b) Fungicidas: combatem fungos;
- c) Herbicidas: combatem ervas daninhas;
- d) Raticidas: utilizados no combate a roedores;
- e) Acaricidas: ação de combate a ácaros diversos;
- f) Nematicidas: ação de combate a nematóides;
- g) Molusquicidas: ação do combate a moluscos, basicamente contra o caramujo da esquistossomose;
- h) Fundgantes: ação de combate a insetos e bactérias.

Quanto ao poder tóxico, à classificação está a cargo do Ministério da Saúde (OPAS/OMS, 2010) e por determinação legal, todos os produtos devem apresentar nos rótulos uma faixa colorida indicativa de sua classe toxicológica, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Classe toxicológica e cor da faixa no rótulo de produto agrotóxico

Classe I	Extremamente tóxicos	Faixa vermelha	
Classe II	Altamente tóxicos	Faixa amarela	
Classe II	Medianamente tóxicos	Faixa azul	
Classe IV	Pouco tóxicos	Faixa verde	

Fonte: Adaptado de (OPAS/OMS, 2010)

O Brasil está entre os principais consumidores mundiais de defensivos agrícolas, e a maior utilização dessas substâncias é na agricultura, em grandes extensões nos sistemas de monocultura. São também utilizados na saúde pública, na eliminação e controle de vetores transmissores de doenças endêmicas, e ainda, no tratamento de madeira para construção, no armazenamento de grãos e sementes, na produção de flores, para combater piolhos e outros parasitas, na pecuária etc.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

Logística reversa é um termo bastante genérico e significa em seu sentido mais

amplo, todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais, englobando todas as atividades logísticas de coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais e peças usadas a fim de assegurar uma recuperação sustentável (LEITE, 2003). Historicamente foi associada com as atividades de reciclagem de produtos e a aspectos ambientais (KOPICKI; BERG; LEGG, 1993; KROON; VRIJENS, 1995; STOCK, 1992), assim, passou a ter importância nas empresas devido à pressão exercida pelos *stakeholders* relacionados às questões ambientais (HU; SHEU; HAUNG, 2002) e não podiam ser desprezadas.

Desse modo, resumem-se as atividades da logística reversa em cinco funções básicas:

- a) Planejamento, implantação e controle do fluxo de materiais e do fluxo de informações do ponto de consumo ao ponto de origem;
- b) Movimentação de produtos na cadeia produtiva, na direção do consumidor para o produtor;
- c) Busca de melhor utilização de recursos, seja reduzindo o consumo de energia, seja diminuindo a quantidade de materiais empregada, seja reaproveitando, reutilizando ou reciclando resíduos;
- d) Recuperação de valor;
- e) Segurança na destinação após utilização.

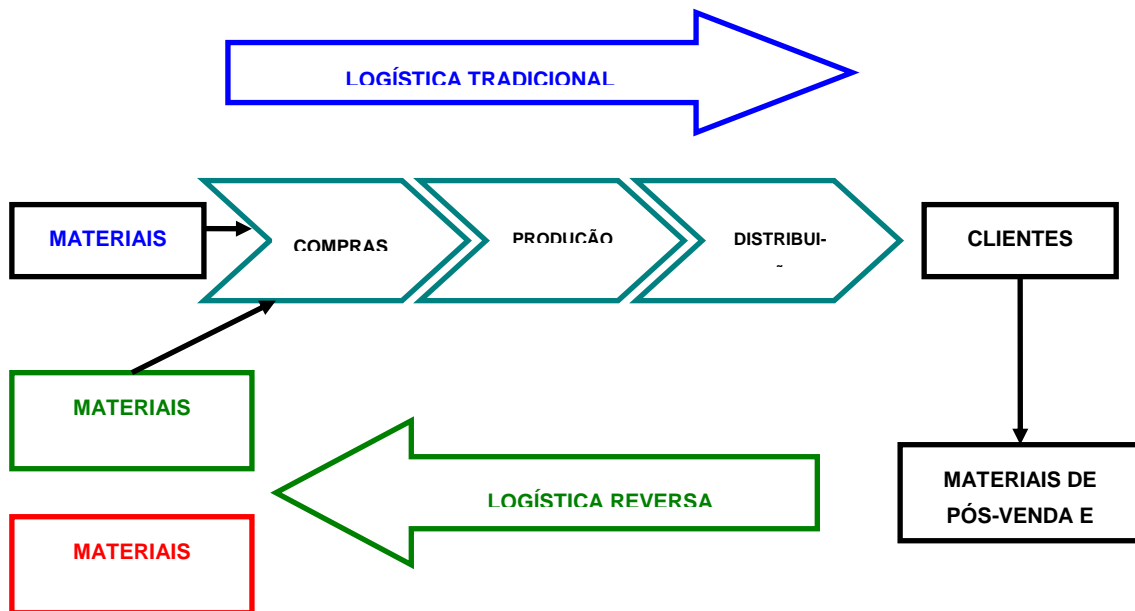
Os benefícios potenciais da logística reversa podem ser agrupados em três níveis:

- a) Demandas ambientalistas que tem levado as empresas a se preocupar com a destinação final de produtos e embalagens por elas geradas (HU; SHEU; HAUNG, 2002);
- b) Eficiência econômica, porque permite a geração de ganhos financeiros pela economia no uso de recursos (MINAHAN, 1998);
- c) Ganho de imagem que a empresa pode ter perante seus acionistas, além de elevar o prestígio da marca e sua imagem no mercado de atuação (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Em termos práticos a logística reversa tem como objetivo principal reduzir a poluição do meio ambiente e os desperdícios de insumos, assim como a reutilização e reciclagem de produtos. O reaproveitamento de materiais e a economia com

embalagens retornáveis têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais iniciativas e esforços para implantação da logística reversa, visando à eficiente recuperação de produtos (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998), conforme fluxo apresentado na Figura 1.

Figura 1: Processo Logístico Reverso



Fonte: Adaptado de Rogers e Tibben-Lembke (1998)

Na logística reversa, é normal que a empresa tenha que recolher produto ou equipamento de forma completa, inclusive componentes que não lhes servirão, por exemplo: mesmo que possa aproveitar partes dos invólucros das pilhas e baterias, terá de captar a peça completa, inclusive a parte química, cuja recuperação nem sempre é vantajosa, ou as metalúrgicas só recolherem as partes metálicas de um veículo descartado, desprezando pneus, estofamentos, lubrificantes, plásticos etc. A logística reversa como processo pode ser entendido como complementar à logística tradicional, pois enquanto a última tem o papel de levar produtos dos fornecedores até os clientes intermediários ou finais, a logística reversa deve completar o ciclo, trazendo de volta os produtos já utilizados dos diferentes pontos de consumo a sua origem (Lacerda, 2002). A logística reversa é a área da logística empresarial que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios por meio da multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico e legal (LEITE, 2003).

Quando se fala que o produto deve retornar a sua origem, não se pretende dizer que ele deve ser devolvido exatamente ao ponto em que foi fabricado, mas sim voltar para a empresa que o produziu. A empresa, por sua vez, dará o destino que lhe for mais conveniente, pode ser recuperá-lo, reciclá-lo, vendê-lo para outra empresa ou, até mesmo, descartá-lo. Logística reversa, diz respeito ao fluxo de materiais que voltam à empresa por alguns motivos, tais como: devoluções de produtos com defeitos, retornos de embalagens, retornos de produtos e/ou materiais para atender à legislação. A atividade principal é a coleta dos produtos a serem recuperados e sua distribuição após reprocessamento.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS VAZIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Devido a legislações ambientais cada vez mais rígidas, a responsabilidade do fabricante sobre o produto está se ampliando, portanto, não é suficiente o reaproveitamento e remoção de refugo que fazem parte diretamente do seu próprio processo produtivo, o fabricante está sendo responsabilizado pelo produto até o final de sua vida útil. A logística reversa está ganhando importância nas operações das empresas (BOWERSOX; CLOSS; HELFERICH, 1986), devido a recalls efetuados pela própria empresa, ou pela responsabilidade pelo correto descarte de produtos perigosos após seu uso, produtos defeituosos e devolvidos para troca, vencimento do prazo de validade dos produtos ou desistência da compra por parte dos consumidores.

Lacerda (2002) destaca três causas básicas:

a) Questões ambientais: prática comum em alguns países, notadamente na Alemanha, e existe no Brasil uma tendência de que a legislação ambiental caminhe para tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida de seus produtos;

b) Diferenciação por serviço: os varejistas acreditam que os clientes valorizam mais, as empresas que possuem políticas mais liberais do retorno de produtos;

c) Redução de custo: iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido retornos consideráveis para empresas. Economias com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para a produção têm trazido ganhos que estimulam novas iniciativas de fluxo reverso.

Para Mueller (2005) nos processos industriais é frequente a ocorrência de sobras durante a fabricação, e a logística reversa deve possibilitar a utilização desse

refugo transferindo para a área correspondente ou se caso não for possível o seu uso para produzir novos produtos, deve ser removido para o descarte correto do material, portanto, é responsável por seu manuseio, transporte e armazenamento.

Em meados da década de 1990, foram iniciadas as primeiras articulações para a adoção de uma legislação para tratar do tema do descarte de embalagens vazias de defensivos agrícolas. Essa indústria é altamente regulamentada e o lançamento de cada produto exige apresentação de relatórios de pesquisa detalhados, contendo dados e informações para os Ministérios da Saúde, Agricultura e Meio Ambiente, garantindo que os mesmos não são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. As informações devem conter os cuidados e as instruções sobre o uso e o descarte das embalagens vazias desses produtos (CANTOS; MIRANDA; LICCO, 2008).

A adoção de um procedimento que se ocupa da destinação final das embalagens vazias de defensivos agrícolas é complexa e requer a participação efetiva de todos os agentes envolvidos na fabricação, comercialização, utilização, licenciamento, fiscalização e monitoramento das atividades relacionadas com manuseio, transporte, armazenamento e processamento dessas embalagens.

3. MÉTODO

O estudo quanto aos fins, é exploratório do tipo descritivo e, quanto aos meios, bibliográfico e documental (VERGARA, 2009). O objetivo desta pesquisa foi verificar se a partir da Lei nº 9.974/2000 e Decreto nº 4.074/2002 que estimula o retorno e a reciclagem das embalagens houve melhoria no manuseio das embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil. Como objetivos intermediários procurou identificar o retorno em quilogramas (kg) das embalagens vazias e também identificou o consumo de defensivos agrícolas por cultura.

A coleta de dados foi por meio de fontes secundárias e para isso, foi pesquisado a legislação referente às questões de controle de embalagens; dados quantitativos de consumo de defensivos agrícolas, retorno de embalagens vazias e tipo de cultivo de plantações. As fontes secundárias foram obtidas na Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), na Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF), na Associação Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Instituto Nacional de Processamento de

Embalagens Vazias (inpEV), na Revista Agroanalysis e no Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG).

4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Em 2007 os Estados Unidos da América (EUA) foi o principal consumidor mundial de defensivos agrícolas, seguido pelo Brasil, Japão e França. O Brasil é o que tem conseguido maior índice de produtividade em sua lavoura de 11,9 t/ha, seguido pelo Japão com 11,7 t/ha, resultante do uso intenso de agrotóxicos da ordem de US\$ 87,83/ha, com custos relativamente mais baixos, se comparada a produção de US\$ 7,36/t, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Consumo dos defensivos agrícolas no mundo em 2007

País	Área Plantada (milhões/ha)	Produção (milhões/t)	Defensivos (milhões US\$)	Produtividade (t/ha)	Defensivo/Área (US\$/ha)	Defensivo/Produção (US\$/t)
USA	104,46	646,03	6.077	6,18	58,18	9,41
Brasil	61,48	733,98	5.400	11,94	87,83	7,36
Japão	3,19	37,22	2.712	11,68	851,04	72,87
França	13,51	120,12	2.659	8,89	196,79	22,14
China	165,96	1.378,85	1.656	8,31	9,98	1,2
Argentina	30,64	126,1	1.350	4,12	44,06	10,71
Rússia	56,88	175,22	371	3,08	6,52	2,12

Fonte: Adaptado da Revista Agroanalysis (2009)

No Brasil de acordo com a Tabela 2, o decêndio 1999-2008 indicou que as culturas que mais utilizaram fertilizantes, tais como, soja, cana de açúcar, milho e algodão tiveram aumento na produção, superior a ampliação tanto da área plantada como da área colhida, enquanto culturas de consumo interno não apresentam uso elevado de agroquímicos (arroz e feijão) e tiveram as suas áreas plantadas e colhidas reduzidas, mas, mesmo assim, houve aumento da produção.

Tabela 2: Produtividade entre os anos 1999 – 2008

Indicadores	Soja	Cana de Açúcar	Milho	Algodão	Arroz	Feijão
Área plantada (ha)	162,80%	189,30%	118,68%	154,48%	-25,21%	-15,10%
Área colhida (ha)	166,30%	166,19%	124,39%	157,93%	-24,96%	-9,02%
Produção (t)	193,36%	194,39%	183,04%	268,86%	103,34%	122,22%

Fonte: Adaptado do IBGE, Produção Agrícola Municipal (2009)

O tipo de defensivo agrícola mais utilizado nesse período no Brasil foi o herbicida, por conta de sua larga utilização nas lavouras de soja, milho e algodão. Os inseticidas são utilizados em sua maioria nas lavouras de soja, milho, algodão e feijão. Já os fungicidas são mais utilizados nas culturas de soja, feijão e milho. A evolução da comercialização dos inseticidas e fungicidas tem retraído o volume de vendas dos herbicidas (SINDAG, 2009). Na Tabela 3 pode-se observar a demanda dos principais defensivos agrícolas no período de 1999 a 2008.

Tabela 3: Crescimento na demanda de defensivos agrícolas no Brasil entre 1999 – 2008

Classes	Taxa anual média de crescimento (%)
Total	11,06%
Herbicidas	12,17%
Inseticidas	12,38%
Fungicidas	6,29
Acaricidas	4,29
Outros*	12,83

Fonte: Adaptado da Revista Agroanalysis (2009).

Nota: *Outros: antibrotante, regulador de crescimento, espalhante adesivo e óleo mineral.

Em 2008 a principal cultura demandante de defensivos agrícolas foi a soja com 45%, seguida pelo do milho com 14%, cana-de-açúcar com 9%, citros com 8% e algodão com 6% e as outras culturas somaram 18% da demanda por defensivos agrícolas do país como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Demanda por defensivos agrícolas por cultura no Brasil em 2008

Cultura	Defensivos (t de ingrediente Ativo) por Cultura	(%)
Soja	140.489	45%
Milho	45.410	14%
Cana-de-açúcar	27.213	9%
Citros	25.098	8%
Algodão	18.806	6%
Café	8.338	3%
Arroz	5.667	2%
Trigo	5.584	2%
Feijão	5.461	2%
Reflorestamento	5.085	2%
Outras	20.401	7%
Total	307.552	100%

Fonte: Adaptado da Revista Agroanalysis (2009)

O crescimento apresentado na produção no período de 1999 a 2008 está associado também à elevada taxa de crescimento anual do consumo de defensivos agrícolas, como mostrado na Tabela 5, principalmente nas culturas de soja (15,5%), de cana-de-açúcar (13,3%), de milho (10,8%), de algodão (13,3%), de arroz (2,6%) e de feijão (6,9%). Para a cultura de soja o crescimento 26,6% a.a. no consumo de fungicidas se deve a forte incidência da ferrugem a partir de 2003. Também por conta de ataques de ferrugens e manchas foliares, bem como pelo aumento do cultivo da safra de inverno, conhecido como safrinha na cultura do milho foram responsáveis pelo crescimento dos fungicidas em 49,2% a.a. No caso da cana-de-açúcar a elevada infestação das lavouras com cigarrinhas e lagartas aumentou o consumo de inseticidas em 20,8% a.a. (REVISTA AGROANALYSIS, 2009).

Tabela 5: Taxas anuais médias de crescimento para as principais culturas entre 1999 – 2008

Taxas de Crescimento (%)	Soja	Cana de Açúcar	Milho	Algodão	Arroz	Feijão
Área plantada (ha)	5,5%	7,4%	1,6%	3,0%	-2,0%	-1,0%
Total	15,5%	13,3%	10,8%	13,3%	2,6%	6,9%
Herbicidas	15,3%	12,8%	10,4%	11,3%	0,8%	14,5%
Fungicidas	26,6%	6,0%	49,2%	20,8%	4,0%	4,1%
Inseticidas	17,7%	20,8%	14,2%	12,6%	12,1%	-4,7%
Acaricidas	29,5%	-	-	5,9%	-	17,0%
Outros*	9,9%	12,4%	10,0%	24,6%	11,6%	8,6%

Fonte: Adaptado da Revista Agroanalysis (2009)

Nota: *Outros: antibrotante, regulador de crescimento, espalhante adesivo e óleo mineral.

A necessidade de maior produção de alimentos em espaços menos disponíveis para a agropecuária levou à busca de soluções tecnológicas que proporcionassem maior rendimento por área com o uso intensivo de defensivos agrícolas e mecanização da lavoura, elevando os ganhos dos produtores em termos de rendimento agrícola, o que tem suscitado discussões em diversas esferas da sociedade preocupadas com o desenvolvimento sustentável do planeta.

Os defensores dessa prática afirmam que a população pode ser abastecida com maior quantidade de alimentos mantendo-se a mesma área cultivada sem a necessidade de abrir novas áreas de florestas para a expansão da lavoura. Sendo os defensivos agrícolas a única medida para o controle de populações de insetos quando estas se aproximam do nível de dano, proporciona rápida ação curativa contra um dano visível ou eficiência na ação preventiva para diferentes condições de ocorrência

de pragas, proporciona retorno econômico e custo de utilização relativamente baixo que possibilita ao agricultor uma ação isolada e independente.

As discussões acerca do uso de defensivos agrícolas são diversas, onde as vantagens dizem respeito aos retornos econômicos e agrônômicos que eles proporcionam ao produtor rural e quanto às desvantagens estas se situam nos campos da degradação ambiental e o risco à saúde humana. Além disso, no caso de embalagens, existem restrições legais relacionadas ao meio ambiente e aos fatores econômicos. Na Tabela 6, pode-se observar a composição dos Estados e por região e a evolução da adesão dos mesmos anualmente.

Tabela 6: Adesão dos Estados por Região entre 2002 – 2010

REGIÃO	ESTADO	Embalagens Coletadas em toneladas								
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
NORTE	Pará							34	38	7
	Rondônia				25	39	59	56	92	75
	Roraima				26	7	8	38		4
NORDESTE	Alagoas		8	53	40	61	61	98	88	23
	Bahia	136	436	683	970	1.192	1.373	1.450	1.883	816
	Ceará		27	47	33	55	56	21	5	
	Maranhão	15	82	107	203	225	377	396	603	199
	Paraíba				7	13	10			
	Pernambuco	56	90	99	136	171	144	180	206	42
	Piauí				26	73	120	104	149	78
	Rio Grande do Norte Sergipe					18	40	38	56	20
								22	10	
SUDESTE	Espírito Santo	9	13	52	89	183	141	147	127	55
	Minas Gerais	153	463	1.108	1.449	1.699	2.022	2.113	2.279	884
	Rio de Janeiro					10	17	36	24	
	São Paulo	697	1.327	2.308	2.598	2.905	3.064	3.036	3.598	1.267
SUL	Paraná	210	2.012	3.336	4.007	3.757	3.647	4.194	4.563	1.377
	Rio Grande do Sul	130	452	997	1.464	1.855	1.840	2.016	2.511	871
	Santa Catarina	30	108	355	386	482	491	480	545	154
CENTRO-OESTE	Goiás	190	699	1.129	1.530	1.154	1.407	2.439	3.111	1.260
	Mato Grosso	1.833	1.599	2.994	3.891	4.555	4.733	5.793	6.776	1.997
	Mato Grosso do Sul	309	539	646	966	1.115	1.438	1.666	1.977	794
	Tocantins			19	35	65	81	80	118	73
BRASIL	TOTAL	3.768	7.855	13.933	17.881	19.634	21.129	24.415	28.771	10.006

Fonte: Adaptado do inpEV (2005, 2009, 2010)

*Nota: O ano de 2010 foi considerado acumulado dos meses de janeiro até abril/2010.

A coleta de dados pelo inpEV foi iniciada em 2002, onde o volume total das embalagens coletadas foi 3,7 mil toneladas, chegando 28,7 mil toneladas em 2009, com crescimento de 764%, enquanto a área plantada passou de 39,4 mil hectares para 47,1 mil hectares, ou seja, crescimento de somente 120%. A região norte iniciou

a coleta das embalagens dos defensivos agrícolas no ano de 2005, apesar do aumento anual apresentar ainda baixos indicadores por área plantada, enquanto a região nordeste existe uma melhora significativa nos indicadores como pode ser observado na Tabela 7, devido que, vários Estados estarem gradativamente aderindo ao programa de coleta das embalagens de defensivos agrícolas da maneira ambientalmente correta do inpEV.

Tabela 7: Retirada de embalagens vazias por Região entre 2002 – 2009

SAFRA	BRASIL			REGIÃO NORTE			REGIÃO NORDESTE		
	Embalagem	Área Plantada		Embalagem	Área Plantada		Embalagem	Área Plantada	
	Coletada (kg)	(ha)	(kg/ha)	Coletada (kg)	(ha)	(kg/ha)	Coletada (kg)	(ha)	(kg/ha)
2002	3.767.600	39.456.009	0,10		1.240.079	0,00	207.018	6.797.448	0,03
2003	7.855.007	43.344.396	0,18		1.375.362	0,00	643.607	7.028.592	0,09
2004	13.933.111	47.329.397	0,29		1.671.809	0,00	989.489	7.450.727	0,13
2005	17.881.162	47.605.490	0,38	50.946	1.866.076	0,03	1.415.625	7.726.740	0,18
2006	19.633.849	45.558.624	0,43	46.460	1.654.698	0,03	1.807.315	7.613.852	0,24
2007	21.129.382	45.384.977	0,47	66.740	1.590.313	0,04	2.180.775	7.590.348	0,29
2008	24.415.338	47.247.815	0,52	128.050	1.614.400	0,08	2.286.269	7.790.108	0,29
2009	28.771.427	47.160.055	0,61	129.790	1.566.240	0,08	3.011.018	7.937.732	0,38

Fonte: Adaptado do inpEV (2004, 2007, 2009) e IBGE (2003, 2005, 2007, 2009)

A região sudeste apresenta o indicador (kg/ha) crescente ano a ano desde 2002, mesmo quando a área plantada também acompanhava o crescimento, porém desde o ano de 2006 vem sendo revertida esta tendência até que, em 2009 estar equivalente com a área plantada em 2002, isto é, 4,8 mil hectares, como apresentado na Tabela 8. Provavelmente a crescente coleta de embalagens dos defensivos agrícolas significa o aumento do uso dos defensivos agrícolas e a consequente evolução da produtividade.

Os três Estados da região sul apresentaram as maiores áreas plantadas cerca de 18 mil hectares, isto é, aproximadamente 40% da área total cultivada no Brasil, porém a quantidade das embalagens coletadas de defensivos agrícolas apresenta um indicador de 0,43 kg/ha, como mostrado na Tabela 8. Esse fato, talvez, possa indicar que não haja tanto uso dos defensivos nas culturas na região, porém como nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul são plantadas em grande quantidade a soja, o milho e o trigo e essas culturas respondem pelo significativo volume de consumo de defensivos agrícolas. Observa-se que existe ainda espaço para melhorar a coleta das embalagens dos agrotóxicos na região.

Tabela 8: Retirada de embalagens vazias por Região entre 2002 – 2009

SAFRA	REGIÃO SUDESTE			REGIÃO SUL			REGIÃO CENTRO-OESTE		
	Embalagem Coletada (kg)	Área Plantada (ha)	(kg/ha)	Embalagem Coletada (kg)	Área Plantada (ha)	(kg/ha)	Embalagem Coletada (kg)	Área Plantada (ha)	(kg/ha)
2002	858.383	4.798.593	0,18	369.669	16.096.152	0,02	2.332.530	10.523.737	0,22
2003	1.803.285	5.197.517	0,35	2.572.614	17.495.043	0,15	2.835.501	12.247.882	0,23
2004	3.468.728	5.610.786	0,62	4.687.621	17.985.374	0,26	4.787.273	14.610.701	0,33
2005	4.135.957	5.747.048	0,72	5.857.336	16.652.088	0,35	6.421.298	15.613.538	0,41
2006	4.797.177	5.167.254	0,93	6.093.204	16.740.254	0,36	6.889.693	14.382.566	0,48
2007	5.243.483	4.819.130	1,09	5.978.033	17.135.957	0,35	7.660.351	14.249.229	0,54
2008	5.332.167	4.836.773	1,10	6.690.114	17.681.958	0,38	9.978.738	15.324.576	0,65
2009	6.028.315	4.800.477	1,26	7.619.701	17.715.668	0,43	11.982.603	15.139.938	0,79

Fonte: Adaptado do inpEV (2004, 2007, 2009) e IBGE (2003, 2005, 2007, 2009).

A região centro-oeste também possui uma grande extensão de área plantada, 15 mil hectares, a soja ocupa a maior parte desta área plantada, e em seguida o trigo. Nota-se que a coleta das embalagens dos defensivos agrícolas nominalmente é de maior volume provavelmente devido que a cultura de soja geralmente demandar grandes extensões de propriedades e essa concentração de volumes facilite a tarefa de coleta.

Os dados referente a coleta de embalagens dos defensivos agrícolas do inpEV acumulado de janeiro até abril de 2010, apresentam 10.006.317 kg, ou seja, 23,6% superior ao ano anterior considerando o mesmo período, se for mantida esta tendência no ano, a quantidade recolhida apresentará uma evolução significativa porque conforme a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANANDA, 2010) a aquisição dos defensivos agrícolas nesse período foi 9% superior, isto é, 5.111 mil toneladas em 2009 e 5.568 mil toneladas em 2010.

A inexistência de dados de retorno das embalagens dos defensivos agrícolas por cultura, dificulta uma análise mais conclusiva para onde focar os esforços na coleta das embalagens por parte da inpEV. Essa preocupação esta fundamentada no fato de o Brasil ostentar uma incômoda liderança dos países que mais utiliza defensivos agrícolas. Porém, a legislação ambiental caminha no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos, o que significa que o fabricante é responsável pelo destino de seus produtos após a entrega aos clientes e pelo impacto ambiental provocado pelos resíduos gerados em todo o processo produtivo, e, também após seu consumo. Outro aspecto importante neste sentido é o aumento da consciência ecológica dos consumidores capazes de gerar

uma pressão para que as empresas reduzam os impactos negativos de sua atividade no meio ambiente (CAMARGO; SOUZA, 2005).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado exerce pressão sobre as companhias, devido aos consumidores que exigem produtos com custos mais baixos e ao mesmo tempo cause menor dano ao meio ambiente. Por outro lado, existem as questões legais, que aumentam em quantidade e em complexidade e, se tornam incentivos para que a empresa gerencie completamente o ciclo de vida de seus produtos.

Além do aumento da eficiência e da competitividade das empresas, a mudança na cultura de consumo por parte dos clientes também tem incentivado a logística reversa, devido à exigência dos consumidores por um nível de serviço mais elevado das empresas e para estas, como forma de diferenciação e fidelização dos clientes, estão investindo em logística reversa (CHAVES; MARTINS, 2005).

Para Barbieri e Dias (2002), a logística reversa deve ser concebida como um dos instrumentos de uma proposta de produção e consumo sustentáveis. Por exemplo, se o setor responsável desenvolver critérios de avaliação ficará mais fácil recuperar peças, componentes, materiais e embalagens reutilizáveis e reciclá-los sendo esse conceito denominado logística reversa para a sustentabilidade.

Portanto, a logística reversa torna-se sustentável (BARBIERI; DIAS, 2002) e pode ser vista como um novo paradigma na cadeia produtiva de diversos setores econômicos, pelo fato de reduzir a exploração de recursos naturais na medida em que recupera materiais para serem retornados aos ciclos produtivos e também por reduzirem o volume de poluição constituída por materiais descartados no meio ambiente.

O processo de logística reversa revela-se como uma grande oportunidade de se desenvolver a sistematização dos fluxos de resíduos, bens e produtos descartados, seja pelo fim de sua vida útil, seja por obsolescência tecnológica e o seu reaproveitamento, dentro ou fora da cadeia produtiva de origem, contribuindo dessa forma para redução do uso de recursos naturais e dos demais impactos ambientais, isto é, o sistema logístico reverso consiste em uma ferramenta organizacional com o intuito de viabilizar técnica e economicamente as cadeias reversas, de forma a contribuir para a promoção da sustentabilidade de uma cadeia produtiva.

Dessa maneira para a questão de pesquisa:

Desde a implantação da Lei nº 9.974/2000 e Decreto nº 4.074/2002 que estimula o retorno e a reciclagem das embalagens houve melhorias no manuseio das embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil?

A resposta converge para ser afirmativa, pois dada a importância do setor de agronegócios no Brasil, a logística reversa das embalagens dos defensivos agrícolas adquire dimensão significativa no aspecto econômico e social. Sendo que essa é uma ferramenta indispensável na busca de vantagem competitiva e controle operacional das atividades da empresa, além de subsidiar ações relacionadas a todas as dimensões do desenvolvimento sustentável.

Observa-se ainda a eficiência do retorno de embalagens vazias dos defensivos agrícolas de 3,7 mil toneladas em 2002 para 28,7 mil toneladas em 2009 devido à integração dos diversos pontos da cadeia logística, além de contar com a participação efetiva da indústria de agroquímicos e das associações de classe, treinamento dos agricultores, distribuidores e vendedores em razão da Lei nº 9.974/2000 e Decreto nº 4.074/2002. Portanto, nos Estados em que o volume de retorno de embalagens apresenta elevado percentual, foram fundamentais a iniciativa das empresas e a infraestrutura organizada pelo inpEV, além da legislação.

Os resultados sugerem que o volume coletado de embalagens de defensivos agrícolas depende de fatores, tais como, o total de área plantada, a cultura explorada e a infra-estrutura prévia de um centro de recolhimento.

Portanto, as pesquisas futuras devem ser intensificadas ao tema devido ao crescimento significativo do número de habitantes, associado à expansão do consumo de bens, faz com que a sociedade se torne uma máquina propulsora de geração de resíduos, porque sem a consciência ambiental, essa mesma sociedade é prejudicada pela diminuição da qualidade de vida, transferindo esses problemas às futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Brasília: ANVISA, 2010. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 17 jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. São Paulo: ABIQUIM, 2010. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/>>. Acesso em: 26 maio 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUÍMICA FINA, BIOTECNOLOGIA E SUAS ESPECIALIDADES. Defensivos Agrícolas. Rio de Janeiro: ABIFINA, 2010. Disponível em: <<http://www.abifina.org.br/index.php>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. São Paulo: ANDEF, 2010. Disponível em: <<http://www.andef.com.br/home/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. São Paulo: ANDA, 2010. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/home.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2010.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Trad. Elias Pereira, 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARBIERI, J. C.; DIAS, M. Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. Tecnológica. São Paulo, n. 77, p. 58-69, 2002.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70: 1997.

BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BOWERSOX, D J.; CLOSS. D. J.; HELFERICH, O. K. Logistical Management: A systems integration of physical distribution, manufacturing support, and materials procurement. New York: MacMillan Pub Co, 1986.

BRASIL. DECRETO Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Brasília: 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 5 jun. 2010.

BRASIL. LEI Nº 9.974 de 6 de junho de 2000. Brasília: 2000. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=229873>>. Acesso em: 5 jun. 2010.

CAMARGO, I.; SOUZA, A. E. Gestão dos resíduos sob a ótica da logística reversa. In: ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 8, 2005, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, RJ: ENGEMA, 2005.

CANTOS, C.; MIRANDA, Z. A. I.; LICCO, E. A. Contribuições para a gestão das embalagens vazias de agrotóxicos. INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, v. 3, n. 2, Abr./Ago. 2008.

CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M. Reverse Logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *International Journal of Business Logistics*, v. 19, n. 1, p. 85-103, Jan. 1998.

CHAVES, G. L. D.; MARTINS, R. S. Diagnostico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 8, 2005, São Paulo, Anais... São Paulo, SP: SIMPOI, 2005.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

HORNGREEN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. Contabilidade de custos, 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

HU, T. L.; SHEU, J. B.; HAUNG, K. H. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. *Transportation Research. Part E, Logistics & Transportation Review*, v. 38E, n. 6, p. 457-473, Nov 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. São Paulo: InpEV, 2010. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/destinoembalagens/estatisticas/br/teEstatisticas.asp>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtml>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

KOPICKI, R.; BERG, M.; LEGG, L. L. Reuse and recycling: reverse logistics opportunities. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management, 1993.

KROON, L.; VRIJENS, G. Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 25, n. 2, p. 56-68, 1995.

LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as praticas. 2002. Disponível em: <http://www.sargas.com.br/site/artigos_pdf/artigo_logistica_reversa_leonardo_lacerda.pdf> Acesso em: 10 jun. 2010.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LORA, E. Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial e transporte. Brasília: ANEEL, 2000.

MINAHAN, T. Manufactures take aim at end of the supply chain. *Purchasing*. v. 124, n. 6, p. 111-112, Apr 1998.

MUELLER, C. F. Logística reversa meio-ambiente e produtividade. 2005. Disponível em: <[http://pessoal.facensa.com.br/girotto/files/Logistica_de Distribuicao /logistica_reversa.pdf](http://pessoal.facensa.com.br/girotto/files/Logistica_de_Distribuicao/logistica_reversa.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2010.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE / ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. Brasília: OPAS/OMS, 2010. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/livro2.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

REVISTA AGROANALYSIS – A Revista de Agronegócios da FGV, v. 29, n. 8, Ago./2009.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno: Reverse Logistics Executive Council, 1998.

RUTHERFORD, I. Use of models to link indicators of sustainable development, In: MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds.). Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA. Porto Alegre: SINDAG, 2010. Disponível em: <<http://www.sindag.com.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

STOCK, J. R. Reverse logistics. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management, 1992.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *JUST IN TIME* NO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO E MÁQUINAS

José Alberto Yemal

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista - UNIP
Instituição: Universidade Paulista - UNIP
Endereço: Avenida Francisco Manoel s/nº. – Vila Matias, Santos – SP, Brasil
E-mail: yemal@bignet.com.br

Felipe Tavora Nakamoto

Bacharel em Administração pela Universidade Paulista - UNIP
Instituição: Universidade Paulista - UNIP
Endereço: Avenida Francisco Manoel s/nº. – Vila Matias, Santos – SP, Brasil
E-mail: ftakamoto@bol.com.br

Ulysses Martins Moreira Filho

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista - UNIP
Instituição: Universidade Paulista - UNIP
Endereço: Avenida Francisco Manoel s/nº. – Vila Matias, Santos – SP, Brasil
E-mail: moreiraf@uol.com.br

Paulo Roberto Torres Matta

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista - UNIP
Instituição: Universidade Paulista - UNIP
Endereço: Avenida Francisco Manoel s/nº. – Vila Matias, Santos – SP, Brasil
E-mail: paulo.matta@usiminas.com

RESUMO: Este trabalho apresenta um projeto de pesquisa baseada na aplicabilidade de uma filosofia, o *just in time*, com o intuito de verificar as falhas no processo atual do departamento de manutenção e máquinas de uma empresa na área portuária de Santos. Busca-se assim melhor qualidade, pelo ataque aos problemas, eliminando os desperdícios e proporcionando maior competitividade da empresa. A filosofia *just in time* tem fundamental importância em uma organização, seus conceitos para muitos são simples e óbvios, melhora na qualidade, eliminar o desperdício, resolução de problemas, mas a ênfase dada é em “fazer” e não “tentar fazer”, não há o impossível o objetivo a ser alcançado sempre é possível e cada vez mais melhorado. Isso acontece com envolvimento de todos relacionados à organização.

PALAVRAS-CHAVE: *Just In Time*; Qualidade; Melhoria; Manutenção.

ABSTRACT: This paper presents a research project based on the applicability of a philosophy, just in time, in order to see the flaws in the current process of the maintenance department and a machinery company in the port of Santos. Search is

thus better attacking the problems, eliminating waste and providing greater competitiveness. Philosophy just in time is of essential importance in an organization, for many of its concepts are simple and obvious improvement in quality, eliminate waste, problem solving, but the emphasis is on “doing” and not “try” not there is the impossible goal to be achieved is always possible and increasingly improved. This happens with involvement of all related to the organization.

KEYWORDS: Just In Time; Quality; Improvement; Maintenance

1. INTRODUÇÃO

A busca de uma organização é sempre estar em destaque, ser um referencial no seu ramo de atividade e ter grande competitividade no mercado, faz com que as organizações aprimorem suas metodologias e encontrem técnicas, sistemas e filosofias de gerenciamento empresarial que permitam alcançar melhores níveis de desempenho, especialmente com variáveis como custo, flexibilidade e qualidade.

A filosofia *Just in time* (JIT), tem mostrado seu potencial de benefícios quando aplicado como um processo de melhoria continua através do envolvimento humano procurando flexibilidade no atendimento as demandas, simplicidade nos processos e eliminação de todo tipo de atividades desnecessárias.

Por estes motivos, a procura de melhor nível de desempenho, aplicação de um processo de melhoria continua e eliminar os desperdícios, os erros e os defeitos, a filosofia JIT tem importância fundamental para o aprimoramento contínuo. Através das análises dos erros e defeitos, pode-se descobrir por que o processo ainda apresenta falha, assim aprimorando o processo para saná-la.

Corrêa & Gianesi (1996) afirmam que o JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerada uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos. Assim a filosofia JIT impõe um novo papel a mão de obra, onde a identificação e resolução dos problemas cabem aos operários sendo essa tarefa apoiada e facilitada pelos especialistas.

Na manutenção dos equipamentos e instalações, o papel dos operadores, também é ampliado. Enquanto na abordagem tradicional a responsabilidade pela manutenção preventiva e corretiva é de uma equipe especializada que está na organização apenas para executar tais funções, na filosofia JIT a ênfase é dada prioritariamente a manutenção preditiva e preventiva, sendo esta executada, em boa

parte, pelos próprios operadores. A ideia é a de que a manutenção preventiva simples – lubrificação, limpeza, entre outras, aliada à operação cuidadosa, suave e contínua dos equipamentos, é em boa parte responsável pela confiabilidade das máquinas. A atuação dos próprios operadores na manutenção preventiva simples causa menos e menores interrupções na produção, aumenta a responsabilidade da mão de obra em relação aos equipamentos que opera e aproveita o conhecimento do operador sobre a operação diária do equipamento, no trabalho da manutenção.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 A FILOSOFIA *JUST IN TIME*

Segundo Baily, Farmer, *et al.* (2000), a filosofia *Just in time* (JIT), requer a busca e a eliminação de desperdício e foi desenvolvida principalmente pelos fabricantes japoneses. Seu sucesso foi tão surpreendente que muitos desejavam conhecer seu conteúdo e saber se podiam também aplicá-la.

Conforme Corrêa & Corrêa (2006), o sistema JIT não foi todo desenvolvido de uma só vez. A abordagem foi muito mais evolutiva e incremental que na forma de salto qualitativo. Para Ohno (1997), hoje considerado o pai do sistema JIT, ocorreu a seguinte sequência de desenvolvimentos das técnicas que mais tarde vieram a compor o JIT:

- 1945 – 1947: grande esforço para reduzir os tempos de trocas de ferramentas para permitir uma produção minimamente econômica de uma variedade de modelos em volumes ínfimos comparativamente aquela das fabricas americanas que podiam dar-se ao luxo de gastar tempo com as trocas de ferramentas, já que trabalhavam por dias e dias dedicadamente a uma só peça, feita em enorme quantidade. Nesse esforço, foi importante a contribuição de Shigeo Shingo, que aplicou incansavelmente princípios de economia de movimentos as trocas de ferramentas, denominado seu método, mais tarde, *SMED System (Single Minute Exchange of Die¹*, ou troca de moldes em minutos singulares – menos de 10 minutos).
- 1947: reposicionamento das máquinas em “L”.
- 1948: produção “puxada” pelo processo subsequente, em vez de empurrada pelo processo antecedente (modelo Ford).

- 1949: reposicionamento em *layouts* em “ferradura” (células em U) para permitir que um operador cuidasse de várias máquinas.
- 1949: abolido os grandes estoques intermediários, criado em consequência da produção empurrada não sincronizada.
- 1950: linhas de usinagem sincronizadas com a linha; controles visuais (gestão a vista).
- 1953: sistema de “supermercado”. A linha busca as peças na medida de suas necessidades perto do ponto de uso; reposição do “supermercado” (peças no ponto de uso) *Just in time*; nivelamento da produção.
- 1955: plantas de linha de montagem e de produção do corpo do carro ligadas; automação; parada da linha pelo funcionário em caso de problema na linha; *mixed model assembly* (montagem de modelos mesclados ao invés de grandes corridas de linha para um só modelo); começa a integração de *Just in time* (produção puxada) com fornecedores localizados próximos da montadora.
- 1957: adotado o painel de procedimento.
- 1958: abolidos os “recibos” de retirada dos depósitos de peças.
- 1962: sistema *Kanban* adotado em toda a fábrica; troca de ferramenta em 15 minutos na fábrica central; adoção do sistema *poka yoke* (alteração do produto e processo para torná-los à prova de falhas).
- 1962: uso de círculos de controle de qualidade começa.
- 1965: adoção do *kanban* para comandar reposição de peças fornecidas por fornecedores externos; *Just in time* se espalha pela *Keiretsu* (rede de empresas fornecedoras integradas).

Ohno (1997) assinala que é ilusão achar que o sistema JIT tenha se espalhado para outros setores produtivos japoneses de forma simples e rápida. Segundo o autor, só depois da crise do petróleo de 1973 é que de fato disparou-se um processo de popularização dos princípios do JIT tanto dentro como fora do Japão.

O sistema JIT, foi desenvolvido na Toyota Motor Company, no Japão, pelo Sr. Taiichi Ono. Pode-se dizer que essa técnica foi desenvolvida para combater o desperdício. Toda a atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto é considerado um desperdício (MARTINS & LAUGENI, 2005). O conceito JIT se expandiu, e hoje é mais uma filosofia gerencial que procura não apenas eliminar os

desperdícios, mas também colocar o componente certo no lugar certo e na hora certa. O JIT leva a estoques bem menores, custos mais baixos e melhor qualidade do que os sistemas convencionais.

Para Contador (1998), o JIT se estabelece em uma nova filosofia de organização da produção industrial. Esta “filosofia de produção”, cerne do sucesso do modelo japonês de gestão industrial, idealiza a produção apenas do que for necessário, na quantidade e no momento certo. O JIT tem como propósito principal permitir que a empresa atenda a demanda com a máxima rapidez, informando o momento correto, o material certo e a quantidade exata de produção ou reposição. Contudo, o JIT é muito mais que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração de produção, sendo considerada uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos (CONTADOR, 1998).

Conforme Lubben (1989), a intenção da filosofia JIT é obter um processo de manufatura que atenda seus objetivos usando o mínimo de recursos. A certeza da minimização dos recursos é alcançada revendo o processo de manufatura na sua totalidade, garantindo que as operações produtivas sejam otimizadas e as não produtivas minimizadas, por não acrescentarem valor aos produtos.

Para Dear (1991), quando a organização busca introduzir a filosofia JIT, ela deve reeducar seus colaboradores sobre a maneira de fazer as tarefas, eliminando as folgas de prazo e material, para que os problemas de produção possam começar a vir à tona e assim realizar ações corretivas, ou seja, descobrir com os erros novas iniciativas que tragam melhores resultados para o conjunto empresarial. A compreensão sobre JIT é que ele é um sistema de valores de bom senso, cujo principal ponto está diretamente ligado a duas expressões que se resumem em: o hábito e a eliminação de desperdícios (DEAR, 1991).

O costume da melhoria contínua consiste em tornar permanentes as ações que se realizam no momento, uma vez que muitas operações caracterizam-se por falhas como prazos de entrega indolentes, previsões otimistas atrasos nas respostas e tamanhos irregulares de lote de produção. O exercício da filosofia JIT é de suma importância para o contexto organizacional, pois tem como papel principal motivar os colaboradores para que assim obtenha-se uma melhora no envolvimento de todos, ou seja, novas ideias para solucionar os problemas devem surgir (DEAR, 1991).

Para Martins & Laugeni (2005), além de eliminar desperdícios, a filosofia JIT procura utilizar a capacidade plena dos colaboradores, pois a eles é delegada a autoridade para produzir itens de qualidade para atender, em tempo, o próximo passo do processo produtivo. Em um sistema JIT onde a qualidade é essencial, o colaborador tem a autoridade e parar um processo, se identificar algo que não esteja dentro do previsto. Deverá também, estar preparado para corrigir a falha ou então pedir ajuda aos colegas de trabalho. Essa atitude seria impensável nos sistemas tradicionais de produção em massa, onde a linha jamais poderia ser parada.

Existem algumas ações negativas, que segundo Dear (1991) contribuem para a prática do desperdício dentro das operações industriais. São elas:

- Estoques de segurança elevados.
- Estabelecimento de prazos de entregas generosos.
- Atrasos internos no processamento do pedido.
- Comprometimento dos programas de produção causado por alterações de programação de tempo ou por pressões da administração.
- Dados inexatos.
- Projeto de produtos que provocam problemas de qualidade.
- Grandes lotes de produção

Para que os desperdícios sejam eliminados devem-se estabelecer três princípios básicos: o primeiro é estabelecer um fluxo balanceado e sincronizado, o segundo é referente ao foco na qualidade e o terceiro o envolvimento e o comprometimento de todos os colaboradores (POZO, 2004). Segundo Dear (1991), para que a filosofia JIT seja implantada com sucesso é necessário que todos estejam comprometidos com tal ação, sem a colaboração de todos para atingir a meta de desperdício zero, não será possível alcançar o sucesso total. É essencial que os administradores tenham um relacionamento positivo com seus subordinados para que exista uma troca de experiências e que todos saibam da importância da filosofia JIT.

2.2 VANTAGENS

As vantagens do sistema de administração de produção *Just in time*, podem ser mostradas através da análise de sua contribuição aos principais critérios competitivos, custos, flexibilidade, velocidade, confiabilidade e qualidade. Fazer produtos a um custo menor que os concorrentes. Neste ponto é importante ressaltar

que a redução de custos é a meta mais importante do Sistema Toyota de Produção, que deu origem à filosofia JIT (MONDEN, 1984).

Dados os preços já pagos pelos equipamentos, materiais e mão de obra, o JIT, busca que os custos de cada um destes fatores sejam reduzidos ao essencialmente necessário. As características do sistema JIT, o planejamento e a responsabilidade dos encarregados da produção pelo refinamento do processo produtivo favorecem a redução de desperdícios. Existe também uma grande redução dos tempos de setup, interno e externo, além da redução dos tempos de movimentação, dentro e fora da empresa (CORRÊA & GIANESI, 1996).

Confiabilidade é a probabilidade de que um sistema (equipamento, componente, peça, software, pessoa humana) de como resposta aquilo que dele se espera, durante certo período de tempo e sob certas condições. É necessário que tais equipamentos exerçam a função para a qual foram projetados e, na medida do possível, não apresentem falhas ou, na forma como queremos tratá-los, sejam *confiáveis* (MARTINS & LAUGENI, 2005).

Quanto mais sofisticada for uma máquina maior será a sua propensão a avarias. As avarias custam muito dinheiro a uma empresa e como tal, quanto menos avaria houver maior será a competitividade dessa empresa. A falta de fiabilidade de uma máquina pode ser devida a uma má concepção, a uma má utilização e ainda devido a uma má manutenção. Assim deve-se começar por exigir certo número de garantias por parte do fornecedor e assegurar-se que a máquina é adequada às necessidades e exigências. Finalmente, para se assegurar boa confiabilidade das máquinas é necessário ter um sistema adequado de manutenção. Existem três tipos de manutenção:

- **Manutenção corretiva:** consiste em fazer operações de manutenção apenas quando a máquina avaria.
- **Manutenção preventiva:** consiste em efetuar a manutenção de acordo com um plano ou programação.
- **Manutenção preditiva:** este tipo de manutenção evita a substituição prematura das peças. É monitorizada a evolução (medição permanente de vibrações, débitos, binários, temperatura,...) das peças sujeitas a manutenção e são substituídas logo que deixem de prestar um serviço adequado.

2.3 MANUTENÇÃO

Para Corrêa & Corrêa (2006), as atividades relacionadas à prevenção de falhas ou ao estabelecimento de capacidades de recuperação após sua ocorrência são englobadas pelo termo manutenção. Que também se refere, ao conjunto de atividades organizadas na operação com o objetivo de manter os recursos físicos operacionais em bom estado de funcionamento e prontos para o uso, quando necessário.

As atividades da função manutenção são executadas com a finalidade de assegurar um estado satisfatório, previamente especificado, de equipamentos e instalações. De modo geral a manutenção tem sido associada simples e diretamente a conservação das máquinas, embora administrativamente deva ser considerada de modo bem mais abrangente (CONTADOR, 1998). O autor ainda explica que no relacionamento com a produção / operação, deve ser firmada a mentalidade de que a manutenção tem características de prestadora de serviços.

Com altas severidades de falha, alto tempo de reparação, ou ambos, e alguma previsibilidade, a tática apropriada de manutenção seria a da prevenção. Ou seja, evitar que falhas ocorram durante a operação dos recursos – a chamada manutenção preventiva. Em outros casos, embora não haja a previsibilidade de falhas, estas não ocorrem de maneira abrupta e sim, como consequência, por exemplo, de desgastes, sendo passíveis de uma previsão após verificação. A decisão de uma troca ou não advém de uma verificação das condições de recursos ou de suas partes – é a chamada manutenção preditiva. Ambas as táticas, preventiva e preditiva, por se anteciparem à ocorrência das falhas, podem muitas vezes ser programadas para períodos fora da operação, contribuindo para a diminuição do tempo de reparo (CORRÊA & CORRÊA, 2006).

De acordo com Corrêa & Corrêa (2006), no acervo de táticas do gestor de operações buscando o aumento da disponibilidade dos recursos, estão:

Confiabilidade:

- Promovendo a melhoria dos recursos e suas partes individualmente;
- Provendo redundâncias. Manutenção:
- Implantando ações de prevenção;
- Melhorando a capacidade e velocidade de reparação.

2.4 FATORES RELACIONADOS COM A MANUTENÇÃO E QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE

Segundo Contador (1998), a produção da fábrica depende do potencial de produção das máquinas e do bom desempenho de seus operadores. É cada vez mais evidente a assertiva de que a manutenção começa na adequada operação da máquina. As atividades de manutenção são essenciais para assegurar que as funções previstas em projeto serão exercidas pela máquina, em determinadas condições, e por período de tempo especificado, o que se traduz na contribuição da manutenção para garantir a confiabilidade da máquina. A disponibilidade depende, além dos tempos de reparos, da preservação do nível de confiabilidade da máquina. E são os serviços da manutenção preventiva que atendem a esse objetivo (CONTADOR, 1998).

Para Contador (1998), as ações da manutenção podem implicar interrupção da produção, ou paralisação das máquinas, gerando queda de disponibilidade. Os administradores da manutenção só podem agir sobre esses tempos através da análise dos diversos fatores intervenientes.

2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Segundo Contador (1998), a manutenção produtiva total ou TPM (*Total Productive Maintenance*, do inglês) é uma filosofia de organização que integra todos os funcionários da empresa, destacadamente as equipes de manutenção e produção, na execução dos serviços de manutenção. O operador também executa serviços de manutenção das máquinas, particularmente aqueles que não exigem conhecimento tecnológico altamente especializado.

Para Martins & Laugeni (2005) a TPM visa atingir o que se pode chamar de “zero falha” ou “zero quebra”. Isto é, atingir uma situação aparentemente impossível, de que nenhum equipamento venha a quebrar em operação. É uma condição difícil de ser atingida, porém não impossível.

Continuando com o autor, a TPM apoia-se em três princípios fundamentais, a saber:

- **Melhoria das pessoas:** sem o desenvolvimento, preparação e motivação das pessoas são praticamente impossíveis atingir um nível adequado de aplicação da filosofia TPM. Todos os programas iniciam-se com um treinamento do pessoal. A multifuncionalidade deverá ser atingida.

- **Melhoria dos equipamentos:** A teoria TPM advoga que todos os equipamentos podem e devem ser melhorados, conseguindo-se, a partir daí, grandes ganhos de produtividade.
- **Qualidade total:** A TPM é parte integrante dos conceitos de qualidade total.

Para Corrêa & Corrêa (2006), a manutenção da condição dos equipamentos e de sua disponibilidade é responsabilidade de quem os opera, tendo como apoio a função manutenção. À função manutenção caberia, além do estabelecimento das políticas para a manutenção na operação, o estabelecimento dos procedimentos, o planejamento e a programação das atividades de manutenção, o treinamento nas ações de manutenção, as auditorias e a manutenção das instalações e facilidades.

Para Black (1998), a TPM inclui cinco elementos:

- Maximizar a eficácia e eficiência do equipamento.
- Estabelecer um sistema completo de manutenção produtiva, para todo o período de vida útil do equipamento.
- A TPM é implementada pelos departamentos responsáveis pelo projeto e engenharia de manufatura, sistema de manufatura e manutenção.
- Envolve cada colaborador, desde a alta gerência até os trabalhadores da produção e operadores.
- É baseado na programação da manutenção preditiva e preventiva através de atividades de círculos de qualidade.
- E suas principais características são:
 - Eficiência total indica a busca do TPM por eficiência econômica e rentabilidade.
 - Manutenção total significa projetar o equipamento para que ele tenha menos quebra e inclui a Manutenção Preventiva do equipamento existente.
 - Participação de todos os empregados significa desenvolver dispositivos de manutenção autônoma.

2.6 APLICABILIDADES DA FILOSOFIA JIT EM MANUTENÇÃO

O sistema *Just In Time* encara a manutenção como uma atividade que deve preservar as máquinas, equipamentos e ferramentas, ajudar na qualidade dos

produtos, aumentar a participação dos operários - o que é importante para fortalecer o comprometimento - e proporcionar redução de custos do processo produtivo.

Segundo Corrêa & Gianesi (1996), na manutenção, o papel dos operadores é ampliado. A ênfase é dada prioritariamente à manutenção preventiva, sendo executada em boa parte pelos próprios operadores. A ideia é de que a manutenção preventiva simples – lubrificação, limpeza, entre outras, aliada a operação cuidadosa, suave e contínua dos equipamentos, é em boa parte responsável pela confiabilidade das máquinas. A atuação dos próprios operadores na manutenção preventiva simples causa menos e menores interrupções na produção, aumenta a responsabilidade da mão de obra em relação aos equipamentos que opera e aproveita o conhecimento do operador sobre a operação diária do equipamento, no trabalho de manutenção.

Corrêa & Gianesi (1996), conclui que dentro da estrutura organizacional, a manutenção (ao menos a parte preventiva) passa a ser responsabilidade da própria produção/operação. Os especialistas devem atuar no sentido de capacitar os funcionários da produção para que possam assumir tais responsabilidades, executando auditorias periódicas.

Segundo Corrêa & Corrêa (2006), a organização e a limpeza são fundamentais para o sucesso como a confiabilidade nos equipamentos. A sujeira e poeira podem prejudicar os equipamentos causando danos há alguns componentes sensíveis, assim ocasionando sua parada. A organização também tem sua importância, dentro os quais no ambiente de trabalho, uma ferramenta, manual de manutenção entre outros, a difícil localização causa à perda de tempo na solução do problema.

A conservação dos equipamentos auxilia a produção, evitando paradas por falta de manutenção, contribuindo sobremaneira a redução dos níveis de acidentes através das seguintes etapas:

- Limpeza sistemática constante;
- Elaboração de uma lista de verificação, ou seja, um *check list*;
- Localização de defeitos e execução de pequenos reparos;
- Redução de desperdícios;
- Implantação de *check list* de rotina;
- Execução de manutenção especializada.

O conceito da Manutenção Produtiva Total, também é associado e aplicado dentro da manutenção pela filosofia JIT, pois diversos autores citam como algumas das metas do JIT “zero defeito” e “zero quebra”, que são também objetivos da TPM.

Conforme citam Martins & Laugen (2005), no conceito JIT não procura apenas eliminar os desperdícios, mas também colocar o componente certo no lugar certo na hora certa. E de acordo com esta citação, este conceito se aplica dentro da manutenção com a disponibilidade de material e peças para execução dos reparos, com ênfase em manutenção preventiva e preditiva (manutenções programadas), para que não haja atrasos que prejudiquem a produção.

A filosofia JIT dentro da manutenção dá ênfase às manutenções preventivas e preditivas, disponibilidades de materiais no tempo, lugar e hora certa, organização e limpeza, no envolvimento de pessoas, confiabilidade, “zero quebra” aplicando TPM.

3. ESTUDO

A empresa a onde foi realizada a pesquisa é uma prestadora de serviços em terminais e operadores portuários, localizada no município do Guarujá, no estado de São Paulo. Atuante no setor portuário prestando serviços de armazéns gerais; operadores portuários; agenciamento marítimo de navios e de cargas marítimas nacionais e internacionais; comissárias de despachos aduaneiros; desembarço de cargas, utilização de cargas e corretagem de cargas de exportação; agenciamento de importações e exportações por conta de terceiros; terminais de cargas e de contêineres, incluindo estacionamento de contêineres cheios e/ou vazios, estacionamento de equipamentos de movimentação e/ou transporte de contêineres, inspeção de contêineres e equipamentos de transporte e movimentação dos mesmos, manutenção, reparos e reformas de contêineres e de seus equipamentos de movimentação de transporte, estufagem e desova; operação de terminais de cargas e descargas de mercadorias próprias e de terceiros; transportes rodoviário de cargas e/ou contêineres com veículos próprios e/ou de terceiros; operações em recintos alfandegados: e, transporte, recepção, armazenagem e expedição de graneis sólidos.

A responsabilidade da manutenção é manter as empilhadeiras em perfeito estado de uso para o departamento operacional na atividade de movimentação e transporte de contêineres. Além do controle de qualidade e custos, efetuando os reparos preventivos e corretivos no menor tempo e custo possível na melhor

qualidade. Visto a necessidade operacional em utilizar os totais recursos disponíveis em equipamentos para melhor produtividade. O Departamento de manutenção é composto por colaboradores da empresa e equipe terceirizada, onde a equipe técnica (mecânicos, eletricitas, borracheiro, auxiliares e ajudantes) faz parte da terceirizada. O encarregado de manutenção e seu auxiliar, colaboradores da empresa, é o responsável pela supervisão, controle e bom funcionamento do setor, que se reporta ao gerente corporativo da organização.

3.1 PESQUISA APLICADA

No Quadro 1, apresentam-se as questões aplicadas neste estudo. Foram elaboradas questões fechadas para entendimento específico, fácil compreensão dos entrevistados e permitir melhor colaboração dos respondentes. As questões foram formuladas supondo que os entrevistados conhecessem a temática ou a atividade exercida em outro setor. Como respostas colocaram-se quatro a cinco opções de modo a ampliar as possíveis respostas e aumentar o conhecimento do processo em estudo. O questionário foi aplicado em 24 (vinte e quatro) colaboradores, nos departamentos operacionais, manutenção e seus respectivos encarregados e supervisores de um universo de 35 colaboradores.

Quadro 1: Questionário aplicado

QUESTÕES
1. Você tem conhecimento do que seja a filosofia <i>Just in time</i> ? () Pleno conhecimento () Conheço () Já ouvi falar () Não sei do que se trata
2. O treinamento ou curso que você dispõe está de acordo com a função que exerce? () Totalmente () Boa () Satisfatório () Insatisfatório () Nenhuma qualificação
3. A empresa disponibiliza recursos para o aprimoramento e conhecimento das máquinas e equipamentos de trabalho? () Mais que o necessário () Os necessários () Insatisfatório () Nenhum recurso
4. A empresa oferece algum tipo de treinamento? () Sempre () Somente quando necessário () Raramente () Nunca
5. É de seu conhecimento as limitações do seu equipamento de trabalho (máquinas e empilhadeiras)? () Totalmente () Conheço () Parcialmente () Pouco conhecimento () Nenhum conhecimento
6. Você tem conhecimento do que seja manutenção produtiva total, preventiva, preditiva e corretiva? () Pleno conhecimento () Conheço () Já ouvi falar () Não sei do que se trata
7. Os operadores das máquinas e empilhadeiras participam da conservação/manutenção dos equipamentos? () Sempre () Algumas vezes () Raramente () Nunca
8. É feito o “ <i>Check-list</i> ” (lista de verificação) diariamente das máquinas/empilhadeiras? () 2 vezes ao dia () 1 vez ao dia () Ocasionalmente () Raramente () Nunca

9. Na sua visão qual o grau de importância da manutenção preventiva? <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Pouco <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Muito importante
10. Classifique a manutenção preventiva realizada na empresa? <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssima
11. No seu entendimento qual o principal aspecto a ser melhorado na manutenção em busca da qualidade total? <input type="checkbox"/> Maior disponibilidade de tempo <input type="checkbox"/> Maior qualificação da mão de obra <input type="checkbox"/> Maior disponibilidade de recursos (Materiais/Equipamentos) <input type="checkbox"/> Todas as alternativas
12. Há o conhecimento das “principais” causas das quebras das máquinas/empilhadeiras? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Caso a afirmativa seja sim , Quais seriam essas causas? <input type="checkbox"/> Ambiente e páteo de operações inadequados (sujeiras, pisos irregulares, buracos entre outros) <input type="checkbox"/> Uso inadequado da máquina <input type="checkbox"/> Manutenção Inadequada <input type="checkbox"/> Equipamento/máquina inadequada <input type="checkbox"/> Outros _____
13. Como você considera a organização e limpeza em seu ambiente de trabalho (escritório, cabine das máquinas, oficinas, pátio de operações e demais áreas)? <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Excelente
14. Você sente segurança ao operar seu equipamento de trabalho? <input type="checkbox"/> Total confiança <input type="checkbox"/> Confiança <input type="checkbox"/> Insegurança <input type="checkbox"/> Total Insegurança

Fonte: Autores

3.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo do questionário foi o de averiguar o conhecimento dos colaboradores quanto a filosofia *Just in time* e aprofundar-se nos processos executados dentro do departamento de manutenção e departamentos diretamente relacionados ao seu desenvolvimento.

Ao se perguntar sobre o conhecimento da filosofia *Just in time* aos funcionários entrevistados (questão 1), identificou-se que 72%, não têm conhecimento algum sobre o que é a filosofia *Just in time*, e 28% dos entrevistados conhece ou já ouviu falar sobre esse conceito. Assim se considera necessário um trabalho de comprometimento, estruturação, organização, informação, explicação, conceituação da proposta do JIT como filosofia, dos benefícios para a compreensão e colaboração dos funcionários da empresa. Para a implantação da filosofia JIT Corrêa & Giansi (1996), afirmam que não é uma simples questão de aplicação de uma técnica, mas sim de uma mudança em vários aspectos e campos da organização. Dentre esses destacam o comprometimento de todos incluindo a alta administração.

Quanto a capacitação, curso ou treinamento para exercer a função (questão 2), mais da metade (57%) se acham totalmente capacitados ou treinados para exercer sua função, 36% a consideram satisfatória e 7% boa. De acordo com Contador (1998) o colaborador multifuncional e a qualificação são pré-requisitos para a implantação da

filosofia JIT, onde são necessários conhecerem diversas tarefas e disporem de competências e habilidade para operarem os equipamentos e executarem suas funções.

Nos recursos disponíveis para o conhecimento dos equipamentos da empresa, analisou-se a disponibilidade de manuais, palestras, técnicos de prontidão para sanarem dúvidas (questão 3), há um certo equilíbrio entre as opiniões dos colaboradores quanto a sua disponibilidade, onde 43% acreditam que os recursos são os necessários e 36% acham os recursos insatisfatórios e 14 % acreditam que não há nenhum recurso, ou bem provável que há o desinteresse em obter ou mesmo desconhecem. Para um aprimoramento é necessário disponibilizar estes recursos e que os mesmos sejam de fácil acesso a todos. Para Corrêa & Corrêa (2006), é de responsabilidade da manutenção a disponibilidade dos recursos, manuais, treinamento, auditoria e apoio referente aos equipamentos em operação. Com estes recursos se obtém vantagens como aumento da vida útil do equipamento, melhora dos serviços por manterem condições operacionais dos equipamentos, diminuem as interrupções além de reduzirem custos em curto prazo de tempo (MARTINS & LAUGENI, 2005).

Sobre o questionamento se empresa oferece algum tipo de treinamento, observou-se que os treinamentos não são frequentes ou mesmo não são realizados (questão 4), com 36% dos entrevistados entendem que há treinamento somente quando necessário 21% dizem raramente e 43% nunca receberam treinamento. Na filosofia JIT, procura-se executar a tarefas de forma correta já na primeira vez, eliminando o desperdício do retrabalho. E são os colaboradores os responsáveis em executar as tarefas de forma correta e com qualidade (CORRÊA & CORRÊA, 2006).

Quanto ao conhecimento dos funcionários sobre as limitações do seu equipamento de trabalho (máquinas e empilhadeiras) (questão 5), observou-se que a grande maioria, ou seja, 72% conhecem totalmente as limitações de seu equipamento de trabalho, 28% conhecem parcialmente seus limites. Nenhum funcionário declarou desconhecer seu equipamento. Contador (1998) afirma que o desempenho da produção e das operações dependem cada vez mais da boa operabilidade das máquinas, sua disponibilidade e desempenho dos operadores.

O objetivo de questionar o conhecimento de manutenções preventiva, preditiva e corretiva, foi o de saber se os colaboradores conhecem os tipos de manutenções praticados na empresa (questão 6), onde 43% dos pesquisados tem pleno

conhecimento, outros 43% conhecem e 14% já ouviram falar destes tipos de manutenções. Para Contador (1998), as atividades de manutenção tem por finalidade assegurar o bom desempenho dos equipamentos, o seu perfeito estado de uso e de forma geral a conservação dos equipamentos. Interpreta-se pela afirmação do autor que o conhecimento dos tipos de manutenção são essenciais para que os colaboradores compreendam que é através das manutenções que as máquinas se conservam em um estado satisfatório de uso. E a manutenção preventiva é elaborada para preservar, reduzir e ampliar a confiabilidade nas máquinas, com uma manutenção preventiva ideal, irá prevenir as falhas antes de elas ocorrerem (BLACK, 1998). Essa visão foi verificada com 100% dos pesquisados, pois entende que a manutenção preventiva é muito importante para a confiabilidade, segurança, produtividade das máquinas (questão 9 – Quadro 1).

A questão 7 analisou a conservação dos equipamentos e a 8 questionou a aplicação do *check list* diário (Quadro 1). O objetivo destas questões foram o de verificar o quanto os colaboradores participam na manutenção e conservação dos equipamentos, onde se confronta com aplicação de uma lista de averiguação das máquinas antes e após o uso dos equipamentos. Notou-se que nem todos participam da conservação dos equipamentos e nem da aplicação correta do *check list*, onde 28% dos pesquisados raramente participam da conservação dos equipamentos e 29% dos pesquisados raramente aplicam o *check list*. E de acordo com Corrêa & Corrêa (2006), as manutenções simples e conservação, são de responsabilidade de quem as opera, cabendo ao departamento de manutenção a apoiá-los. Entende-se que sem a colaboração dos operadores nas manutenções simples, podem prejudicar o andamento dos equipamentos. A limpeza, calibragem, lavagem são exemplos de pequenas manutenções que podem ser executadas pelos operadores na conservação das empilhadeiras. A conservação dos equipamentos evita quebra das máquinas, reduz acidentes e diminui desperdícios de tempo. E algumas etapas são necessárias para ajudar a conservação, entre elas a elaboração e implantação como rotina dos *check lists* (CORRÊA & CORRÊA, 2006). Assim a aplicação do *check list*, contribui na prevenção e conservação das máquinas, antecipando possíveis paradas por falta de manutenção.

A questão 10 analisa a classificação da manutenção preventiva e se está sendo feita corretamente, não somente pela qualidade da mão de obra, mas pelos recursos disponíveis. E a questão 11 analisa o que necessita ser melhorado dentro da

manutenção, visando à qualidade em seus serviços. Observou-se que a manutenção foi classificada por 50% dos entrevistados como regular e dentre os quesitos a serem melhorados o que mais foi apontado é a disponibilidade de tempo com 59% da opinião dos entrevistados. A ênfase da manutenção na filosofia JIT é a preventiva, boa parte dela é a responsável pela confiabilidade dos equipamentos (CORRÊA & GIANESI, 1996). Entende-se na filosofia JIT a busca da melhoria contínua, eliminando desperdícios buscando as quebras zero. E a manutenção preventiva tem papel fundamental, pois ela é programada e não implica em interrupções inesperadas da operação (CONTADOR, 1998). Assim a disponibilidade de tempo para que seja feita de forma correta, além dos recursos e qualificação da mão de obra, precisam sempre estar atualizados, disponíveis e programados para que as quebras não ocorram, prevenindo paradas longas e não programadas, diminuindo a capacidade de operação pela falta de equipamentos.

Buscou-se averiguar na questão 12 as principais causas das quebras das máquinas e se é de conhecimento dos operadores e equipe técnica da manutenção, quais seriam os principais motivos destas quebras, e verificou-se que 93% dos pesquisados conhecem o porquê das quebras das empilhadeiras, e apontaram como principal causa das quebras o ambiente de operação inadequado (pátio sujo, esburacado, pisos irregulares) com 43% das respostas, além da manutenção inadequada (21%), operação inadequada (18%) e equipamento inadequado para o tipo de atividade (14%). Para Martins & Laugeni (2005) o JIT visa técnicas de melhorias contínuas e solução de problemas, todos devem estar envolvidos, buscando melhorá-lo sempre. Dessa forma o conhecimento das quebras e suas causas são um princípio de buscar a melhoria, visto que as mesmas são de conhecimento dos operadores e da equipe de manutenção, solucionando a raiz do problema e eliminando desperdício do retrabalho de novas quebras pelo mesmo motivo.

A questão 14 analisou o ambiente de trabalho quanto a sua organização, limpeza e o ambiente em geral, com o objetivo de analisar a conservação do local de trabalho, dos equipamentos e as suas instalações. O ambiente sujo, poeiras e demais resíduos podem danificar equipamentos sensíveis, eletrônicos assim ocasionando a quebra das máquinas, como a falta de organização pode acarretar perda de tempo, dificuldade de encontrar uma ferramenta para a solução de um problema (CORRÊA & CORRÊA, 2006). Sendo assim compreende-se que um ambiente desorganizado e sem limpeza acarreta muitas perdas e observou-se que 50% dos entrevistados

compreendem que o seu ambiente de trabalho é bom quanto à limpeza e organização, porém a filosofia JIT busca a melhoria contínua, visando a qualidade total. A organização e a limpeza são fundamentais para o sucesso e a confiabilidade nos equipamentos (CORRÊA & CORRÊA, 2006).

A confiabilidade nos equipamentos é analisada na questão 15, e teve como objetivo verificar se as máquinas são confiáveis, quanto ao próprio equipamento e se a manutenção é executada corretamente. Nota-se que a um equilíbrio entre os que confiam totalmente, 40% dos entrevistados e os que sentem insegurança outros 40% dos entrevistados. A confiabilidade é aquilo que se espera de algo durante certo período de tempo e de certas condições de uso (MARTINS & LAUGENI, 2005). Interpreta-se que as condições de operação estejam em um bom estado de uso sem que ocorram riscos de quebras e segurança. Para Martins & Laugeni (2005), a falta de confiabilidade de uma máquina pode ter diversos fatores, entre eles a má utilização e a má manutenção e para assegurar a boa confiabilidade das máquinas é necessário que o sistema de manutenção esteja em perfeita sintonia. Assim a confiabilidade dos equipamentos está ligada diretamente com sua operação adequada e o sistema de manutenção, preditivo, preventivo e corretivo adequado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um estudo referente à implantação da estratégia da filosofia “*Just in time*”, no departamento de manutenção e máquinas de um terminal de contêiner na área portuária de Santos. Buscou-se identificar os principais erros e defeitos, descrevendo os processos aplicados atualmente, analisando os resultados obtidos e comparando com a aplicabilidade da filosofia *Just in time*.

A filosofia JIT abrange todos os aspectos da organização, treinamentos constantes, eliminação de desperdícios, resolução dos problemas, a melhoria contínua, enfim a busca da qualidade. Na manutenção dá ênfase na manutenção preventiva, técnicas da manutenção produtiva total, disponibilidade de recursos, a confiabilidade e envolvimento de todos.

Pode-se verificar nos resultados obtidos com a aplicação do questionário, que em todas as análises o envolvimento humano e seu comprometimento com a aplicação da filosofia JIT é essencial para sua implantação, desenvolvimento e

continuidade em busca da melhoria contínua e qualidade total nos serviços. Partindo do princípio que esta estratégia é uma filosofia e não uma técnica ou um simples processo, a implantação da filosofia JIT depende do comprometimento de todos os colaboradores e a conscientização de sua importância assumindo novas atitudes para atingir os objetivos da organização, pois sem este compromisso de todos, os resultados não serão alcançados e problemas constantes persistirão.

REFERÊNCIAS

BAILY, P. *et al.* *Compras princípios e administração*. São Paulo: Atlas, 2000.

BLACK, J. T. *O projeto da Fábrica do Futuro*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

CONTADOR, J. C. *Gestão de operações - A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

CORRÊA, H.; CORRÊA, A. C. *Administração de Produção e Operações*. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N. *Just in time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1996. DEAR, A. *Rumo ao Just-in-time*. Rio de Janeiro: Masques-Saraiva, 1991.

LUBBEN, R. T. *Just in Time uma estratégia avançada de produção*. 2ª. ed. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989. MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da Produção*. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MONDEN, Y. *Sistema Toyota de Produção*. São Paulo: IMAM, 1984. OHNO, T. O. *Sistema Toyota de produção*. São Paulo: Bookman, 1997.

POZO, H. *Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística*. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CAPÍTULO 3

GERENCIAMENTO DA COMUNICAÇÃO: O DESAFIO PARA O GERENTE DE PROJETOS

Antonio Carlos de Lemos Oliveira

Mestre em Administração pela Universidade Federal de do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Endereço: UERJ – Faculdade de Engenharia – Departamento de Engenharia

Industrial – Campus Maracanã – Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ – Brasil

E-mail: prof.lemos@gmail.com

Suhelen Suzan Gomes Ribeiro

Especialista (MBA) em Gestão de Projetos pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Endereço: UERJ – Faculdade de Tecnologia – Campus Regional de Resende –

Rodovia Presidente Dutra km 298 (sentido RJ-SP) - Polo Industrial, Resende/RJ – Brasil

E-mail: suhelen.ribeiro@yahoo.com.br

Eliza Silva Morais

Especialista (MBA) em Gestão de Projetos pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Endereço: UERJ – Faculdade de Tecnologia – Campus Regional de Resende –

Rodovia Presidente Dutra km 298 (sentido RJ-SP) - Polo Industrial, Resende/RJ – Brasil

E-mail: elizamorais@gmail.com

RESUMO: Atualmente as constantes mudanças no ambiente de negócios demandam das empresas, inovação e flexibilidade com qualidade e tempo de resposta reduzidos. Dentre as práticas adotadas pelas organizações para se tornarem cada vez mais competitivas, é possível destacar o gerenciamento de projetos. Neste sentido, dentre um dos grandes desafios está o gerenciamento da comunicação na condução dos projetos. o objetivo deste artigo é apresentar um estudo exploratório sobre o desafio da comunicação para a gerência de projetos. para isto foi realizada uma pesquisa com trinta e três gestores de projetos e foram levantados os principais obstáculos na gestão da comunicação, bem como as melhores práticas para alcance de uma comunicação eficiente. Pode-se perceber que existem diferentes visões de cada gestor com relação aos obstáculos encontrados por eles na comunicação em um projeto, além das boas práticas que utilizam para alcançarem bons resultados. É razoável supor que o gerenciamento da comunicação em um projeto é um processo complexo, influenciado

por inúmeros fatores e que exige do gestor definição clara do fluxo de informações e do plano de comunicação, bem como conhecimento de sua equipe do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de projetos; Gerenciamento da comunicação; Papel do líder; Obstáculos e melhores práticas na gestão da comunicação.

ABSTRACT: Nowadays, changes in business environment require companies innovation and flexibility with quality and low time response. among practices adopted by organizations to become increasingly competitive, it's possible to highlight the project management. in this sense, one of the major challenges is the communication management throughout the project. The aim of this paper is to present a study about communication challenges for project management. thirty three project managers have been interviewed in order to know the main barriers and best practices for achieving an efficient communication. Each manager has a different view of the obstacles on project communication and the good practices to achieve good results. It is reasonable to assume that management of communication in a project is a complex process affected by several factors and requires clear management definition of the information flow and the communication plan, as well as knowledge of the project team.

KEYWORDS: Project management; Communication management; Leader role; Barriers and best practices in communication management.

1. INTRODUÇÃO

O competitivo cenário atual de negócios exige das organizações um gerenciamento diferenciado e dinâmico, sem espaço para desperdício do tempo. Neste cenário encaixa-se o gerenciamento de projetos, onde o objetivo final é sempre buscar formas objetivas de se transformar idéias em algo que dê à organização desenvolvimento de forma sustentável e dinâmica (RABECHINI JUNIOR, CARVALHO e LAURINDO, 2002).

Oliveira (2009) afirma que “o gerente de projetos executa as tarefas do projeto através das pessoas que compõem o seu time”. Desta forma, a condução das pessoas para o alcance do objetivo final do projeto torna-se um dos principais objetivos do gerente de projeto.

Neste sentido, para Rabechini (2005), a comunicação tem o papel fundamental e deve ser conduzida de maneira apropriada. Segundo ele, a comunicação é um dos fatores críticos de sucesso nos projetos e considerado o de maior relevância.

Destacando a importância da comunicação no gerenciamento do projeto, segundo Heldman (2003):

Existe uma estimativa de que os gerentes de projeto despendem até 90% de seu tempo em comunicações de uma forma ou outra. Portanto, as habilidades de comunicação de certa forma são as mais importantes para um gerente de projeto, chegando a ser mais importantes do que as habilidades técnicas. Boas habilidades de comunicação cultivam um ambiente aberto e confiável. A possibilidade de comunicar-se bem é o melhor patrimônio de um gerente de projetos.

No entanto, o gerenciamento de projetos é uma prática complexa e que exige muito de quem está à frente dele. Segundo Blois *et al.* (2007), são inevitáveis os problemas de comunicação durante a vida do projeto. Chamados pelos autores de panes de comunicação, eles ocorrem como resultado da ambigüidade que cerca o projeto, mas também resultam das dificuldades em coordenar e integrar diversas perspectivas e personalidades.

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo exploratório, através da análise de referências teóricas e de entrevistas com trinta e três gestores de projetos, sobre os desafios da gestão da comunicação para o gerente de projetos e indicar possíveis boas práticas utilizadas neste processo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Chiavenato (2002), pode-se definir comunicação como a transferência de informação e significado de uma pessoa para a outra. É a maneira de relacionar-se com outras pessoas através de ideias, fatos, pensamentos e valores. Ainda segundo o autor, ela pode ser influenciada por inúmeros fatores, como cultura do emissor e receptor, ambiente, situação emocional de ambas as partes, preparação para o assunto abordado, entre outras.

Segundo Meredith e Mantel (2003), assim como qualquer relação, as organizações não podem existir sem a comunicação. Os empregados não podem saber o que seus colegas estão fazendo nem entender o impacto de suas ações na atividade do outro, a administração não pode receber insumos de informação e não pode agir corretivamente nem dar instruções, além de tornar impossível a cooperação. Assim, pode-se dizer que cada ato de comunicação influencia de algum modo a organização.

Chiavenato (2002) afirma que para que a comunicação seja eficaz, a mensagem precisa atingir seu objetivo e produzir a resposta desejada do receptor. Neste sentido, segundo Blois *et al.* (2007), uma das mais importantes habilidades do

líder contemporâneo é sua capacidade de comunicar-se e se fazer entender. Assim, o líder tem a responsabilidade de comunicar-se bem com todas as partes relacionadas e com as pessoas que lhe são subordinadas direta e indiretamente.

De acordo com Chaves (2006) o processo de comunicação de um projeto precisa ser previamente definido e planejado, a fim de torná-lo claro e adequado aos objetivos do projeto.

Neste sentido, segundo o PMBOK (2008):

O gerenciamento das comunicações do projeto inclui os processos necessários para assegurar que as informações sejam geradas, coletadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas e organizadas de maneira oportuna e apropriada. Os gerentes de projetos gastam a maior parte do tempo se comunicando com os membros da equipe e outras partes interessadas do projeto, quer sejam internas (em todos os níveis da organização) ou externas à organização. Uma comunicação eficaz cria uma ponte entre as diversas partes interessadas envolvidas no projeto, conectando vários ambientes culturais e organizacionais, diferentes níveis de conhecimento, e diversas perspectivas e interesses na execução ou nos resultados do projeto.

Ainda segundo o PMBOK (2008), pode-se desdobrar o gerenciamento de comunicação de projeto nas seguintes etapas:

1. Identificar as partes interessadas: definir quais são os envolvidos direta ou indiretamente e que impactam no sucesso do projeto;
2. Planejar as comunicações: determinar as necessidades de informação das partes e definir uma abordagem de comunicação;
3. Distribuir as informações: deixar claro e colocar as informações planejadas à disposição dos envolvidos;
4. Gerenciar as expectativas das partes interessadas: comunicar-se e interagir com as partes envolvidas, a fim de atender suas necessidades e solucionar as questões assim que ocorram;
5. Reportar o desempenho: coletar e distribuir as informações sobre o desempenho (relatórios de andamento, indicadores e previsões).

Assim como todos os outros processos de projeto, o gerenciamento de comunicação é um processo dinâmico e que exige um acompanhamento de perto por parte do gerente do projeto, uma vez que podem surgir inúmeras barreiras e dificuldades.

Nesta linha, ainda segundo Chaves (2006), os gerentes de projetos precisam estar atentos e identificar as barreiras críticas, que se encontram em pessoas ou grupo de pessoas com diferentes graus de habilidade, conhecimento técnico, distribuição

geográfica e atividades. De acordo com o autor, existem inúmeros tipos de conflitos que se apresentarão como barreiras ao andamento do processo de comunicação, sendo os principais destacados abaixo:

- Relacionadas ao conhecimento: envolve uso de linguagem técnica não familiar a todos os envolvidos, uso de equipamentos e tecnologias desconhecidas, jargões diferentes entre os níveis estratégicos e táticos e entre graduações diferentes.
- Ligadas ao comportamento: Desconfiança entre pares/subordinados, atitudes hostis, ansiedade, desinteresse, pré-julgamento, omissão intencional, estas tanto do ponto de vista dos líderes do projeto quanto dos subordinados.
- Relativas a aspectos organizacionais e técnicos: Estrutura inflexível, burocrática, excesso de regras, padrões e procedimentos.
- Relacionadas a mudanças no ambiente externo: as informações são recebidas do mercado, cliente e/ou governo.
- Advindas de mudanças organizacionais: mudança na estrutura da organização, impactando no andamento do projeto e causando insegurança nos envolvidos.
- Oriundas de mudanças no próprio projeto: necessidade de mudança de estratégia, etc., devendo haver novo escopo e plano de projeto.

Segundo Blois *et al.* (2007), o processo de comunicação em projetos, além de ser dificultado pelas barreiras expostas, também é influenciado pelo tipo de projeto que está sendo desenvolvido e pelo ambiente no qual está inserido. Assim, a cultura da empresa ou da equipe de projeto, bem como o idioma, também se tornam grande desafio para os gerentes de projeto de maneira a garantir uma comunicação não seja prejudicada.

Tendo em vista a importância da comunicação e os obstáculos e desafios ao gerenciamento da comunicação, de acordo com Verma (1996), é necessário que o gerente de projeto conheça as necessidades dos envolvidos no projeto e adéque a comunicação ao ambiente em que está inserido.

Assim, com base no argumentado por Verma (1996), a função do gerente é realizar reuniões, dar direções e feedback e transmitir todas as informações necessárias de maneira clara a toda a equipe. Para atingir os objetivos de um projeto

é fundamental que as informações sobre o desempenho sejam coletadas e disseminadas a cada etapa do projeto. Segundo o autor, o gerenciamento eficaz pressupõe acesso constante às informações.

Outro ponto importante é que o gerente de projeto se mostre um excelente ouvinte, a fim de conseguir conhecer as idéias e necessidades do time, bem como conseguir acompanhar realmente o andamento do projeto (VERMA, 1996). Neste sentido, abre-se a possibilidade de iniciar e manter um processo de grande validade aos projetos, o processo de lições aprendidas. Este processo inclui recomendações para melhorar o desempenho de futuros projetos; as partes interessadas internas ou externas ao projeto identificam as lições durante o ciclo de vida do projeto, que são compiladas, formalizadas e armazenadas pelo gestor. As lições aprendidas ajudam a gerenciar o conhecimento e aperfeiçoar as habilidades do negócio (CHAVES, 2006).

Além disso, uma atenção necessária do gerente é o fato de que cada pessoa possui uma limitação de comunicação, uma capacidade de recebê-la e decodificá-la, dada a diferença de conhecimento, cultural, entre outras, conforme defende Verma (1996).

Sendo assim, o grande objetivo do gestor de projetos é alcançar alta performance por meio de uma comunicação aberta, fazendo-se entender claramente e desenvolvendo confiança na sua equipe, uma vez que aspectos como confiança, entendimento, nível de segurança e autonomia geram grande impacto na precisão ou distorção na comunicação do projeto (VERMA, 1996).

3. METODOLOGIA

Gil (1988, p. 147) afirma que “a parte mais complexa na redação de um projeto de pesquisa é constituída, geralmente, pela especificação da metodologia a ser adotada”.

Para este artigo, foi realizado um estudo de caráter exploratório que, segundo Vergara (1997), é realizado em áreas nas quais há pouco conhecimento acumulado e sistematizado e, por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa.

O procedimento utilizado inicialmente foi a elaboração de uma revisão bibliográfica sobre a importância de uma comunicação eficiente para o sucesso de um projeto. Em seguida, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório que, segundo

Boaventura (2004), tem o objetivo de proporcionar maior relação com o problema para torná-lo mais explícito ou a elaborar hipóteses. Como procedimento metodológico, foi utilizado um questionário com duas perguntas e os dados foram coletados por meio de entrevistas com trinta e três gestores de projetos.

Figura 1: Setor de atuação dos entrevistados

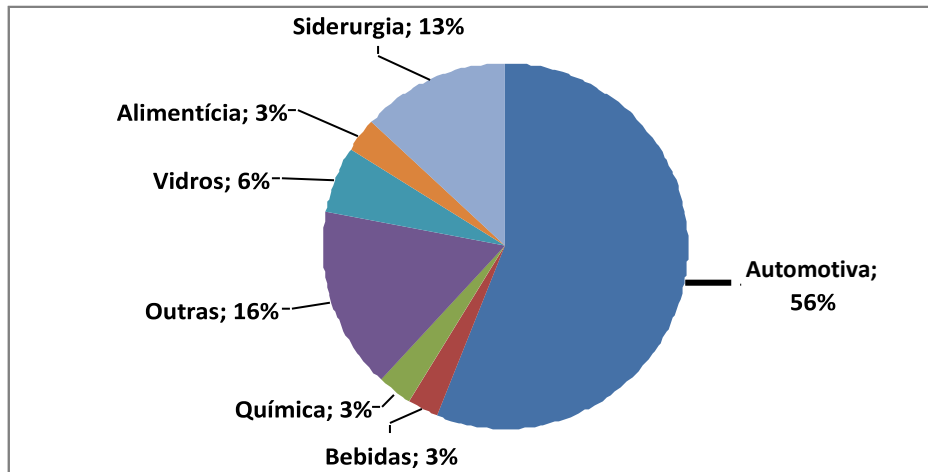
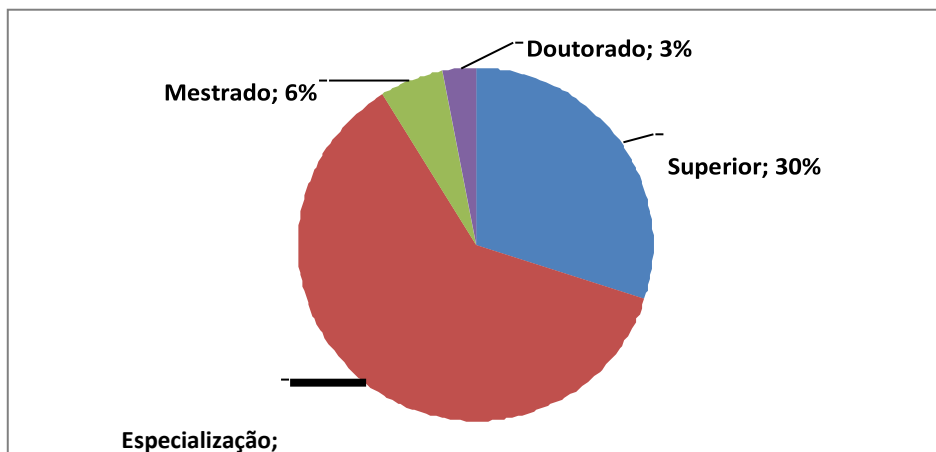


Figura 2: Nível de escolaridade dos entrevistados



A entrevista é considerada por muitos autores como a técnica por excelência na investigação social, possuindo grande flexibilidade. Gil (1989, p.113) a define como “uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação”.

O mesmo autor relaciona como principais limitações das entrevistas:

A falta de motivação do entrevistado para responder perguntas que lhe são feitas, a inadequada compreensão do significado das perguntas, o fornecimento de respostas falsas, determinadas por razões conscientes ou inconscientes, inabilidade ou mesmo incapacidade do entrevistado para responder adequadamente, em decorrência de insuficiência vocabular ou de problemas psicológicos, a influência exercida pelo aspecto pessoal do entrevistador sobre o entrevistado, a influência das opiniões pessoais do entrevistador sobre as respostas do entrevistado, os custos com o treinamento de pessoal e a aplicação das entrevistas. (GIL, 1988, p. 114 e 115)

Segundo o autor, muitas dessas limitações intervêm na qualidade das entrevistas, mas podem ser contornadas em função da flexibilidade própria das mesmas.

Os entrevistados selecionados atuam como gestores em empresas do Sul Fluminense, Vale do Paraíba e Sul de Minas Gerais. Foi dada a eles a liberdade para fazer comentários ou relatar situações já vivenciadas em projetos passados. As entrevistas foram feitas de forma separada e os gestores não tiveram conhecimento sobre outras respostas obtidas. Além disso, não houve nenhuma explicação teórica acerca do assunto abordado.

As perguntas contidas no questionário foram as seguintes:

- Em sua opinião, cite os principais obstáculos na comunicação em um projeto.
- Que boas práticas de comunicação você recomendaria? Você as utiliza?

Com a revisão bibliográfica, foi possível obter uma base estruturada para executar as análises das respostas fornecidas pelos gestores entrevistados. Por fim, foram apresentadas as considerações finais.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Todos os dados colhidos a partir das respostas dos entrevistados foram analisados, sendo comparados com os conceitos estudados e apresentados no referencial teórico do artigo.

Cada uma das respostas dos trinta e três gestores foi interpretada, estudada e, quando possível, convertida para itens mensuráveis, possibilitando maior facilidade de análises e conclusões. Algumas respostas de alguns entrevistados, cujos nomes não foram revelados, foram destacadas para ilustrar o assunto abordado.

4.1 PRINCIPAIS OBSTÁCULOS NA COMUNICAÇÃO EM UM PROJETO

De acordo com um dos entrevistados, um efetivo processo de comunicação é necessário para garantir que todas as informações desejadas cheguem às pessoas corretas no tempo certo e de uma maneira economicamente viável.

Segundo o entrevistado A, pós-graduado em Gerência Avançada de Projetos e Gestão Organizacional de Pessoas e que atua como gerente de projetos na indústria automobilística:

Se a comunicação oficial do projeto não for bem definida e esclarecida, poderá gerar ruídos e desentendimentos. Uma das principais dificuldades encontradas pelos líderes é exatamente a inabilidade da comunicação apresentada pela falta de empatia ou de sensibilidade. A comunicação pressupõe que uma pessoa fale e a outra entenda e receba o *feedback* como sinal de que compreendeu aquilo que foi dito. Há o emissor, o receptor, a informação que é passada e o *feedback*. O bom comunicador procura saber se houve o entendimento perfeito diante do que foi informado.

As respostas obtidas através da pesquisa apresentaram uma variedade considerável de obstáculos na comunicação em um projeto. Apesar de estarem relacionados, diferentes itens foram citados pelos entrevistados, seguidos de argumentos embasados nas experiências que possuem como gestores de projetos.

Segundo os entrevistados, a dificuldade de uma comunicação transparente, aberta e objetiva representa um importante obstáculo à comunicação. Isto porque tal comunicação não é comum em todas as organizações. Em muitos casos não há a difusão das informações relevantes a todos os envolvidos no projeto, o que prejudica o seu andamento. Um dos entrevistados citou o fato de que equipes com um grande número de integrantes prejudicam a qualidade da comunicação do projeto, uma vez que nem sempre as informações são recebidas e compreendidas por cada um deles.

Foi argumentado por um dos gestores que mudanças repentinas sem o acompanhamento da comunicação adequada a toda a equipe representou um forte obstáculo encontrado em projetos passados. Esta questão pode ser relacionada à falta de definição do processo de distribuição de informações, que também foi um obstáculo apresentado na pesquisa. A falta de um fluxo de informações bem estruturado permite falhas no processo de comunicação do projeto.

Alinhado à inexistência de um processo bem definido está o obstáculo referente à velocidade das informações. Isto porque, de acordo com um dos gestores, os projetos são dinâmicos e muitos fatores acontecem ao mesmo tempo. Por esta razão, é necessária uma gestão eficiente do fluxo de informações, uma vez que todos necessitam receber a comunicação no tempo certo.

Um dos entrevistados apontou a hierarquia existente nas empresas como um obstáculo para a comunicação em um projeto. De acordo com ele, uma estrutura organizacional excessivamente subdividida pode provocar divergências e sobreposições de prioridades. Também relacionado a uma questão organizacional, foi apontado por um gestor que a cultura da empresa pode representar um fator dificultador para a comunicação em um projeto.

Outro ponto apresentado pelos entrevistados está relacionado ao contato direto e à distância geográfica entre os integrantes do projeto. Para eles, deve-se buscar o contato pessoal sempre que possível para evitar informações errôneas e interpretações distorcidas. Além disto, a proximidade entre a equipe do projeto permite uma maior interação e discussão de novas idéias e de lições aprendidas. Também foi citado como um obstáculo o idioma, uma vez que há projetos que envolvem membros de diferentes países e nem sempre todos possuem o conhecimento a outra língua.

Foi apresentado por um dos entrevistados que a falta de um local específico para reunião representa um fator que dificulta a comunicação em um projeto. Isto porque, a troca de informações a respeito das atividades em andamento pode fazer com que alguns integrantes não as recebam.

As informações confidenciais também foram apresentadas como obstáculos à comunicação em um projeto. Um dos entrevistados utilizou como argumento o fato de que a falta de uma comunicação igual a todos os integrantes faz com que parte da equipe se sinta menos valorizada em relação àquela que possui a informação confidencial.

Outro obstáculo citado por um entrevistado foi o conflito existente em relação às prioridades de cada integrante. Isto porque os membros da equipe possuem atividades diferentes que concorrem em importância e em tempo. Tais atividades específicas podem prejudicar o trabalho comum da equipe.

Um último ponto identificado na pesquisa foi a falta de comprometimento demonstrada por alguns integrantes. De acordo com o gestor que apresentou esta resposta, há pessoas que não possuem total envolvimento com o projeto e não se comprometem adequadamente para que os objetivos de todo o grupo sejam alcançados com sucesso. Sendo assim, muitas informações deixam de ser distribuídas igualmente, o que prejudica a comunicação.

4.2 PRÁTICAS DE COMUNICAÇÃO UTILIZADAS E RECOMENDADAS EM UM PROJETO

Segundo o entrevistado B, graduado em Engenharia Automobilística e que atua como analista de projetos na indústria automobilística:

Cada vez mais a comunicação deve ser vista como uma estratégia de crescimento nas empresas. A intensidade do fluxo de informações que existe atualmente exige agilidade e eficiência na comunicação, que se tornou um dos fatores primordiais para o sucesso de um projeto. Com os avanços tecnológicos que ampliaram a capacidade de troca de informação e a valorização do conhecimento, a gestão eficiente da comunicação no ambiente do projeto se tornou essencial para que os objetivos estabelecidos sejam plenamente alcançados.

De acordo com 45% dos entrevistados, as reuniões periódicas representam uma boa prática na comunicação em um projeto. Tais reuniões possibilitam a detecção de obstáculos ao projeto, auxiliam a orientação da equipe, promove o alinhamento de informações entre todos os integrantes e esclarece os itens a serem entregues e os pontos de melhoria. Além disso, o encontro da equipe permite que novas idéias sejam propostas por todos os integrantes.

Além das reuniões periódicas, foi citada por um entrevistado a importância de se fazer uma reunião de abertura com a equipe, bem como uma reunião junto aos usuários finais antes do início da implantação do projeto. O objetivo de tal encontro é apresentar com maiores detalhes os resultados do projeto, bem como fornecer orientações aos interessados a respeito dos novos processos.

Foi apresentado por um gestor que a comemoração dos resultados, mesmo que realizada parcialmente, possui grande importância para a motivação da equipe do projeto. Ao perceberem que cada vitória foi reconhecida e comemorada, os integrantes demonstram apreço e se unem em busca de novos resultados.

A comunicação aberta e transparente foi citada por outros gestores como prática utilizada e recomendada por eles. Para um deles, é fundamental que não haja barreiras entre os diversos níveis hierárquicos para que qualquer integrante possa solicitar uma orientação sem constrangimentos.

Alinhada ao obstáculo do distanciamento dos integrantes da equipe, foi citado pelos entrevistados que correios eletrônicos devem ser evitados na comunicação em um projeto. Eles argumentam que esta forma de transmitir informações possibilita erros na interpretação, o que pode dificultar o andamento das atividades.

Uma prática apresentada por parte dos entrevistados foi adoção de recursos visuais para a divulgação de informações. Eles informaram que utilizam banners, murais, informes específicos, quadros de animação e formulários afixados para leitura e exploração por todos os integrantes.

Foi apresentada por dois entrevistados a ferramenta “Lições Aprendidas”. Para o entrevistado B, graduado em Engenharia Automobilística e que atua como analista de projetos na indústria automobilística:

A ferramenta “Lições Aprendidas” é uma das mais utilizadas nos projetos atuais. A equipe deve registrar boas e más práticas com o objetivo de ajudar projetos futuros, além de poder pesquisar experiências de projetos passados. Com esta ferramenta, o conhecimento deixa de ser apenas de uma pessoa e se torna propriedade de toda a empresa.

Outros dois entrevistados apresentaram o *feedback* individual como uma boa prática da comunicação em um projeto. Isto possibilita aos integrantes a compreensão dos pontos a serem desenvolvidos, fazendo com que os resultados seguintes sejam melhorados.

De acordo com o entrevistado C, pós-graduado em Gerenciamento de Projetos e que atua como líder de projetos na indústria do petróleo:

Há cinco passos importantes para uma boa gestão da comunicação. O primeiro deles é ouvir atentamente, compreendendo primeiro para depois ser compreendido. O segundo passo é pensar objetivamente, organizando as ideias e só interromper em caso de necessidade de esclarecimentos. Em seguida, é necessário discutir abertamente, controntando os objetivos da mensagem e os objetivos do projeto. O quarto passo é desenvolver sensibilidade, observando atentamente o emissor. Por fim, é necessário responder rapidamente às necessidades colocadas, em que muitas vezes um simples agradecimento ou elogio pode ser a ação esperada.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi apresentar um estudo exploratório sobre o desafio da comunicação para a gerência do projeto.

Diante dos resultados obtidos por meio das entrevistas, foi possível realizar análises específicas sobre os tópicos abordados, citando trechos de visões particulares de alguns dos entrevistados cujos nomes não foram revelados. A partir desses resultados e da interpretação das respostas, pode-se perceber que existem diferentes visões de cada gestor com relação aos obstáculos encontrados por eles na

comunicação em um projeto, além das boas práticas que utilizam para alcançarem bons resultados. Podem ser destacadas as práticas “lições aprendidas” e “*feedback*”. Elas, na sua maioria, se complementam.

Pode-se, assim, com base na teoria apresentada e nos dados coletados, afirmar que é razoável supor que o gerenciamento da comunicação em um projeto é um processo complexo, influenciado por inúmeros fatores e que exige do gestor definição clara do fluxo de informações e do plano de comunicação, bem como conhecimento de sua equipe do projeto.

Por fim, torna-se fundamental que o gerente de projeto garanta uma comunicação aberta, fazendo-se entender claramente e desenvolvendo a confiança em sua equipe.

Cabe dizer que este estudo não é atemporal nem exaustivo, nem visa definir ou defender uma metodologia específica para a comunicação em um projeto, mas sim servir como base exploratória para novos estudos, visando contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos e práticas existentes atualmente no campo do gerenciamento de projetos.

REFERÊNCIAS

- BLOIS, E. A. F. *et al.* *A gestão da comunicação como fator de sucesso em projetos de engenharia para empreendimentos da área de refino da Petrobras*. Dissertação de Pós-graduação Lato Sensu em Gerenciamento de Projetos. São Paulo, 2007.
- BOAVENTURA, E. M. *Metodologia da pesquisa: monografia, dissertação e tese*. São Paulo: Atlas, 2004.
- CHAVES, L. E. *Gerenciamento da comunicação em projetos*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006. CHIAVENATO, I. *Recursos humanos*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1988.
- _____. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.
- HELDMAN, K. *Gerência de projetos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- MEREDITH, J. R. e MANTEL, S. J. *Administração de projetos: uma abordagem gerencial*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 2003.
- OLIVEIRA, A. C. L. *Competências gerenciais para atuação em projetos*. Apostila de Pós-graduação (Departamento de Engenharia Industrial) Rio de Janeiro: UERJ, 2009.
- PMBOK. *Project Management Institute: A guide to the project management body of knowledge*. Pennsylvania: PMI, 2008.
- RABECHINI JUNIOR, R. *O Gerente de projetos na empresa*. São Paulo: Atlas, 2005.
- _____; CARVALHO, M. M. e LAURINDO, F. J. B. *Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa*. Revista Produção, v. 12, n.2, p.28-41, 2002.
- VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 1997.
- VERMA, V. K. *Human resource skills for the project manager*. Pennsylvania: PMI, 1996.

CAPÍTULO 4

GESTÃO DE LAYOUT COM VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS NA INTERFACE DO EXCEL

Abel Hames

Técnico em Informática pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense

Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Venâncio Aires

Endereço: Avenida das Indústrias, 1865 - Universitário, Venâncio Aires – RS, Brasil

E-mail: abelhammes9604@hotmail.com

Elpidio Oscar Benitez Nara

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina

Instituição: Universidade de Santa Cruz do Sul

Endereço: Av. Independência, 2293 - Universitário, Santa Cruz do Sul - RS, Brasil

E-mail: elpidio@Unisc.br

Fabio Lorenzi da Silva

Mestre em Computação pela Universidade Federal de Santa Maria.

Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Venâncio Aires

Endereço: Avenida das Indústrias, 1865 - Bairro Universitário, Venâncio Aires – RS, Brasil

E-mail: fabiolorenzi@ifsul.edu.br

Rafael Nagel

Técnico em Informática pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense

Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Venâncio Aires

Endereço: Avenida das Indústrias, 1865 - Bairro Universitário, Venâncio Aires – RS, Brasil

E-mail: rafael.gustavo.nagel@gmail.com

Richard Silva Martins

Mestre em Sistemas e Processos Industriais pela Universidade de Santa Cruz do Sul

Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Venâncio Aires

Endereço: Avenida das Indústrias, 1865 - Bairro Universitário, Venâncio Aires – RS, Brasil

E-mail: richardmartins@ifsul.edu.br

RESUMO: No cenário de mercado atual, as organizações manufatureiras necessitam, cada vez mais, de tecnologias e inovações para continuarem competindo fortemente com os concorrentes. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo a implementação de um algoritmo que visa a otimização de arranjos físicos celulares em um cenário industrial manufaturado. Para isso, foi utilizado a programação *Visual Basic* através da interface do *software Excel* do pacote *Office*.

PALAVRAS-CHAVE: *Layout, Visual Basic, Excel.*

ABSTRACT: In the current market scenario, manufacturing organizations need, increasingly, technology and innovation to continue competing strongly with competitors. In this context, this study aims to implement an algorithm that aims at optimizing cell physical arrangements in a manufactured industrial scenario. For this, the Visual Basic programming was used by the Office Excel software package interface.

KEYWORDS: Layout, Visual Basic, Excel.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o setor industrial exerce considerável influência sobre a produtividade e a inovação dos demais setores econômicos, sendo fundamental para elevar o nível de consumo, emprego e exportações do Brasil. Uma indústria competitiva e diversificada é o caminho para o crescimento sustentado.

Dentro de um sistema produtivo, alguns fatores impactam diretamente nos resultados da manufatura. Dentre os quais pode-se destacar o fator humano, o nível de automação, o grau de organização e a forma como os recursos transformados fluem pelo sistema de fabricação. A maneira como fluem os produtos em transformação durante seu processamento está intimamente ligada à disposição dos recursos dentro do sistema produtivo. Essa disposição é identificada como arranjo físico ou *Layout*.

Objetivando garantir maior eficiência de produção, as organizações têm empregado atenção especial na busca por métodos para reduzir fluxos cruzados, custos logísticos e má utilização dos recursos produtivos (BATAGLIN et al, 2013). A eficiência do arranjo físico é um dos mais importantes aspectos dos sistemas de manufatura contemporâneos (RAWABDEH E TAHBOUB, 2006).

Este artigo tem como objetivo apresentar a implementação do algoritmo *Close Neighbour* (CNA) no *Visual Basic for Applications* (VBA), linguagem de programação aplicada ao pacote *Office* da *Microsoft*, visto que o pacote *Office* é corriqueiro dentro

da indústria e que a interface do *Excel* é difundida entre os profissionais que trabalham com gestão industrial.

A estruturação dessa pesquisa segue da seguinte forma: a seção 2 apresenta a Revisão da Literatura, com objetivo de subsidiar a parte prática do trabalho. Os temas apresentados nessa seção são *layout*, gestão de *layout* e programação VBA; a seção 3 exibe os Materiais e Métodos, nela apresenta-se a metodologia aplicada nesse trabalho, trazendo o passo a passo de como foi efetuado o estudo; a seção 4 traz a implementação, que mostra os resultados alcançados em uma aplicação do algoritmo; na seção 5 são exibidas as Conclusões, observadas de maneira breve e objetiva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LAYOUT

Em uma definição simplista arranjo físico de uma instalação industrial objetiva definir qual a posição dos recursos de produção dentro dos limites físicos do sistema produtivo. Recursos de produção contemplam máquinas, equipamentos e instalações de processo. Segundo Dalmas (2004), *layout* consiste em um arranjo físico onde ocorrem processos, contendo máquinas e equipamentos dispostos, que visa equilíbrio entre movimentação e produção. Portanto, o arranjo físico, ou *layout*, é responsável pela forma como os materiais, informações e pessoas se movimentam dentro do sistema de manufatura. Para Slack *et al* (2009), “o *layout* envolve o posicionamento relativo dos recursos transformadores dentro dos processos e a alocação de tarefas aos recursos, que juntos ditam o fluxo de recursos transformados ao longo do processo”.

Os *layouts* podem ser classificados em três tipos elementares: *Job Shop*, *Flow Shop* e Celular (FOGLIATO e NARA, 2013; NEUMANN, 2013). Davis *et al* (2001) e Slack *et al* (2009) relatam sobre os três tipos de arranjos físicos:

No *Layout* tipo *Job Shop* máquinas e equipamentos com funções similares são agrupados, criando-se seções de máquinas, na qual todas as furadeiras estão em uma área e todas as prensas estão em outra. A peça em trabalho passa de seção em seção, obedecendo ao fluxo especificado de operações de produção. Este tipo de arranjo físico é comumente encontrado em plantas de manufatura com baixo volume de produção. Seu fluxo de trabalho entre os recursos transformadores é complexo, pois ocorre ocupando as máquinas que estão disponíveis no momento.

O *Layout Flow shop* baseia-se no produto, ou seja, as instalações são organizadas observando as sequências de operações do produto. A linha é planejada levando-se em conta a sequência de processos necessários à fabricação de um produto, onde ocorre um alinhamento do processo para que a linha tenha um fluxo linear. É um arranjo com utilização em processos com grande volume e baixo *mix* de produto. Também, emprega automação pesada para tornar e manter o regime de produção constante.

A configuração Celular consiste em agrupar em centros de trabalho, máquinas distintas para produzir trabalhos em peças com características similares. Configura-se por ser similar ao *Job Shop* no sentido que as células são formadas para desempenhar um conjunto específico de processos, e é similar ao *Flow Shop* no sentido de que as células são dedicadas a uma gama limitada de produtos. Esse tipo de arranjo físico é fundamentalmente projetado para ser flexível do ponto de vista operacional bem como do fluxo de materiais. Em sua aplicação, os trabalhadores envolvidos são multifuncionais dentro das células e emprega-se tecnologia de grupo (TG) para formação das células.

2.2 GESTÃO DE LAYOUT

Gestão de *Layout* tem a função de coordenar e determinar a alocação das máquinas, pessoas e processos de maneira a facilitar o fluxo de pessoas, aumentar a eficácia da mão de obra e equipamentos, melhorar os acessos, agilizar as etapas dos processos e melhorar a eficiência tanto de qualidade quanto de tempo dos processos e máquinas envolvidos no serviço (SLACK *et al*, 2009; DAVIS *et al*, 2001).

Um bom planejamento de arranjo físico ou uma gestão de *layout* eficaz requer muito trabalho e estudo sobre os espaços, máquinas, processos e etapas de determinada empresa, uma vez que é necessário realizar uma análise detalhada e complexa, com o intuito de organizar e facilitar a alocação das máquinas e processos. Ter um planejamento eficiente do arranjo físico resulta em máquinas e processos distribuídos adequadamente em determinados espaços, que conseqüentemente facilita a troca de materiais, assim como agiliza os processos e a troca de informações.

Visto tais ponderações, conclui-se que, inicialmente, a realização de um bom planejamento de arranjo físico gere custos e investimento de tempo, é de fundamental importância, pois tal planejamento é a garantia de eficiência, agilidade, segurança e qualidade na empresa.

2.3 PROGRAMAÇÃO NO EXCEL - VBA

A linguagem de programação *Visual Basic for Applications* (VBA) é uma linguagem orientada a objetos rica em funcionalidades e flexibilidade, que permite acrescentar capacidades adicionais e aplicações informáticas, concretamente as pertencentes ao *Microsoft Office*, entre as quais estão o *Excel* e o *Word*. Permite ainda automatizar a realização de muitas tarefas rotineiras nessas aplicações (SILVA, 2009). Com o *Excel* e o VBA, existe a possibilidade de criar macros para aperfeiçoar tarefas que são realizadas com frequência, fazendo assim com que várias ações sejam executadas em uma determinada ordem através de um único atalho do teclado (MICROSOFT, 2007).

Para acessar o editor do VBA, é necessário usar o atalho “Alt + F11”, abrindo, assim, o ambiente de programação no qual são desenvolvidos os códigos e a programação do algoritmo. Também, é nessa interface que o computador interpreta todos os comandos do programador, como por exemplo: “Dim” e “As”, que são utilizados na declaração das variáveis.

Os procedimentos do VBA são códigos reservados entre a palavra “Sub”, que define o início do código, e a palavra “End Sub”, que define o fim do código. É dentro desse trecho localizado entre as palavras “Sub” e “End Sub” que é escrito todo o código do algoritmo. Ainda existem duas coisas básicas e essenciais para iniciar a programação no VBA: os comandos de entrada e saída de dados. Enquanto para a entrada de dados é utilizado o comando “InputBox”, para a saída de dados é utilizada uma caixa de mensagem, chamada de “MsgBox”, onde é escrito entre aspas o texto que o usuário visualizará (SILVA, 2009).

Tal conjunto de comandos de programação serve para expandir os horizontes da planilha do *Excel* e desenvolver novas funcionalidades, além de poder ser um grande aliado na programação de sistemas direcionados ao planejamento de arranjos físicos com melhor eficiência, visto que o *Excel* possibilita a interação entre o ambiente de programação do VBA com as planilhas que representam de forma clara e organizada as máquinas e processos de uma empresa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O algoritmo *Close Neighbour* é desenvolvido por meio de uma matriz de incidência, trabalhando com o rearranjo das linhas e colunas da matriz, objetivando concentrar as incidências ao longo da diagonal principal e, dessa forma, proporcionar a visualização de agrupamento de máquinas. Apresentado por Boe e Cheng em 1991, torna-se uma ferramenta eficiente nos trabalhos de estudo de arranjos físicos.

O desenvolvimento do algoritmo acontece a partir de uma matriz inicial cujo tamanho será de acordo com o número de máquinas e processos envolvidos no espaço físico. As máquinas serão transformadas nas linhas e os processos são as colunas dessa matriz.

Sabe-se que cada processo dessa matriz de incidência tem um roteiro de produção, constituído por uma ou mais máquinas. O preenchimento da matriz, dessa forma, acontece orientado através do roteiro de produção e observando o seguinte critério: toda vez que um processo utilizar determinada máquina, assinala-se '1' na célula (posição da matriz) correspondente ao cruzamento do processo com a máquina. A célula continua vazia caso contrário.

Com essa etapa de preenchimento concluída, cria-se uma segunda matriz cujo tamanho será o número de máquinas para as linhas e colunas, proporcionando cruzamentos de máquinas com máquinas. As células dessa matriz serão preenchidas da seguinte forma: soma-se, na matriz inicial, o número total de processos que passaram por cada par de máquina. Isso deve ser feito com todos os pares de máquinas possíveis. Essa soma preencherá as células correspondentes, na matriz 2, desses pares de máquinas. Formando, assim, uma matriz simétrica e de diagonal principal vazia. Soma-se, na matriz 2, os valores inseridos nas células de cada linha. Cada linha, assim, terá uma soma total.

Com a matriz 2 finalizada, a próxima etapa consiste em construir uma matriz 3 cujo conteúdo é a matriz inicial preenchida ('1's ou vazio) com uma nova ordenação dos índices das linhas.

O primeiro índice da nova ordenação de linhas corresponderá à linha que possuir a maior soma na matriz 2. Para completar os índices restantes da nova ordenação, deve-se seguir esta diretriz: analisar a linha do índice que foi escolhido anteriormente, sempre na matriz 2. Nessa linha, cada posição cruza com uma coluna (máquina). O número índice de cada coluna significa a nova linha escolhida. Para escolher a posição correta: opta-se pela qual possuir o maior número em seu conteúdo

e que ainda não foi escolhida para a ordenação. Em caso de empate: dar preferência à posição de menor índice. Quando não existirem mais posições disponíveis para serem escolhidas: preencher com os índices remanescentes.

Após a ordenação de linhas concluída, tem-se uma matriz 3. Nela falta reordenar os índices das colunas para formar a matriz final.

Para estabelecer a ordem das colunas, primeiramente, será identificado, em cada coluna, os agrupamentos de '1's existentes. Um agrupamento significa uma sequência existente quando o conteúdo de uma posição for igual à '1' e a(as) posição(es) seguinte(s) também possuir(em) '1'. Ressaltando que um agrupamento pode ser considerado tal com apenas um '1'. Cada agrupamento, logicamente, deve começar em uma posição da matriz que tenha '1' como conteúdo e terminar quando alcançar uma posição da matriz sem '1' ou chegar ao limite da mesma. É possível que as colunas tenham vários grupos ou nenhum.

Após identificar esses agrupamentos nas colunas da matriz 3, é preciso destacar o agrupamento de maior tamanho ou o único existente de cada coluna. O tamanho de cada agrupamento é a soma das posições que constituem o mesmo. Se um agrupamento tiver uma sequência de '1's ao longo de 4 células da matriz, seu tamanho é 4.

A próxima etapa consiste na ordenação dos índices das colunas. Para tanto, será feita uma leitura através de cada linha da matriz 3.

Em uma linha, cada posição cruza com uma coluna. O número índice de cada coluna significa a nova coluna escolhida. É preciso identificar as posições da linha que a partir desta formam agrupamentos na coluna correspondente.

Para escolher a posição correta: caso o agrupamento formado na coluna a partir da linha na qual a leitura está sendo feita corresponder ao maior agrupamento desta coluna ou igualar-se com outro do mesmo tamanho, então se seleciona essa posição para a ordenação. Nenhuma coluna que já constitui a nova ordenação de colunas pode ser selecionada novamente.

É possível que muitas posições de determinada linha iniciem os maiores agrupamento de colunas, então essas posições, respectivamente, irão constituir a ordenação de colunas.

Após essa leitura por todas as linhas, se ainda existirem colunas que não foram selecionadas, estas são posicionadas completando a ordenação com os índices remanescentes.

Com a ordenação de colunas estabelecida, é possível criar a matriz final. Essa matriz corresponde à matriz inicial preenchida, com a reordenação de linhas e, na sequência, reordenação de colunas.

No exemplo a seguir, temos uma matriz formada por 8 máquinas e 20 processos. Observa-se que nas posições cujos conteúdos aparece '1', significa que o processo (coluna) está sendo utilizado pela máquina (linha) da posição. O processo 3, por exemplo, percorre as máquinas 1, 2, 4, 7 e 8.

Figura 1 - Matriz 1 (Fase de preenchimento)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		1	1					1	1		1		1	1		1	1		1	
2			1	1		1	1							1				1		1
3		1						1	1		1		1	1		1	1		1	
4			1	1		1	1			1								1		1
5	1				1	1				1		1			1		1			
6	1				1				1	1		1			1					1
7			1	1		1	1				1	1						1		1
8			1	1		1	1											1		1

Com a matriz 1 completamente preenchida, a próxima etapa consiste na criação de uma segunda matriz. As linhas e colunas serão o número de máquinas. O objetivo é preencher as posições com a soma de processos utilizados a cada par de máquina. É possível observar na matriz 1 as máquinas 7 e 8, como exemplo, tendo os processos 3, 4, 6, 7, 18 e 20 passando por ambas em seus caminhos, somando 6 processos ao todo para o par 7 e 8. Essa soma aparece, na matriz 2, nas posições onde o par se cruza (7x8 e 8x7).

Figura 2 - Matriz 2 com somas das linhas

	1	2	3	4	5	6	7	8		
1			2	9	1	1	1	2	1	17
2	2			1	6	1	1	6	6	23
3	9	1			0	1	1	1	0	13
4	1	6	0			2	2	6	6	23
5	1	1	1	2			5	2	1	13
6	1	1	1	2	5			2	1	13
7	2	6	1	6	2	2			6	25
8	1	6	0	6	1	1	6			21

A diagonal principal da matriz 2 sempre ficará vazia, pois não é possível uma máquina formar um par com ela mesma. Após o cálculo dessa matriz, é necessário somar todas as linhas, como aparece ao lado de cada linha.

Agora a reordenação das linhas começa. Essa reordenação consiste em uma nova sequência de índices para as máquinas da matriz 1. A primeira linha a constituir a primeira posição da nova ordenação é a que possui maior soma na matriz 2. Seguindo o exemplo, é a linha 7. As próximas são selecionadas analisando a linha selecionada anteriormente.

Figura 3: Reordenação das linhas

Índice da reordenação	Máquinas pré-selecionadas	Máquina selecionada	Explicação
1	7	7	Linha maior soma.
2	2, 4, 8	2	Menor índice.
3	4, 8	4	Menor índice.
4	8	8	Maior valor.
5	1, 5, 6	1	Menor índice.
6	3	3	Maior valor.
7	5, 6	5	Menor índice.
8	6	6	Linha restante.

Nenhuma linha pode ser selecionada para mais de um índice. É por isso que algumas linhas não são pré-selecionadas mesmo se encaixando nos critérios de seleção. Dado momento da reordenação, em eventuais matrizes, não terá mais linhas que entrem nos critérios de seleção. Sendo assim, opta-se pela linha remanescente. Quando há empate entre determinados valores, o menor índice prevalece.

Na coluna de máquinas selecionadas tem escrito a nova sequência de linhas a constituírem a matriz 3.

Figura 4: Matriz 3 (Reordenação das linhas da matriz 1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7			1	1		1	1				1	1						1		1
2			1	1		1	1							1				1		1
4			1	1		1	1			1								1		1
8			1	1		1	1											1		1
1		1	1					1	1		1		1	1		1	1		1	
3		1						1	1		1		1	1		1	1		1	
5	1				1	1				1		1			1		1			
6	1				1				1	1		1			1					1

Com a matriz 3 pronta, agora parte-se para a reordenação das colunas para construir a matriz final. Para isso, analisa-se todas colunas a partir de cada linha, na matriz 3.

A análise começa no primeiro índice entre as linhas. No exemplo as posições 3, 4, 6, 7, 11, 12, 18 e 20 da linha o conteúdo corresponde ao '1'. Esses valores correspondem ao índice de cada coluna e são os pré-selecionados. Entre essas 8 colunas, a maior sequência de '1's que acontece, em suas respectivas colunas, partindo da linha primeira são as de índice 3, 4, 6, 7, 18 e 20. Elas, respectivamente, constituirão as primeiras posições da nova sequência de colunas.

Observa-se que na coluna 11 existe uma sequência de '1's (a maior da coluna) que parte da linha número 1, índice 5. Na 12, a maior sequência de '1's da coluna começa na linha número 5, índice 7. É por isto que essas colunas foram apenas pré-selecionadas: existe '1' na coluna partindo da primeira linha.

Após a análise de todas colunas partindo do primeiro índice, faz-se o mesmo a partir da linha 2. Coluna pré-selecionada: 14. As outras colunas que possuem '1' na linha número 2 já foram selecionadas anteriormente, então não entram na pré-seleção. A coluna 14 não constituirá a reordenação de colunas ainda, pois na mesma coluna existe uma sequência de '1's maior, que parte da linha número 1, índice 5.

É possível verificar toda a reordenação de colunas, desse exemplo, observando a tabela seguinte.

Figura 5: Reordenação das colunas

Linha analisada	Coluna(s) pré-selecionada(s)	Coluna(s) escolhida(s)	Explicação
7	3, 4, 6, 7, 11, 12, 18, 20	3, 4, 6, 7, 18, 20	Formam maiores sequências de '1'.
2	14	Nenhuma	Menor sequência da coluna.
4	10	Nenhuma	Menor sequência da coluna.
8	Nenhuma	Nenhuma	Nenhum '1' disponível na linha.
1	2, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19	2, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19	Formam maiores sequências de '1'.
3	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma entra nos <u>critérios</u> .
5	1, 5, 10, 12, 15	1, 5, 10, 12, 15	Formam maiores sequências de '1'.
6	Nenhuma	Nenhuma	Sem colunas remanescentes.

Com a reordenação das colunas prontas, tem-se a matriz final estabelecida. Ela apresenta a matriz 1 com uma nova ordenação de linhas e de colunas, respectivamente.

Figura 6: Matriz Final (Reordenação das colunas da matriz 3)

	3	4	6	7	18	20	2	8	9	11	13	14	16	17	19	1	5	10	12	15
7	1	1	1	1	1	1				1										
2	1	1	1	1	1	1						1								1
4	1	1	1	1	1	1														
8	1	1	1	1	1	1													1	
1	1						1	1	1	1	1	1	1	1	1					
3							1	1	1	1	1	1	1	1	1					
5			1											1		1	1	1	1	1
6						1			1							1	1	1	1	1

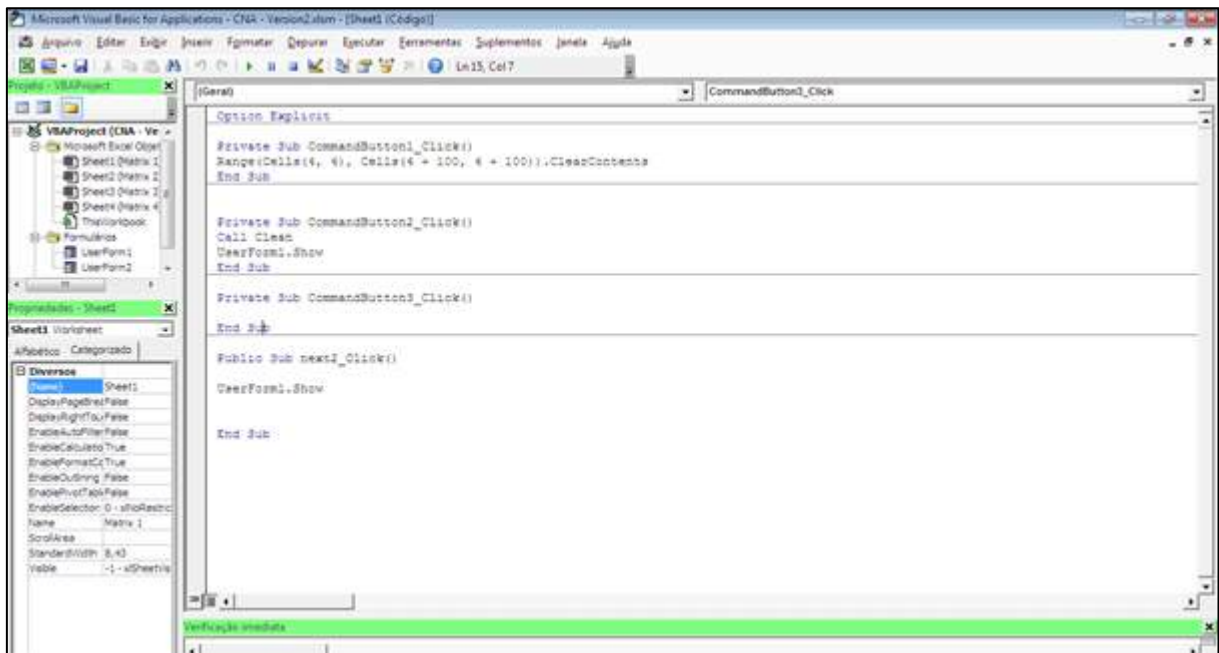
Na matriz final é possível observar os agrupamentos que foram formados ao longo da diagonal principal.

4. IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do algoritmo *Close Neighbour* aconteceu no ambiente de desenvolvimento do pacote *Office*, exclusivamente do *Excel*. A linguagem de programação usada foi o *Visual Basic for Applications*. Optou-se por essas

ferramentas em função do *Excel* fornecer grande acessibilidade para se trabalhar com matrizes. O ambiente de programação que fornece diversos módulos, classes e opções de criação de interfaces gráficas é acessado através da janela Modo Desenvolvedor, figura 7. Através desse ambiente, que não é visível para um usuário convencional, o processo de desenvolvimento do algoritmo aconteceu.

Figura 7: Modo Desenvolvedor



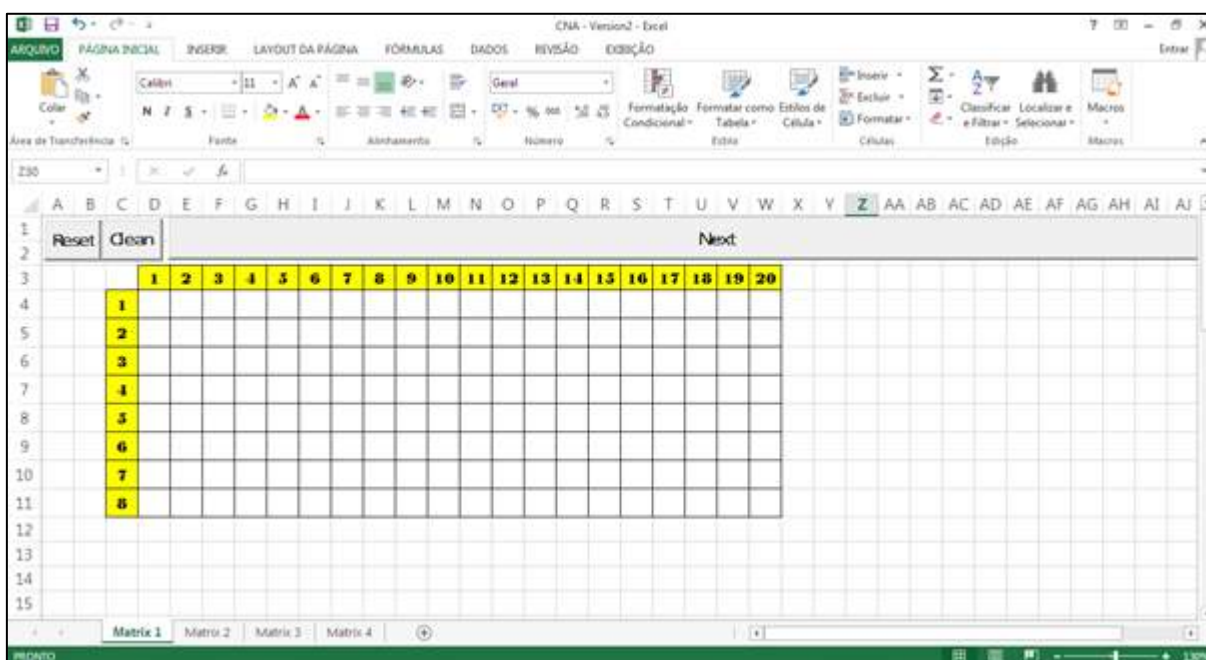
As primeiras etapas foram, em uma tela inicial, figura 8, construir uma interface gráfica onde o futuro usuário entraria com os dados relacionados à matriz de máquinas e processos. Esses dados iniciais (número de máquinas e o número de processos), eram usados para construir uma matriz de entrada após o botão “*Next*” ser pressionado. Desde o botão de confirmação até o lugar para informar as quantidades, são ferramentas fornecidas pela interface gráfica do *Visual Basic*.

Figura 8: Tela Inicial



Após a informação referentes à matriz, é criado, numa primeira planilha, os índices e células da matriz, prontas para serem preenchidas pelo usuário com '1's, figura 9. Junto dessa planilha, o *Visual Basic* também fornece o acesso às ferramentas gráficas. O botão "Next", assim, foi implementado junto à planilha para o usuário informar a conclusão do preenchimento da Matriz Inicial. Com esse preenchimento feito e o botão pressionado, novas abas são automaticamente criadas, cada uma sendo uma planilha, mostrando as matrizes referentes às etapas do algoritmo *Close Neighbour*. A última matriz será a matriz final do algoritmo com linhas e colunas reordenadas. Também, criou-se o botão "clean" para efetuar a limpeza dos dados inseridos e o botão "reset" com a finalidade de reiniciar os dados referentes a matriz de máquinas x processos.

Figura 9: Matriz Inicial sem preenchimento



De posse da matriz final do CNA, é possível visualizar os possíveis agrupamentos que são indicados para os processos em estudo.

5. CONCLUSÃO

A proposta desta pesquisa gira em torno de oferecer aos agentes envolvidos na gestão de *Layout* uma ferramenta capaz de atender as exigências de complexidade que a atividade de planejamento de arranjo físico impõe. Dessa forma, busca-se aumentar a competitividade dos sistemas industriais. A implementação do CNA ocorreu e gerou resultados confiáveis através da validação feita com a matriz de testes apresentada por Boe e Cheng. Futuros trabalhos serão possíveis e necessários no sentido de promover aplicações da ferramenta em estudos de caso.

É oportuno destacar algumas acessibilidades que o VBA fornece, auxiliando bastante nos momentos de trabalhar com a comunicação entre as tabelas do *Excel* e a programação em si. Tudo que o Pacote *Office* fornece de edição para as células e os textos em geral é possível automatizar através do ambiente de programação. Trabalhar com as células e planilhas do *Excel* através dessa linguagem de programação é bem agradável ao programador, principalmente quando se trata do uso de matrizes e tabelas. Ressalta-se as sintaxes de programação do *Visual Basic*,

que são bastante didáticas até mesmo para leigos na área. A maioria delas exige um prévio conhecimento em inglês.

A implementação do algoritmo no *Visual Basic* e Excel conta com as facilidades que o *Software* em si fornece, porém toda a metodologia do algoritmo, isto é, transformar a matriz inicial em uma matriz final com os agrupamentos, requer o uso de repetições, condições, testes e sequências, características genéricas das linguagens de programação. Na implementação do algoritmo no *Visual Basic*, foi criada uma classe para construção e cálculo do algoritmo do começo ao fim. Nessa classe têm-se estruturas desde *'While's*, *'For's*, *'If's*, *'Then's* até *'Dim's*. Todas essas palavras fundamentam a linguagem de programação *Visual Basic For Applications*.

REFERÊNCIAS

- AIOSA, RODRIGO.** *O que é VBA?* Disponível em <http://www.escolaexcel.com.br/2011/08/o-que-e-vba.html>, acesso em 13 set. 2014.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI.** *Indicador de custos industriais.* Publicação Trimestral. Ano 2, n. 2, abril/junho de 2013. ISSN 2317-7039.
- BATAGLIN, L. M. C.; BASÍLIO, T. L.; VIEIRA, J. G. V.; ROSSETTI, N.** *Avaliação de arranjo físico e custos logísticos na transferência de maquinário em uma unidade fabril.* Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 3, n. 2, p. 300-308, Jan./Jun. 2013.
- BOE, W.J. CHENG, C. H.** *A close neighbour algorithm for designing cellular manufacturing systems.* International Journal of Production Research, v. 29, n. 10, p. 2097 – 2116, 1991.
- DALMAS, VOLNEI.** *Avaliação de um layout celular implementado: Um estudo de caso em uma indústria de autopeças.* Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R.** *Fundamentos da Administração da Produção.* Porto Alegre: Bookman, 2001.
- FOGLIATO, FLÁVIO SANSON; NARA, ELPIDIO OSCAR BENITEZ.** *Processos, Programação, Planejamento e Controle da Produção.* Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul/ Departamento de Engenharia, 2013.
- MICROSOFT.** *How to automate Microsoft Excel from Visual Basic .NET.* <http://support.microsoft.com/kb/301982/pt-br>, acesso em 20 set. 2014.
- NETO, RUY CARNEIRO GIRALDES.** *Importância do Layout Interno.* Disponível em <http://pt.slideshare.net/ruygiraldes/importancia-do-layout-interno>, acessado dia 14/09/214.
- NEUMANN, C. S. R.; FOGLIATO, F. S.** *Sistemática para avaliação e melhoria da flexibilidade de layout em ambientes dinâmicos.* Gestão&Produção, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 235-254, 2013.
- RAWABDEH, I.; TAHBOUB, K.** *A new heuristic approach for a computer-aided facility layout.* Journal of Manufacturing Technology Management, v. 17, n. 7, p. 962-986, 2006.
- SILVA, ANTÔNIO.** *Programação em VBA: Texto Introdutório*, versão 3. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto/Departamento de Engenharia Informática, 2009.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da produção.* 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CAPÍTULO 5

ECONOMICAL EVALUATION OF ETHANOL PRODUCTION BY A FAMILY FARMS COOPERATIVE

Carlos Alberto Mendes Moraes

Doutor em Ciência dos Materiais pela University of Manchester and Institute of Science and Technology – Inglaterra

Instituição: Universidade do Vale dos Rio dos Sinos - UNISINOS

Endereço: Estrada dos Alpes, 2345, casa 85, Bairro Cascata, Porto Alegre – RS, Brasil

E-mail: cmoraes@unisinos.br

Cynthia Fleming Batalha da Silveira

Mestre em Ecologia Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Unisinos

Endereço: Rua Eça de Queiroz 43 ap 502

E-mail: cynthiafbs@hotmail.com

Joice Brochier Schneider

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Instituição: Unisinos

Endereço: Rua Omiro Ledur, 232, Vila Rica, S. S. Do Cai

E-mail: joice.ambiental@gmail.com

André Geraldo Velho Cirne de Lima

Graduated in Economy by Pontifícia Universidade Católica -RS

Instituição: FIERGS

Endereço: Centro das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul, Centro das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. , Avenida Assis Brasil, 8787, Sarandi, 91140-001 - Porto Alegre, RS

E-mail: andrecirnelima@yahoo.com.br

Guilherme Luís Roeche Vaccaro

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Endereço: Ferreira Viana, 508/201 – Petrópolis, Porto Alegre – RS, Brasil

E-mail: guilhermevaccaro@gmail.com

ABSTRACT: Brazil stands out as the world's largest producer of sugar cane (*Sacharum ssp.*) and its derivatives. Considering the amount of available area for plantation in Brazil, the sugar cane production has low interference on food crops. Thus, ethanol derived from sugar cane arises as an alternative for sustainable energy in Brazil. Its use as a fuel has as its goal the replacement of oil, which allows reducing the dependence on these fossil fuels and mitigating emissions of greenhouse gases

(GHG) emissions by almost 90%. The definition of the energy matrix of a country considers the relationship between the profile of the economy and the availability of energy resources. In this sense, this work aimed at showing a economical diagnosis of the production of ethanol made by farmers in a cooperative system in southern Brazil. This is a unique case in Brazil, since it is the only case of ethanol plant with cooperative management. From the results of this diagnosis, a proposal was made with a view to sustainable development for this region. It was found that the cooperative participates strongly in the industrial VAB (Valor Adicionado Bruto - Gross Value Added) in the municipality where it is located, reaching, in 2008, 68% of industrial VAB. Considering the importance of ethanol production in the region for this cooperative system that directly affects two thousand one hundred and eighty people, it has been proposed the review of agricultural practices, improving the irrigation, increasing efficiency in operations, disposal of packaging pesticides and preparation of the community to replace the manual cutting by mechanized one.

KEYWORDS: Ethanol, cooperative, sugar cane, economical evaluation, sustainable development.

1. INTRODUÇÃO

It is well known that the reserves of fossil energy (coal, oil and natural gas) to attend world energetic demands are finishing. One of the renewable sources of energy is ethanol, produced from sugarcane, *Sacharum ssp.* Brazil is the main sugarcane – and its derivatives – producer in the world (VIAN, 2010), which turns up the ethanol one of the Brazilian energetic alternatives. Its use as biofuel becomes a substitution to petroleum derivatives, reducing the greenhouse gas emission in almost 90% (CGEE, 2008).

However, BNDES e CGEE (2008) point out that the extension in which a biofuel can substitute a fossil fuel depends on, essentially, in the way it is produced. Like all production technologies involving (directly or indirectly) the use of fossil resources, the benefit associated with the use of a biofuel depends on the effective economy of non-renewable energy, which this fuel provides when compared to fossil equivalents. Ortiz and Moreno (2007) also emphasize the agribusiness as petro-dependent regarding to its production and distribution logistics, being also associated with environmental and social impacts that prevent decentralized production and distribution of food and energy, on a more efficient and healthy way for human beings and for the environment.

The definition of the energy matrix of a country considers the relationship between the profile of the economy and the availability of energy resources, but it is

also important to consider environmental and social aspects. Therefore, for the consolidation of this scenario, it is urgent to establish a program that includes ethanol production with reduction of environmental impacts relatively to current production and with greater economic viability, enhancing the development of family farms, encouraging the maintenance of farmers families in agricultural activity, mainly the young, and avoiding in this way, the rural exodus.

Thus, this study aimed to diagnose the economic viability of production of ethanol made by farmers in a cooperative system in southern Brazil. From the results of this diagnosis, proposals were made by simulating new scenarios of productivity, with the insertion of a new culture for the production of ethanol in order to fill the gap caused by sugarcane harvest, aiming the sustainable development with economic opportunities for the region. Also the study held a projection of the impact on the profitability of the producer with the different scenarios.

2. MATERIALS AND METHODS

This work was performed in 2010, in a Cooperative of Ethanol Producers, formed by farmers, involving two of the major cities of the northeast region of Rio Grande do Sul State, Brazil.

This region represents the largest area devoted to sugarcane production for ethanol in the State. These cities will be named City 1 and City 2. The ethanol plant is installed in City 1. The economic diagnosis was established through data obtained by quantitative and qualitative research using structured interviews (with seven different forms) and unstructured interviews. The interviews were performed either presentially or not presentially. Also field records and documentary research were used.

This analysis was performed on two levels, macro and micro. At the macro level, the values that the Ethanol Plant production chain adds to the Gross Value Added (GVAs) in the region were calculated. At the micro level, scenarios were mounted considering: increasing the productivity of sugarcane; increasing the supply of the volume of sugarcane supplied to the plant, the introduction of sweet sorghum production; and changing the selling price of sugarcane and of ethanol, according to estimates provided by the Ethanol Cooperative, and from quotations obtained from the Union of Sugar Cane Industry – UNICA (2010). For the scenarios construction were used: income statements and cash flows of agricultural activity; and statement of

results, to calculate the value added by the industry. Also, for the analysis and preparation of the scenarios, it was used data from IBGE, the Ethanol Cooperative, EMBRAPA (Brazilian Enterprise of Agriculture Research), and Social Smart Plants (USI), besides technical references from the literature.

Data regarding to the impacts of projected production deployment of sweet sorghum in the region were obtained from the literature, from EMBRAPA and from USI, as there is currently no ethanol plant in commercial operation with this raw material. In order to determine the price of sorghum to be paid by the industry, a reduction (9%) over the price of sugarcane was applied. The applied reduction is equivalent to the difference in the productivity of sorghum, if compared to the sugarcane, to produce ethanol.

3. RESULTS PRESENTATION

This section presents the results obtained from data collection. Firstly, the actors or representatives previously identified in the system for production of ethanol from the Ethanol Cooperative are presented, in order to better explain part of the complexity of this value chain. The actors contacted were:

- a) Leaders and core deputy leaders: family farmers chosen by the producers of its region, to represent them at the direction of the Cooperative;
- b) Coordinators of the team: responsible for managing the work of cane cutters;
- c) Cane cutters, responsible for cane harvesting;
- d) Youth in the community: sons and daughters of producers of City 1 and City 2;
- e) Former members of the Ethanol Cooperative;
- f) Cane conveyor drivers: responsible for transport sugarcane to the mill;
- g) Members of an agricultural association: a group of associates of the Ethanol Cooperative dedicated to produce brown sugar, *cachaça*, molasses, bread, cakes and biscuits.

Through the survey, interviews, field observations and information from documents obtained with management and advisory staff of the Cooperative, a profile of these actors was drawn. Ethanol production by the Cooperative involves all their members who perform, in many cases, more than one activity in the whole process of the production chain. For instance, farmers can play in the industrial operation, in the

transportation of sugarcane, and in the supervision of the cane harvesting, among others.

The leaders of these core members responded to questions as representatives of the producers of its regions. So the data obtained from these actors should be considered as an indicative, since they may have provided approximations of the common thinking of the groups they represent.

The average size for producers family is 3.5 people, as reported in the interviews, the community in focus has 1,130 people directly or indirectly involved in the production of ethanol. This universe of people can still be increased by the families of cane cutters in approximately 300 people per harvest season, totalizing 2,180 people. This estimative indicates that the universe of people involved directly or indirectly in the production of ethanol in the region represents approximately 12.28% of the total population of the studied region.

The properties are typical of family farming and have an average 5-8 ha crop of sugarcane per property. All residential properties have sewer pit-type sink, electricity, garbage being collected fortnightly by the city. There is no segregation of household waste by residents, as well as there is no selective collection by the city. Properties are mostly without native vegetation and have planted vegetation for firewood production for home consumption.

As reported in the interviews, the sugar cane fields have replaced especially the soybean crop in the ownership of farmers. Although the soybean crop has some advantages (ensured market, production process dominated by farmers, and profitability), the frequent harvest failures, as the effect of climate changes, has caused financial losses to farmers, repelling them from this traditional crop. In addition, soybean is an agricultural production commodity with low added value, not being recommended as a viable alternative for family farming activity. So the sugarcane and the ethanol production are in compliance with an important role to ensure financial income for the farmer to increase the diversification of their production, due to the guarantee of having right buyer for all cane produced and the little risk of crop breakage. Additionally, sugarcane crops require a low rate of use of labor, except in periods of planting and harvesting, which allows the farmers to diversify their production. These factors led the producers in this region to migrate from soybean to sugarcane crops.

The use of fertilizers and pesticides is a common practice in this type of cultivation in the region. The packaging of these inputs are in most cases, collected by the Ethanol Cooperative, or delivered to the mill by the members. However, it was reported, by farmers, the need to improve the disposal of packaging, disseminating information about the environmental impacts arising from contamination of soil and water, and the poisoning of animals.

In this region, the fertilization for the cultivation of sugarcane in some properties occurs by the use of stillage (fertigation). Besides the economy of commercial fertilizers, the fertigation provides some water benefits, improving agricultural productivity. However, according to Granato and Silva (2002), the high biochemical oxygen demand (BOD) required by stillage, often exceeds 20,000 mg/l, making this input highly polluting when it is launched indiscriminately in rivers and water bodies. Thus, this expedient can increase the load of organic matter in water reserves and cause serious damage to biodiversity and ecosystems of these facilities.

The stillage generated in the Cooperative is only used as fertilizer in some crops of sugarcane. Thus, it is necessary to structure a plan for its distribution to meet the demand associated with effectiveness and equity.

According to CGEE (2009), stillage, besides providing water and nutrients, acts as a recovery agent of soil fertility. It introduces nutrients in depth, as Ca^{++} , Mg^{++} and K^{+} , enriching the soil. There are many experiments that confirm the positive results achieved by its use in agricultural production (in terms of tons of cane / ha). Test results indicate that there are no harmful impacts to soil at doses below 300 m³/ha. Above that, there may be damage to the soil or, in specific cases (shallow or sandy soil), contamination of groundwater (CGEE, 2009). In the case of sugarcane bagasse, only some farmers receive the surplus that is not used for generating electricity. The bagasse has a low contribution to the increase in production in small rural property when used in its natural condition, not adding, therefore, value. Bagasse is used in sugarcane fields, orchards, vegetable gardens, and potatoes and cassava crops, as organic fertilizer or soil cover. In view of the farmers, this procedure protects the soil, preventing erosion, growth of weeds and fertilizing it. Moreover, it contributes to the repair of contour lines of the soil.

The main problems for the production of sugar cane are concentrated on the stage of cutting. In all farms sugarcane cutting is done with the previous fire and, in many cases (more than 50% of the farmers nuclei), still later, the tip of the cane is also

burned. As major problems, are singled out the lack of labor for cutting, and badly cutting. In 2010 some cutters did not cut the tip of the cane, causing problems for the production of ethanol and depreciating the sugarcane delivered at the mill. Besides these problems, some farmers reported that the rotation of cutting of sugarcane needs to be reevaluated. In turn, there is a shortage of cutters and there are problems with productivity and quality in performing this task. As a solution, farmers indicate the introduction of mechanized cutting. The production of sugarcane for ethanol is an alternative product with assured market, and help to boost the diversification of agricultural production of family farming in the region.

According to IBGE (2009), the production of sugar cane in City 1, in 2009, summed up 33,600 tons in 1220 hectares of planted area, generating an output value of R\$ 1,042,000.00. This value is the second largest value generated in agriculture in the region, losing only to cassava production whose value was R\$ 2,394,000.00. In City 2, the production of sugarcane, in the same year summed up 77,000 tons in a planted area of 2,200 hectares, generating an output value of R\$ 2,387,000.00, inferior only to the values obtained by the cassava crops (R\$ 3,550,000.00) and the soybean crops (R\$ 2,884,000.00) (IBGE, 2009).

To assess the contribution of the Ethanol Cooperative to the industrial GVA of City 1, tables 1, 2 and 3, respectively show the evolution of GVA of City 1, the value added by the Ethanol Cooperative in the industrial GVA of City 1, and the value added by the Ethanol Cooperative to the agricultural GVA of both cities 1 and 2 counties, in the years of 2007 and 2008.

Table 1: Gross Value Added (GVA) by the Ethanol Cooperative to City 1

	Total GVA (R\$)	Industrial GVA (R\$)
2008	87,270,000	8,242,000
2007	80,137,000	7,384,000
2006	72,136,000	7,143,000
2005	64,829,000	6,862,000
2004	63,893,000	6,189,000
2003	57,858,000	5,123,000
2002	46,347,000	4,542,000
2001	44,425,000	3,868,000
2000	44,425,000	3,616,000
1999	40,074,000	2,888,000

Source: FEE (2010)

In Table 2, the value added by the Ethanol Cooperative in the region is calculated. This calculation was done by deducting the amounts paid for the main inputs from their sales of the company (IEL, 2010). In the case of the Ethanol Cooperative, the amounts to be deducted from its bill are related to the purchase of sugarcane and other industrial inputs.

Table 2: Gross Value Added (GVA) by the Ethanol Cooperative to its county.

	2007	2008
Billing Ethanol Cooperative (R\$) I	7,379,753.74	9,461,855.86
Consumption of sugar cane (R\$) II	2,467,342.88	3,770,961.07
Input consumption (R\$) III	138,739.37	177,864.59
Sugar cane + input (R\$) IV (II+III)	2,606,082.25	3,948,825.66
Added value ETHANOL COOPERATIVE (R\$) V (I-IV)	4,773,671.49	5,513,030.20
Industrial GVA City1 (R\$) VI	7,384,000.00	8,242,000.00
Participation of ETHANOL COOPERATIVE in Industrial GVA City1 (R\$) (V/VI)	65%	67%

In 2007, the share of the Ethanol Cooperative in the industrial GVA of the county was 65%, and in 2008 it reached 67%. These values are of extremely significant impact for Ethanol Cooperative on the formation of wealth of City 1. Moreover, one must consider that the GVA in services is leveraged by industry GVA, which amplifies the importance of industrial activity. This influence of the industrial GVA on the GVA in services occurs through the recruitment of security services, transport, maintenance, medical and others by industry.

Table 3: Agricultural GVA of the municipalities and value added by the Ethanol Cooperative

	R\$	by the Ethanol Cooperative in Agriculture 2007 (II) R\$	(III) R\$	COOPERATIVE in the Agricultural GVA 2008 (IV) R\$		
City 2	32,387,000.00	2,000,000.00	6,2	37,404,000.00	3,500,000.00	9.4
City 1	16,376,000.00	1,100,000.00	6,7	17,881,000.00	900,000.00	5.0

Source: IBGE (2009)

To calculate the value of purchases made by the Ethanol Cooperative in City 1 and City 2, since the absence of data in the financial statements of the Cooperative, the following criteria were used:

- To calculate the total price of the purchased sugarcane, the volume of processed sugarcane was multiplied by R\$ 34.00. Thus, in 2007, the purchases of sugar cane totaled

R\$ 3,100,000.00, and, in 2008, about R\$ 4,400,000.00;

- To calculate the value corresponding to each of the two cities, the ratio of the volume of sugarcane produced by each city was used as weight criteria. These data were obtained from IBGE (2009).

In 2007, as shown in Table 3, the Ethanol Cooperative added 6.2% to the agricultural GVA of City 2, and 6.7% to the agricultural GVA of City 1. In 2008, this contribution for City 1 fell to 5.0%, and for City 2, it rised to 9.4%.

Since the goal of understanding the relationship soybean/sugarcane in the focus region, Figures1-4 show respectively the production of soybean and sugarcane in the cities 1 and 2, and the total areas occupied by these crops in these counties over the past twenty years.

Figure 1: Production of Soybean and Sugar Cane in City 1

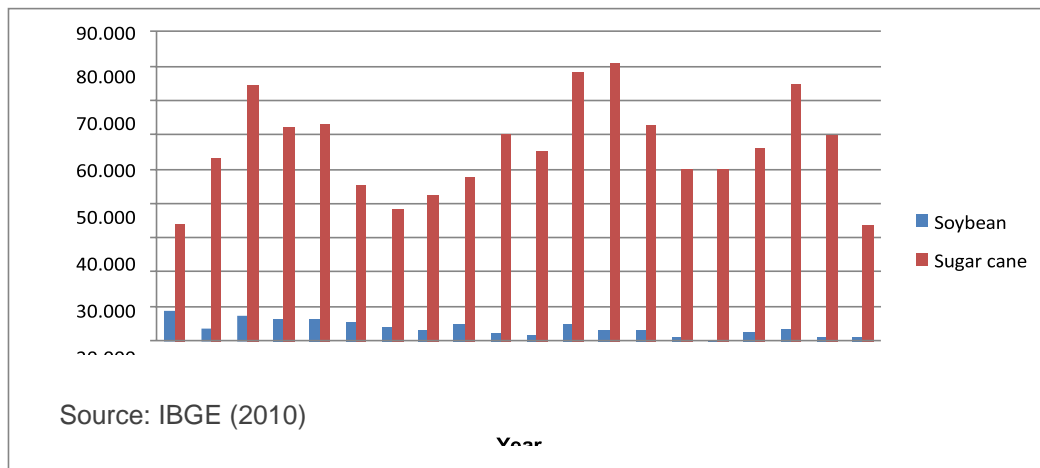


Figure 2: Production of Soybean and Sugar Cane in City 2

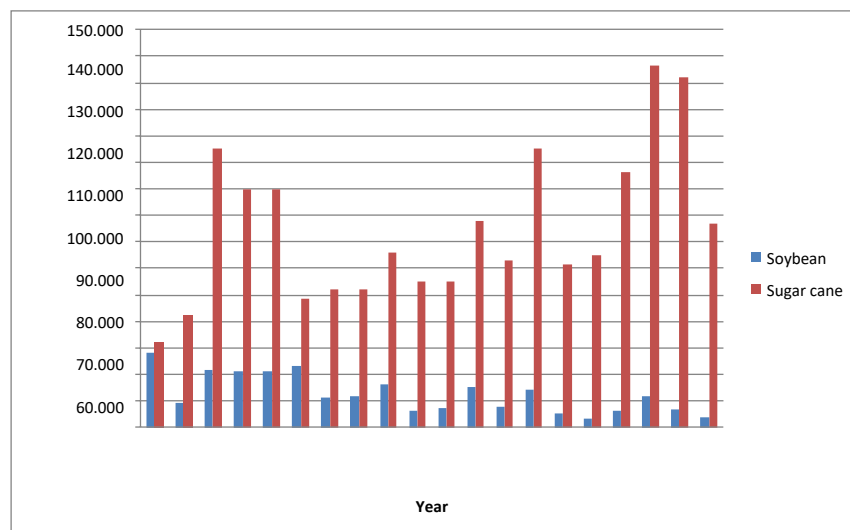
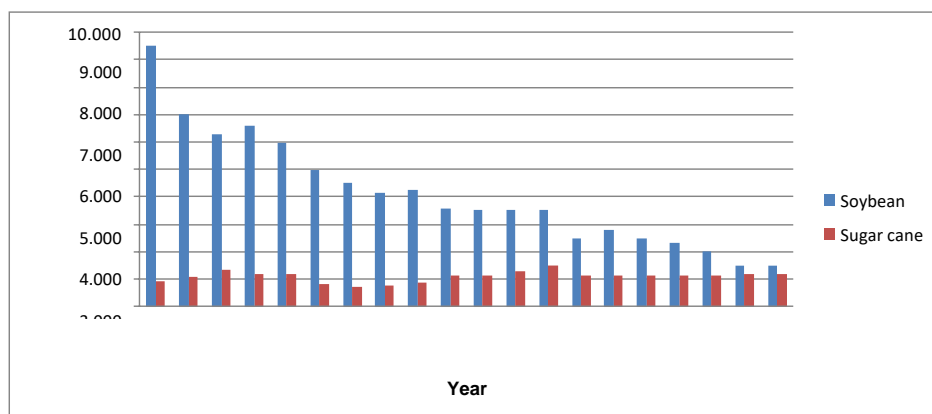
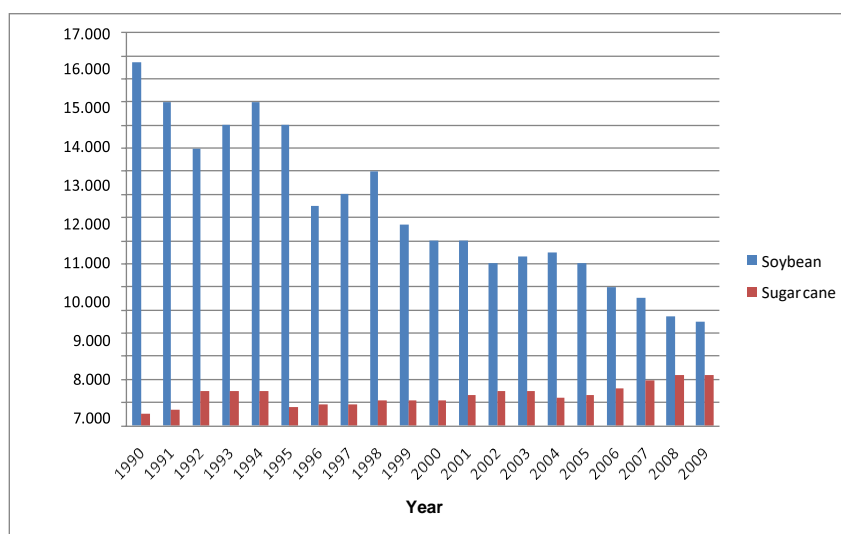


Figure 3: Soybean acreage and sugar cane in city 1



Source: IBGE (2010)

Figure 4: Soybean acreage and sugar cane in city 2



Source: IBGE (2010)

From the figures, it is possible to see that the soybean acreage fell substantially in cities 1 and 2. Figures 1 and 2 confirm the information given during interviews about the replacement of soybean planting sugarcane.

The average soybean yield in the Rio Grande do Sul State, between 1990 and 2009, was 1711.37 kg/ha, while, for comparison, in Paraná State it was 2588.52 kg/ha. In City 1, the average productivity in the same period was 958.84 kg/ha, and in City 2,

it was 1,377.52 kg/ha. City 1 has an average yield of 56% of the average of Rio Grande do Sul State, and 37% of the average productivity of Parana State. City 2, in turn, has an average production of 53.2% of the average of Parana State, and 80.5% of Rio Grande do Sul State.

Because soy did not perform well in these counties, the production of sugarcane for ethanol presented itself as an alternative with assured market. Besides that, it helped to boost the diversification of agricultural production of family farming.

4. DISCUSSION AND PROPOSALS TO IMPROVE ETHANOL PRODUCTION AND FAMILY FARMING

In order to analyze the economic impacts of possible scenarios, including sweet sorghum and new productivity of sugar cane, as well as prices for sugarcane and ethanol, the following criteria were established: the potential expansion of sorghum production was limited to the available area informed by the Ethanol Cooperative, i.e., about 4,500 ha. Based on this data, three scenarios were built, as described in Table 4.

Table 4: Scenario's description for ethanol production analysis

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Production of sugar cane (ton)	100,000 (current)	180,000	250,000
Sugar cane productivity (ton/ha)	70.7	70.7	70.7
Sugar cane productivity (sugar cane/ethanol)(l/ton)	71.82 (current)	71.82	71.82
Sugar cane price (R\$/ton)	40.00	40.00	40.00
Production of sorghum (ton)	89,000	160,000	136,000
Area occupied by sorghum (ha)	1,947	3,478	2,956
Sorghum stalk productivity (ton/ha)	46	46	46
Sorghum stalk total productivity (ton/year)	89,562	89,562	89,562
Productivity (sorghum-ethanol) (l/ton)	65.36	65.36	65.36
Cost of production of sorghum (R\$/ha)	830.00	830.00	830.00
Average area of sorghum production(ha)	2.5	2.5	2.5
Sorghum price for the producer (R\$/ton)	36.4	36.4	36.4
Ethanol price(R\$/l – UNICA 2010)	1.19	1.19	1.19
Cooperative participation in industrial GVA of City 1 (%)	108	193	222

Scenarios 1, 2 and 3 show a significant growth of value added in industrial GVA by the Cooperative, showing strong positive impacts. These scenarios do not quantify the impacts on GVA in services and in generating new jobs. On the other hand, it should be noted that while working with only sugar cane, within the six months the mill

does not produce ethanol, there is a reduction of around 70% of payroll. With the entry of sorghum as raw material, ethanol production will be held for a period of nine to ten months, reducing the idleness by 50%. It also allows the farmers to produce about 3.3 t/ha of grains and 15.5 t/ha of sorghum bagasse, totaling 18.8 tons/ha of high quality feed for *in natura* animal consumption.

Table 5 presents the scenarios showing the profitability for the producer offered by this insertion. This table took into account the productivity of sorghum as 46 t/ha, the productivity of sugarcane as 70.7 t/ha, the sorghum production cost as R\$ 830.00 /ha and the deployment of sugarcane (R\$ 2,357.45 /ha), considering 5 years of harvesting. This period of 5 years was considered because this is the recommended number of samples for each sugar cane field. After this period, the yield drops too much. The value adopted, of R\$ 40.00 per ton of sugarcane at the mill was provided by the Cooperative.

Table 5: Profitability Scenarios Project for producer

Cuts	Sorghum area I (ha)	Sugar cane area II (ha)	Sugar cane price III (R\$/ton)	Sorghum price IV (R\$/ton)	Total Sorghum profitability (I *46*IV)- (I*830,00) (R\$)	Sugar cane profitability *5ha (R\$)	Profitability total/year (R\$)
1	2.5	5	40.00	36.40	2,111.00	5,708.55	7,819.55
2	2.5	5	40.00	36.40	2,111.00	4,103.40	6,214.40
3	2.5	5	40.00	36.40	2,111.00	1,971.65	4,072.65
4	2.5	5	40.00	36.40	2,111.00	2,379.35	4,490.35
5	2.5	5	40.00	36.40	2,111.00	1,665.95	3,776.65

It can be observed from Table 5 that the inclusion of sorghum in the growing season increases the profitability of the producer in approximately 36.6% in the first cut, 50.8% in the second cut, third cut 100%, 87% in quarter and 123.00% in the fifth cut.

Considering the importance of ethanol production in the focus region for a cooperative system that directly affects two thousand one hundred and eighty people (family and cooperative cutters), some proposals and considerations are presented as possible way of improving the socioeconomic performance of this venture:

- Preparing the community to replace the manual cutting by mechanized one. The year 2014 was established by state environmental law as the deadline for this replacement, because of greenhouse gas effect. To do so, it is indispensable to provide technical and financial support for this activity, suggesting alternatives for income generation and employment for former sugarcane cutters;

- To formalize and to implement good governance principles and practices in the Cooperative, from the code proposed by the Brazilian Institute of Corporate Governance, as a mean of reducing costs and improving managerial skills;
- Investing in technical skills and managerial personnel in the Cooperative;
- To increase the value addition to by-products from power generation, animal feed, among other alternatives. The sugar cane provides effective financial inflow for the farmers, and provides, due the demand for labor that it requires, a greater diversification of agricultural production. The introduction of sweet sorghum can have effects on animal production, due the quality of bagasse and grains to be yielded.

Such purposes were presented to the Ethanol Cooperative, currently being evaluated and detailed into action plans.

5. FINAL REMARKS

It is quite clear from the results of the present work that the cooperative system used nowadays must be modified to guarantee more economical benefits to the cooperative associates and to the community. The results from the analysis indicate that the Ethanol Cooperative plays an important role for cities 1 and 2, not only by its contribution to the Agricultural GVA, but also as an actor integrated with other production cycles, providing inputs to them.

The Ethanol Cooperative also acts as a nucleator for several family farmers, providing identity to them. Besides ethanol production is low in Rio Grande do Sul State, it carries out an element of importance, which is its association to family farms. This bound is relevant in order to provide opportunities of revenue and work for farmers families and, sometimes, can also be associated to social inclusion. In order to improve the ethanol production and maintain such bounds, the proposed scenarios show that actions must be taken in a systemic view, by: providing training and other job opportunities to sugar cane cutters, in order to perform mechanized harvesting, as well as providing training to the Ethanol Cooperative members in order to professionalize its management and to develop, in association with universities and research institutes, other applications which allow to transform solid wastes into by-products, improving the value added to ethanol products.

Since this is an initial work, further factors will be discussed in future works, such as the influence of the scenarios discussed in this work in the social and environmental issues.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Ministry of Agrarian Development (MDA) and the Federation of Industries of Rio Grande do Sul State (FIERGS) for the opportunity of performing this research, and thank to CNPq for the Technological Development and Innovative Extension Researcher – DT grants.

REFERÊNCIAS

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO - BNDES; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE (Coord.). Bioetanol de cana de açúcar: Energia para o desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 316 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA - FEE. Valor Adicionado Bruto Total a Preço Básico – 2008. Disponível em: <[http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pg_pib_municipal_sh_vab_detalhes.php?id=2999&serie=1999-2008&titulo=Valor Adicionado Bruto Total&ano=2008&letra=P](http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pg_pib_municipal_sh_vab_detalhes.php?id=2999&serie=1999-2008&titulo=Valor%20Adicionado%20Bruto%20Total&ano=2008&letra=P)>. Acesso em: 17 jan. 2011.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA - FEE. Valor Adicionado Bruto da Indústria a Preço Básico – 2008. Disponível em: <[http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pg_pib_municipal_sh_vab_detalhes.php?id=2987&serie=1999-2008&titulo=Valor Adicionado Bruto da Indústria&ano=2008&letra=P](http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pg_pib_municipal_sh_vab_detalhes.php?id=2987&serie=1999-2008&titulo=Valor%20Adicionado%20Bruto%20da%20Industria&ano=2008&letra=P)>. Acesso em: 17 jan. 2011.

GRANATO, Eder Fonzar; SILVA, Celso Luiz. Geração de Energia Elétrica a partir do Resíduo Vinhaça. Programa de Pós Graduação em Engenharia Industrial: Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo. INSTITUTO EUVALDO LODI - IEL.

Desenvolvimento Conceitual do Método de Construção de Balanço Social Sistêmico para o Biodiesel. IEL - Núcleo Regional do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2010. 48p. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/brasil_em_sintese/tabelas/ipca.htm>. Acesso em: 17 jan 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Agrícola Municipal: Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=24&i=P>>. Acesso em: 17 jan 2011. MORENO, Camila; ORTIZ, Lúcia. Construindo a soberania energética e alimentar. 2007. Disponível em: <http://www.boell-latinoamerica.org/download_pt/Biocombustiveis2008_construindo_a_soberania_energetica_e_alimentar.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2010.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR – ÚNICA. Dados e Cotações. Disponível em: <http://www.unica.com.br/q10/>. Acesso em 11 nov. 2010.

VIAN, Carlos Eduardo Freitas. Mercado. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2010. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_68_711200516719.html>. Acesso em: 27 ago. 2010.

CAPÍTULO 6

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DO DESENVOLVIMENTO URBANO CATARINENSE

João Serafim Tusi da Silveira

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina
Endereço: Marechal Floriano, 1153 - Centro, Santo Ângelo - RS, Brasil
E-mail: joaotusi@hotmail.com

Lucas Veiga Ávila

Doutor em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria
Endereço: Av. Roraima, 1000, prédio 74C - Camobi, Santa Maria - RS, Brasil
E-mail: lucas.avila@ufsm.br

Rodrigo Belmonte da Silva

Doutorando em Administração - Universidad Nacional de Misiones
Instituição: Instituto Federal Farroupilha
Endereço: Vinte de Setembro, 2616 - Centro, São Vicente do Sul - RS, Brasil
E-mail: rodrigo.silva@iffarroupilha.edu.br

Rozelaine de Fátima Franzin

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Endereço: Adão Felipe Pippi, 90 - Esperança, Santo Ângelo - RS, Brasil
E-mail: rozelaine@santoangelo.uri.br

Ivete Linn Ruppenthal

Mestre em Gestão Estratégica de Organizações pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Instituição: Faculdade Horizontina
Endereço: Rua Amazonas, 237 – Jardim Vila Nova, Horizontina – RS, Brasil
E-mail: ivetelinnr@gmail.com

RESUMO: Desde fevereiro de 2005, os municípios, os estados e a sociedade civil brasileira engajaram-se na preparação de propostas para a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), a serem apreciadas no final daquele ano na 2ª Conferência Nacional das Cidades (CNC). Apesar de todo esse esforço de planejamento, a execução das ações ainda carece de avaliações do tipo inter-DMUs (Decision Making Units - unidades tomadoras de decisão), sejam elas a unidade federativa, a região, a organização, o programa ou o projeto, uma vez que nessa questão o processo avaliativo concentra-se no âmbito interno das DMUs. Por isso,

neste capítulo, propõe-se um modelo para análise comparativa de eficiência, aplicável entre DMUs, respaldado no referencial Furtadiano. Na área de política econômica, o modelo baseia-se nos objetivos da PNDU definidos na 1ª CNC. A partir dessas referências, sugerem-se os procedimentos metodológicos necessários para vincular os objetivos da PNDU aos produtos urbanos; para agregá-los por regressão canônica; para incluí-los no modelo econométrico de fronteira estocástica de eficiência; e para analisar alguns determinantes de eficiência técnica, por regressão Probit. A aplicação empírica compreende a estimação (com dados do ano de 2000) dos índices relativos de eficiência para cada um dos 248 municípios catarinenses amostrados. Os resultados obtidos não são conclusivos, pois a cobertura amostral/temporal não é suficiente para as respectivas inferências. Mesmo assim, especificou-se e testou-se, em caráter exploratório, os modelos teórico/empíricos (econômico e econométrico), reservando-se para pesquisas futuras a tarefa de validação. Constatou-se que a eficiência nas ações de desenvolvimento urbano nos municípios catarinenses mais eficientes, no ano de 2000, dependeu, em boa medida, dos níveis da atividade econômica dos setores primário e terciário. E, uma vez que a grande maioria dos municípios considerados mais eficientes estava integrada por municípios de porte médio a pequeno, é possível que nessas municipalidades, muitas delas com processos de urbanização em curso, tenha havido maior dedicação e zelo na aplicação dos recursos, do que nos municípios com urbanização mais adiantada e com economias industriais fortes. Também, verificou-se que no grupo dos municípios mais eficientes, o nível de eficiência relativa tendeu a ser maior diante do crescimento das transferências governamentais, do que nos menos eficientes. Isso reforça a hipótese de aplicação mais cuidadosa promovida pelos pequenos municípios. Já, os municípios mais ineficientes (de maior porte), tenderam a exibir maior ineficiência, comparativamente aos mais eficientes (de menor porte), na medida em que o governo lhes destinou maiores transferências, relativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Índices de Eficiência Técnica (SFA); Determinantes do Desenvolvimento Urbano; Economia Catarinense; Política Nacional de Desenvolvimento Urbano.

ABSTRACT: Since February 2005, Brazilian municipalities, states and civil society have been engaged in the preparation of proposals for the National Urban Development Policy (PNDU), to be considered at the end of that year at the 2nd National Conference of Cities (CNC). Despite all this planning effort, the execution of the actions still lacks inter-DMU (Decision Making Units) assessments, be they the federative unit, the region, the organization, the program or the project, since in this matter the evaluation process focuses on the internal scope of the DMUs. For this reason, this chapter proposes a model for comparative efficiency analysis, applicable between DMUs, supported by the Furtadian framework. In the area of economic policy, the model is based on the objectives of the PNDU defined in the 1st CNC. From these references, the methodological procedures necessary to link the objectives of the PNDU to urban products are suggested; to aggregate them by canonical regression; to include them in the econometric model of stochastic efficiency frontier; and to analyze some determinants of technical efficiency, using Probit regression. The empirical application comprises the estimation (with data for the year 2000) of the relative efficiency indices for each of the 248 municipalities in Santa Catarina sampled.

The results obtained are not conclusive, as the sample / time coverage is not sufficient for the respective inferences. Even so, the theoretical / empirical models (economic and econometric) were specified and tested in an exploratory manner, reserving the task of validation for future research. It was found that the efficiency of urban development actions in the most efficient municipalities in Santa Catarina, in 2000, depended, to a large extent, on the levels of economic activity in the primary and tertiary sectors. And, since the vast majority of municipalities considered more efficient were integrated by medium to small municipalities, it is possible that in these municipalities, many of them with ongoing urbanization processes, there was greater dedication and zeal in the application of resources, than in municipalities with earlier urbanization and with strong industrial economies. Also, it was found that in the group of the most efficient municipalities, the level of relative efficiency tended to be higher in view of the growth in government transfers, than in the less efficient ones. This reinforces the hypothesis of more careful application promoted by small municipalities. The most inefficient (larger) municipalities, on the other hand, tended to exhibit greater inefficiency, compared to the more efficient (smaller) municipalities, insofar as the government allocated relatively greater transfers to them.

KEYWORDS: Technical Efficiency of Urban Development; Economy of Santa Catarina; National Urban Development Policy; Econometric Analysis of the Stochastic Frontier.

1. INTRODUÇÃO

São bastante conhecidos e difundidos os esforços do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) na produção de metodologias para avaliar o desempenho de DMU's da esfera pública, entendendo-se como DMU o Município, o Estado, o Distrito Federal, a União, a região, a organização pública, o programa, o projeto, a ação de governo, etc – enfim, qualquer unidade tomadora de decisão de natureza pública envolvida com o desenvolvimento urbano.

Nessa ótica de atuação, estão o Instrumento de Auto-Avaliação da Gestão Pública, elaborado com base nos princípios e conceitos da Gestão Pública pela Qualidade e alinhado às diretrizes do Plano Avança Brasil; a Metodologia de Avaliação de Programas Sociais desenvolvida no âmbito do Programa de Apoio à Gestão Social no Brasil (PAGS); e a Avaliação dos Resultados dos Sistemas de Informação. É importante perceber que todos estes instrumentos são dirigidos para dentro das DMU's, ou seja, para a avaliação de desempenho de cada uma individualmente.

No presente trabalho, trata-se exclusivamente da avaliação comparativa de eficiência entre DMU's. Esta delimitação tem três motivos principais. Primeiro, porque a análise intra- DMU's está suficientemente desenvolvida e institucionalizada pelo MPOG. Segundo, porque, ao contrário da eficácia, a eficiência não requer a

consideração das regras iniciais de alocação de recursos adotadas pelas DMU's. E, terceiro, porque a eficiência integra o rol dos princípios da Administração Pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (Emenda Constitucional nº 19/98).

Por conseguinte, a análise de eficiência comparativa entre DMU's responsáveis pelo desenvolvimento urbano, é desenvolvida aqui com base em um modelo econômico com elementos da análise Furtadiana, que é estimado através da econometria de fronteiras estocásticas (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*).

A escolha deste modelo econômico de análise está influenciada pelos desdobramentos da política econômica do governo federal, principalmente os projetos de recriação da Sudene, da Sudam e da Sudeco; os avanços da política de integração nacional e desenvolvimento regional conduzida pelo Ministério da Integração Nacional; a inclusão no PPA de programas vinculados com ações regionais explícitas; e o aparecimento dos defensores do mercado interno como fator dinâmico para uma nova etapa de crescimento.

Quanto ao modelo quantitativo proposto, a análise SFA, configura um ferramental de recentíssima geração que permite estimar funções de produção de fronteira estocástica de eficiência, cujos múltiplos produtos podem ser agregados por regressão canônica. O método de envelopamento de dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), que também tem sido amplamente utilizado na análise comparativa de eficiência, não sofre restrição para processar múltiplos produtos, porém é baseado em programação matemática, sendo essencialmente determinístico.

Assim sendo, o presente trabalho objetiva especificar, estimar e testar um modelo de fronteira estocástica de eficiência técnica para os municípios catarinenses através do método SFA e analisar alguns de seus determinantes principais, com a finalidade de prospectar aspectos de interesse para a formulação de políticas de desenvolvimento urbano.

2. MODELO PARA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO URBANO CATARINENSE

A posse do novo presidente da República em 2003 trouxe à tona as idéias originais de Celso Furtado sobre as implicações do mercado interno e da questão regional no crescimento e desenvolvimento do país.

Embarcando nessa senda Mendes e Teixeira (2004) fazem uma releitura de Furtado do ponto de vista de um entendimento da evolução “histórico-regional-

estrutural” do (sub) desenvolvimento brasileiro, bem como de suas idéias originais, até hoje atuais e ainda não totalmente aplicadas.

Para os referidos pesquisadores, uma clara mensagem que perpassa toda a obra de Furtado é a de que para superar o subdesenvolvimento, além do crescimento econômico é preciso vencer as desigualdades regionais de renda, produto, educação, salário, saúde etc. Com a redução dessas distorções, se ampliaria a capacidade do mercado interno que se tornaria uma fonte dinâmica de desenvolvimento econômico sustentável.

Além disso, eles ponderam que no novo cenário político brasileiro é maior a aceitação da importância de contar com um ambiente institucional favorável e de levar em conta aspectos específicos ao contexto brasileiro (*dynamic capability*), aspectos sempre contemplados nas análises de Furtado.

Outro resultado desses novos ares é o reconhecimento do rumo errático tomado pelas políticas do governo federal para o desenvolvimento urbano (com excessivo destaque para habitação e saneamento). Foi durante a vigência desse equívoco histórico que as cidades mais se expandiram e que seus problemas mais se agravaram. Todavia, nem assim elas passaram a ser vistas como essenciais para o crescimento econômico ou para o desenvolvimento do país. Essa é uma constatação surpreendente, pois é nas metrópoles onde se produz a maior parte do PIB brasileiro.

Na sociedade contemporânea, que é antes de tudo uma sociedade urbana, as cidades constituem vetor decisivo do processo de desenvolvimento. Visto sob essa ótica, o financiamento ao desenvolvimento urbano, longe de ser uma alocação de recursos compensatórios, é uma condição *sine qua non* da própria continuidade do crescimento econômico que teve sua retomada em 2004 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

De acordo com essas concepções, para superar o subdesenvolvimento, além de crescer em termos econômicos, tem-se que vencer as desigualdades regionais, ampliar a capacidade do mercado interno e contar com suficiente *dynamic capability* como fonte dinâmica de desenvolvimento econômico sustentável.

Esse modelo econômico, para fins da presente análise, é conduzido sob o enfoque de uma função de produção de fronteira estocástica, considerando o erro adicional da variável, V_j , adicionado à variável aleatória não-negativa,

$$U_j y_j = f (X_j; \beta) \exp (V_j + U_j) \quad (1)$$

onde y representa um vetor de “produtos (bens e serviços) urbanos”, doravante designados abreviadamente por PURB; X é um vetor de insumos (fatores de produção) e de características técnicas; β é um vetor de parâmetros a ser estimado; A variável aleatória V_i contabiliza erros e outros fatores aleatórios, tais como efeitos de clima, greves, etc. no valor da variável de produção, em conjunto com efeitos combinados das variáveis de insumos não especificadas na função de produção – este termo é independente e identicamente distribuído e tem distribuição normal com média zero e variância constante; e U_i está definida na seção 2.1 adiante. Em todas as variáveis, o subscrito i indexa a DMU ($i = 1, \dots, I$).

De acordo com a formulação explicitada em (1), o vetor de produto y é integrado por um conjunto de bens e serviços urbanos. Para definir esses produtos, considera-se o desenvolvimento urbano como a melhoria das condições materiais e subjetivas de vida nas cidades, com diminuição da desigualdade social e garantia de sustentabilidade ambiental, social e econômica. Ao lado da dimensão quantitativa da infra-estrutura, dos serviços e dos equipamentos urbanos, o desenvolvimento urbano envolve também uma ampliação da expressão social, cultural e política do indivíduo e da coletividade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Desse modo, não se está tratando das políticas sociais, de um modo geral, mas daquelas que estão relacionadas ao ambiente urbano. Através desse novo recorte, o desenvolvimento urbano envolve a habitação, o saneamento ambiental, a mobilidade urbana, o trânsito e as políticas fundiária, imobiliária, de capacitação e de informações.

Assim sendo, a escolha de quais PURBs devem ser considerados na função de desenvolvimento urbano, é embasada na Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), cuja formulação aqui adotada foi aprovada por 2510 delegados presentes à 1ª Conferência Nacional das Cidades realizada, em 2003.

Para fins deste trabalho, o que importa é a dimensão mais operacional da PNDU, que são os seus objetivos. Mais especificamente, o que deve ser feito para atingi-los, ou seja, os objetivos específicos. Tudo isso está discriminado sinteticamente na Tabela 1.

Tabela 1: Objetivos da Polícia Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU)

OBJETIVOS GERAIS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
OB1 Redução do déficit habitacional	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Reduzir o déficit em áreas urbanas e rurais; e ☐ Acesso à moradia digna.
OB2 Acesso universal ao saneamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Abastecimento de água em condições adequadas; ☐ Coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos, resíduos sólidos e emissões gasosas; ☐ Controle do excesso de ruídos; e ☐ Drenagem de águas pluviais e o controle de vetores.
OB3 Gestão integrada e sustentável da política de saneamento	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Garantir a qualidade e a quantidade da água para o abastecimento público; ☐ Elevar a qualidade dos serviços de água e esgoto; ☐ Reduzir as perdas no abastecimento e conservar a água; ☐ Prevenir enchentes urbanas e ribeirinhas; ☐ Aumentar a eficiência dos serviços de limpeza pública; ☐ Promover a sustentabilidade dos serviços de limpeza pública e a inserção social dos catadores; ☐ Estimular a redução, a reciclagem e a coleta seletiva de resíduos sólidos; e ☐ Investir em: reaproveitamento de resíduos; educação sócio- ambiental; sensibilização para novas práticas; monitoramento de resíduos sólidos; tecnologias sociais e ambientalmente sustentáveis; erradicação dos lixões e do trabalho de crianças e adolescentes e sua inclusão escolar; implantação da coleta seletiva com inclusão social; mini centrais de reciclagem.
OB4 Mobilidade urbana com segurança	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Priorizar o transporte coletivo e os não-motorizados; ☐ Priorizar o pedestre e privilegiar a circulação de pessoas com mobilidade reduzida; ☐ Melhorar as condições do trânsito; e ☐ Prevenir a ocorrência e reduzir a violência e a morbi-mortalidade decorrente de acidentes.
OB5 Qualidade ambiental Urbana	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Melhorar a qualidade ambiental urbana; ☐ Estimular o equilíbrio entre áreas verdes e áreas construídas.
OB6 Planejamento e gestão territorial	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Promover a melhoria do planejamento e gestão territorial; ☐ Elaborar diretrizes de um pacto de gestão para antes e durante a revisão e/ou elaboração de planos diretores.
OB7 Diversificação de agentes promotores e	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Incentivar a participação de agentes promotores e financeiros; e ☐ Apoiar cooperativas e associações comunitárias de autogestão em
OBJETIVOS GERAIS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
OB1 Redução do déficit habitacional	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Reduzir o déficit em áreas urbanas e rurais; e ☐ Acesso à moradia digna.
OB2 Acesso universal ao saneamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Abastecimento de água em condições adequadas; ☐ Coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos, resíduos sólidos e emissões gasosas; ☐ Controle do excesso de ruídos; e ☐ Drenagem de águas pluviais e o controle de vetores.
OB3 Gestão integrada e sustentável da política de saneamento	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Garantir a qualidade e a quantidade da água para o abastecimento público; ☐ Elevar a qualidade dos serviços de água e esgoto; ☐ Reduzir as perdas no abastecimento e conservar a água; ☐ Prevenir enchentes urbanas e ribeirinhas; ☐ Aumentar a eficiência dos serviços de limpeza pública; ☐ Promover a sustentabilidade dos serviços de limpeza pública e a inserção social dos catadores; ☐ Estimular a redução, a reciclagem e a coleta seletiva de resíduos sólidos; e ☐ Investir em: reaproveitamento de resíduos; educação sócio- ambiental; sensibilização para novas práticas; monitoramento de resíduos sólidos; tecnologias sociais e ambientalmente sustentáveis; erradicação dos lixões e do trabalho de crianças e adolescentes e sua inclusão escolar; implantação da coleta seletiva com inclusão social; mini centrais de reciclagem.

OB4 Mobilidade urbana com segurança	<ul style="list-style-type: none"> ⌌ Priorizar o transporte coletivo e os não-motorizados; ⌌ Priorizar o pedestre e privilegiar a circulação de pessoas com mobilidade reduzida; ⌌ Melhorar as condições do trânsito; e ⌌ Prevenir a ocorrência e reduzir a violência e a morbi-mortalidade decorrente de acidentes.
OB5 Qualidade ambiental Urbana	<ul style="list-style-type: none"> ⌌ Melhorar a qualidade ambiental urbana; ⌌ Estimular o equilíbrio entre áreas verdes e áreas construídas.
OB6 Planejamento e gestão territorial	<ul style="list-style-type: none"> ⌌ Promover a melhoria do planejamento e gestão territorial; ⌌ Elaborar diretrizes de um pacto de gestão para antes e durante a revisão e/ou elaboração de planos diretores.
OB7 Diversificação de agentes promotores e	<ul style="list-style-type: none"> ⌌ Incentivar a participação de agentes promotores e financeiros; e ⌌ Apoiar cooperativas e associações comunitárias de autogestão em

2.1 MODELO ECONOMÉTRICO

Na construção da fronteira de produção de desenvolvimento urbano agregada, pressupõe-se que existiam n DMU's, utilizando um vetor de insumos $X \in \mathfrak{R}_{++}^m$ para produzir um produto de desenvolvimento urbano escalar agregado $y \in \mathfrak{R}_{++}$, com um vetor de preços finais $PF = (pf_1, \dots, pf_p) \in \mathfrak{R}_{++}^p$ e tecnologia Cobb-Douglas dada pela seguinte função de produção de desenvolvimento urbano agregada de fronteira estocástica

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln x_{ki} + (V_i + U_i) \quad (2)$$

onde β_0 é o coeficiente de interseção estimado; β_k é o k -ésimo parâmetro a estimar; e $U_i \leq 0$ é o indicador de ineficiência técnica da i -ésima DMU.

A fronteira estocástica de produção de desenvolvimento urbano agregado correspondente à (2) é $\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln x_{ki} + V_i \right)$

Esta fronteira é determinada pela fronteira determinística, $\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln x_{ki} \right)$ e por acontecimentos externos que estão fora do controle do gestor/produzidor (V_i).

Enquadrando-a na forma geral, define-se a eficiência técnica de cada DMU, como sendo

$$\ln ET_i = \ln y_i - \left(\beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln x_{ki} + V_i \right) = U_i \quad \therefore ET_i = e^{U_i} \quad (3)$$

Para se agregar os bens e serviços de desenvolvimento urbano por intermédio dos coeficientes de correlação canônica, o processo de produção é especificado na

forma implícita como $\sum_{q=1}^p \alpha_q = 0$, com $\sum_{k=1}^m \beta_k$ produtos e $\sum_{i=1}^n$ insumos.

Para fins de estimação, restringe-se a função para satisfazer a forma funcional $g(Y_i) = f(X_i)$, cujas funções $Y_i = (y_1, \dots, y_p)$ de transformação $X_i = (x_1, \dots, x_m)$ função de produção múltipla, respectivamente, da i -ésima DMU que produz p bens Y_i . Usando m tipos de insumos X_i , ela busca minimizar o custo total de produção, transformando os bens em produtos com o objetivo de maximizar a sua receita total (RAO, 1969).

Para modelar esta formulação, define-se a função Cobb-Douglas na forma estendida, como sendo

$$\sum_{q=1}^p \alpha_q \ln y_{qi} = \beta_{0cca} + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln x_{ki} + \varepsilon_i \quad (4)$$

Após estimar esta equação por correlação canônica, agrega-se o produto por meio da operação $\sum_{q=1}^p \hat{\alpha}_q \ln y_{qi}$ onde $\hat{\alpha}_q$ é o q -ésimo coeficiente canônico estimado.

Então fazendo $\ln y_i = \sum_{q=1}^p \hat{\alpha}_q \ln y_{qi} = \ln y_i$ retorna-se à equação (2) para estimá-la pelo

método da máxima verossimilhança (*Maximum Likelihood Estimates – MLE*).

3. APLICAÇÃO AO CASO DOS MUNICÍPIOS CATARINENSES

A aplicação do modelo de análise definido na seção 2 começa pela especificação das variáveis e dados componentes da equação 2.

Para isso, tem-se de associar bens e serviços, ou seja, produtos urbanos (PURB's) aos objetivos da PNDU (Tabela 1), bem como identificá-los com as variáveis do modelo econométrico. Esta tarefa (Tabela 2) foi possível graças às seguintes fontes de dados: SNIU (Sistema Nacional de Indicadores Urbanos), ATLAS (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil), SIM (Sistema de Informações sobre Mortalidade), STN (Secretaria do Tesouro Nacional), CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina SA), FECAM (Federação Catarinense de Municípios), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e CEF (Caixa Econômica Federal).

Todas as variáveis da Tabela 2 têm tendência monotônica, ou seja, a sua variação para uma situação melhor, sempre repercute favoravelmente sobre o agregado canônico que se está estimando.

No caso das *dummies*, é atribuído o valor 1 para a condição benéfica e zero para a indesejada. Isso significa que se o coeficiente da *dummy* é significativo, e para

um município qualquer ele assume o valor 1, o produto canônico é impactado positivamente. No caso contrário, quando a *dummy* é zero, o produto canônico não sofre nenhum impacto positivo.

Há casos em que a variável serve para atender mais de um objetivo da PNDU. Então, ela aparece mais vezes, porém sempre com a mesma titulação.

Muitas dessas relações cruzadas não estão explicitadas na Tabela 2. Além de bastante complexo e exaustivo, este detalhamento é desnecessário porque todas as combinações possíveis são testadas na regressão canônica. Por outro lado, essas interações envolvem relações já bastante estudadas e conhecidas como, por exemplo, “Ampliar o acesso à escola e a qualidade da educação reduz a pobreza, melhora a distribuição de renda e gera cidadania”, e assim por diante.

A grande variedade de itens que surgiram, é função do uso da nova concepção de desenvolvimento urbano consubstanciada na PNDU de 2003, em substituição à visão anterior centrada maciçamente em habitação e saneamento.

Conhecidos os produtos/variáveis possíveis para indicar o cumprimento dos objetivos da PNDU, o passo seguinte é identificar quais estatísticas podem representar os diferentes fatores de produção para realização da produção urbana, bem como as respectivas fontes de dados (Tabela 3).

Na definição do fator capital físico, adota-se o enfoque pelo lado do seu uso, não do seu estoque. Assim, pode-se considerar que para produzir quase todos os bens e serviços urbanos precisa-se utilizar energia elétrica. A construção civil usa muita energia elétrica para produzir habitações para moradia e trabalho, para conforto, lazer e saúde. A energia elétrica utilizada nas praças, logradouros, parques, enfim na iluminação pública é um importante indicador de segurança. E assim por diante. Portanto, é aceitável que o consumo de energia elétrica represente de forma agregada o uso do estoque de capital físico necessário para produzir os bens e serviços urbanos.

Tabela 2: Objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, Produtos Urbanos relacionados e variáveis representativas – Santa Catarina, 2000

Objetivos da PNDU	Produtos de desenvolvimento urbano relacionados		Modelo econométrico	
	Estatísticas	Fontes	Variável	Unidade de medida
OB1 Redução do déficit Habitacional	▮ Domicílios particulares permanentes próprios - 2000;	SNIU	y ₁	%
	▮ Existência de favelas ou assemelhados – 1999;	SNIU	y ₂	sim(0)/não(1)
	▮ Existência de cortiços - 1999;	SNIU	y ₃	sim(0)/não(1)
	▮ Habitação em área de risco - 1999;	SNIU	y ₄	sim(0)/não(1)
	▮ Programas na área de habitação - 1999;	SNIU	y ₅	sim(1)/não(0)
	▮ IDH-Renda - 2000;	SNIU	y ₆	0 a 1
	▮ % de pessoas que vivem em domicílios e terrenos próprios e quitados – 2000; e	ATLAS	y ₇	%
	▮ % recíproca de pessoas que vivem em domicílios com densidade > 2 - 2000.	ATLAS	y ₈	%
OB2 Acesso universal ao saneamento ambiental	▮ Domicílios particulares permanentes com acesso à rede geral d'água - 2000;	SNIU	y ₉	%
	▮ Domicílios com banheiro ou sanitário e acesso à rede geral de esgoto - 2000; e	SNIU	y ₁₀	-
	▮ Domicílios particulares permanentes com acesso ao serviço de coleta de lixo - 2000.	SNIU	y ₁₁	%
OB3 Gestão integrada e Sustentável da política de saneamento	▮ IDH-Educação - 2000;	SNIU	y ₁₂	0 a 1
	▮ IDH-Longevidade - 2000;	SNIU	y ₁₃	0 a 1
	▮ Programas de geração de trabalho e renda - 1999;	SNIU	y ₁₄	sim(1)/não(0)
	▮ Recebimento de auxílio do programa comunidade solidária - 1999;	SNIU	y ₁₅	sim(1)/não(0)
	▮ % de 7 a 14 anos frequentando o fundamental - 2000;	ATLAS	y ₁₆	%
	▮ Esperança de vida ao nascer - 2000;	ATLAS	y ₁₇	%
	▮ Mortalidade até cinco anos de idade - 2000; e	ATLAS	y ₁₈	anos
OB4 Mobilidade urbana com Segurança	▮ Posição com relação ao número de mortes por causas de transporte – 2000; e	SIM	y ₁₉	acima(0)/ab(1)
	▮ Despesas com transporte em relação à despesa total – 2000.	STN	y ₂₀ y ₂₁	acima(0)/ab(1) %
OB5 Qualidade	▮ Consumo de energia elétrica (kwh) para iluminação pública por habitante da área urbana – 2000; e ▮ Consumo de energia elétrica (kwh) para iluminação	Celesc e SNIU	y ₂₂	Kwh/hab.

Objetivos da PNDU	Produtos de desenvolvimento urbano relacionados		Modelo econométrico	
	Estatísticas	Fontes	Variável	Unidade de medida
ambiental urbana	pública em relação ao consumo residencial - 2000.	Celesc	y ₂₃	%
OB6 Planejamento e gestão territorial	▮ Plano Diretor – 1999	SNIU	y ₂₄	sim(1)/não(0)

OB7 Diversificação de agentes promotores e financeiros	⌌ Recebimento de auxílio do programa comunidade solidária - 1999; e ⌌ Programas na área de habitação - 1999.	SNIU SNIU	y ₁₅ y ₅	sim(1)/não(0) sim(1)/não(0)
OB8 Estatuto da cidade	⌌ IDH-Total - 2000.	SNIU	y ₂₅	0 a 1
OB9 Democratização do acesso à informação	⌌ Disponibilidade de website oficial do município - 2000; e ⌌ % de pessoas que vivem em domicílios com computador - 2000.	FECAM ATLAS	y ₂₆ y ₂₇	sim(1)/não(0) %
OB10 Geração de emprego, trabalho e renda	⌌ Programas de geração de trabalho e renda - 1999; ⌌ Recebimento de auxílio do programa comunidade solidária - 1999; ⌌ Programa de capacitação profissional - 1999; ⌌ Atração de atividades econômicas - 1999; ⌌ IDH-Renda - 2000; ⌌ Índice de Gini - 2000; ⌌ % de enfermeiros com curso superior - 2000; ⌌ % de professores do fundamental com curso superior - 2000; ⌌ % de pessoas que vivem em domicílios com pelo menos três dos seguintes bens: carro, geladeira, televisão e telefone - 2000; e ⌌ PIB total - 2000.	SNIU SNIU SNIU SNIU ATLAS ATLAS ATLAS ATLAS ATLAS IBGE	y ₁₄ y ₁₅ y ₂₈ y ₂₉ y ₃₀ y ₃₁ y ₃₂ y ₃₃ y ₃₄ y ₃₅	sim(1)/não(0) sim(1)/não(0) sim(1)/não(0) sim(1)/não(0) 0 a 1 0 a 1 % % % % R\$

Fonte: (Sistema Nacional de Indicadores Urbano), ATLAS (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil), SIM (Sistema de Informações sobre Mortalidade), STN (Secretaria do Tesouro Nacional), CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A), FECAM (Federação Catarinense de Municípios) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Por seu turno, o índice de variação do investimento real *per capita* (2000/1999) destina-se a verificar eventuais aumentos de capacidade instalada, admitindo-se uma relação capital/produto constante (REZENDE, 2001).

O capital humano também está contemplado com a inclusão de variáveis associadas à qualificação e à qualidade da mão-de-obra, em termos de saúde e de educação.

Para quantificar o contingente de trabalhadores, além do número da população economicamente ativa, lança-se mão da massa salarial movimentada em cada setor da economia. Para isso, utilizam-se como *proxies* os valores adicionados.

Tabela 3: Fatores de produção para realizar os produtos urbanos e respectivos variáveis representativas – Santa Catarina, 2000

Fatores gerais	Fatores específicos		Modelo econométrico	
	Estatísticas	Fonte dados	Variável	Unidade de medida
CAPITAL FÍSICO	⌋ Consumo residencial de energia elétrica - 2000;	CELESC CELESC CELESC CELESC CELESC CELESC Stn/Ibge	x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7	Kwh kwh kwh kwh kwh Kwh Índice base 1
	⌋ Consumo industrial de energia elétrica - 2000;			
	⌋ Consumo comercial de energia elétrica - 2000;			
	⌋ Consumo rural de energia elétrica - 2000;			
	⌋ Cons. de energia elétrica do poder público e do serviço público-2000;			
	⌋ Consumo de energia elétrica para iluminação pública - 2000; e			
	⌋ Índice de variação do investimento real <i>per capita</i> - 2000/1999.			
CAPITAL HUMANO	⌋ Média de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais – 2000;	ATLAS ATLAS Stn/Ibge	x_8 x_9 x_{10}	Ano % R\$/hab.
	⌋ % recíproca 15 anos ou mais analfabetas – 2000; e			
	⌋ Gastos reais em saúde e educação <i>per capita</i> – 99 e 2000.			
TRABALHO	⌋ População total com 16 a 65 anos – 2000;	SNIU IBGE IBGE IBGE	x_{11} x_{12} x_{13} x_{14}	hab. R\$mil R\$mil R\$mil
	⌋ Valor adicionado da agropecuária - 2000;			
	⌋ Valor adicionado da indústria - 2000; e			
	⌋ Valor adicionado dos serviços - 2000.			
OUTROS FATORES	⌋ Área do município - 2000;	SNIU SNIU STN	x_{15} x_{16} x_{17}	km ² Ano Índice base 1
	⌋ Anos desde a instalação do município - 2000; e			
	⌋ Relação entre despesas de pessoal e outras despesas correntes – 2000.			

Fonte: SNIU (Sistema Nacional de Indicadores Urbano), ATLAS (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil), STN (Secretaria do Tesouro Nacional), CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Como outros fatores incluem-se a área e a idade do município e a relação entre despesas de pessoal e outras despesas correntes. Neste último caso, busca-se captar aumentos na qualidade dos serviços urbanos, os quais são representados pela ocorrência de resultados menores do que zero (REZENDE, 2001).

Para identificação de fatores explicativos dos índices de eficiência técnica calculados, selecionaram-se (*a priori*) alguns itens presumivelmente impactantes (Tabela 4).

Tabela 4: Fatores presumidamente determinantes da eficiência e respectivos variáveis representativas – Santa Catarina, 2000

Determinantes da eficiência		Modelo econométrico	
Estatísticas	Fonte dados	Variável	Unid. de medida
▮ Predominância no valor adicionado da agropecuária - 2000;	IBGE	z ₁	sim(1)/não(0)
▮ Predominância no valor adicionado dos serviços - 2000;	IBGE	z ₂	sim(1)/não(0)
▮ Predominância no valor adicionado da indústria - 2000;	IBGE	z ₃	sim(1)/não(0)
▮ Maior valor adicionado na agropecuária - 2000;	IBGE	z ₄	sim(1)/não(0)
▮ Maior valor adicionado na indústria - 2000;	IBGE	z ₅	sim(1)/não(0)
▮ Maior valor adicionado (VA) nos serviços - 2000;	IBGE	z ₆	sim(1)/não(0)
▮ Equilíbrio entre o VA da agropecuária e da indústria – 2000;	IBGE	z ₇	sim(1)/não(0)
▮ Equilíbrio entre o VA da agropecuária e dos serviços - 2000;	IBGE	z ₈	sim(1)/não(0)
▮ Equilíbrio entre o VA da indústria e dos serviços - 2000;	IBGE	z ₉	sim(1)/não(0)
▮ Equilíbrio entre o valor adicionado dos três setores - 2000;	IBGE	z ₁₀	sim(1)/não(0)
▮ Taxa de urbanização - 2000.	SNIU	z ₁₁	%
▮ Financiamentos da CEF ao desenvolvimento urbano – 1999 e 2000;	CEF	z ₁₂	R\$
▮ Amortização da dívida com relação à despesa total realizada - 2000;	STN	z ₁₃	R\$
▮ Investimento total em relação à receita líquida real - 2000;	STN	z ₁₄	R\$
▮ Receita própria per capita - 2000;	STN/SNIU	z ₁₅	R\$/hab.
▮ % da renda proveniente de transferências governamentais - 2000;	ATLAS	z ₁₆	%
▮ % da renda proveniente de rendimentos do trabalho – 2000; e	ATLAS	z ₁₇	%
▮ % de pessoas com mais de 50% da renda provenientes de transferências governamentais – 2000.	ATLAS	z ₁₈	%

Fonte: SNIU (Sistema Nacional de Indicadores Urbano), ATLAS (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil), STN (Secretaria do Tesouro Nacional), CEF (Caixa Econômica Federal) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

As participações do valor adicionado, em cada uma das situações examinadas (Tabela 4), seguem os mesmos procedimentos de cálculo utilizados pelo IBGE.

Os financiamentos da Caixa Econômica Federal (CEF) foram extraídos do sítio da instituição e constituem-se de todos os montantes contratados em 1999 (a preços de 2000) e em 2000, em todas as rubricas consignadas como programas de desenvolvimento urbano. No sítio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) não foram encontrados registros de aplicações nesses dois anos, em nenhuma linha equivalente às computadas para a CEF.

As variáveis referentes à amortização e ao investimento são as correntemente manipuladas no acompanhamento da gestão fiscal.

Com as demais variáveis, procura-se saber qual a influência sobre a eficiência advinda da maior ou menor disponibilidade de recursos próprios e da estrutura de apropriação da renda pessoal disponível.

3.1 ESTIMAÇÃO E VERIFICAÇÃO

Para se obter os dados referentes ao ano censitário de 2000, recorreu-se às fontes discriminadas nas tabelas 2, 3 e 4. O levantamento resultou em planilhas Excel com 35 colunas de variáveis produto (Tabela 2), 17 colunas de variáveis insumos (Tabela 3) e 18 colunas de variáveis explicativas da ineficiência técnica (Tabela 4) – todas com 293 linhas de observações referentes a cada município catarinense amostrado. Isso, juntamente com as planilhas auxiliares de processamento, ultrapassou 20 mil células, ou seja, dados numéricos.

Caso estivesse disponível uma série temporal, o modelo de estimação poderia ser o de Battese e Coelli (1995) em que a eficiência é expressa como uma função de variáveis específicas, inclusive a “tendência temporal”, e um termo aleatório. Esse modelo ao atribuir estrutura à eficiência técnica, permitiria discriminar os deslocamentos da fronteira dos que são relacionados (ou não) ao uso da melhor prática produtiva (*best practice*).

As principais vantagens disso seriam relaxar a hipótese de níveis de eficiência técnica e fronteira tecnológica invariantes no tempo; e – incluindo na equação de ineficiência uma variável *proxy* das diferenças de porte entre os municípios – evitar a intratabilidade que se enfrentaria ao permitir variâncias não constantes em ambos os componentes V_{it} e U_{it} (WANG, 2002).

A tarefa de quantificação iniciou pela agregação do produto urbano (PURB). O produto de cada município foi estimado através da equação canônica (4), usando o *software* statistiXL version 1.5 (2005).

É importante notar que o PURB representa “a quantidade” de produto elaborada em cada município. Essa quantidade é adimensional. Não tem unidade de medida específica, porém expressa as diferenças de esforço produtivo. Por isso, ao se transformar o *quantum* canônico em índice, fica mais compreensível a sua utilização.

Na falta de dados temporais, conforme já comentado, aplicou-se na verificação do modelo definido na seção 2, a formulação de Battese e Coelli (1988) para painel – fazendo T , que é o número de períodos de tempo, ser igual a 1. Desse modo, retorna-se ao *cross-section* original de componentes do erro, com os resíduos de ineficiência distribuídos semi-normalmente (AIGNER et al., 1977).

As funções de produção de fronteira estocástica do tipo Cobb-Douglas misto (2), foram estimadas por MLE através do programa Frontier 4.1c (Coelli, 1996). Este *software* segue a parametrização de Battese e Corra (1977), em termos de $\gamma = \sigma_v^2 / \phi^2$ e de $\sigma^2 = \gamma \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ em que γ é um indicador da influência do componente uni-caudal σ_v^2 sobre a variância global σ^2 , pois mede a importância relativa do termo de ineficiência no ajustamento do modelo. As estimativas desse parâmetro assumem valores entre 0 e 1. Quando $\gamma = 0$, os efeitos de ineficiência não tem relevância para análise; quando $\gamma = 1$, os efeitos de ineficiência são relevantes.

Essa parametrização traz vantagens durante a estimação por MLE, porque o espaço do parâmetro γ pode ser pesquisado, a partir de um valor inicial apropriado, segundo o algoritmo de otimização.

Nesse contexto, o ajustamento preferível é o que apresenta o maior valor para γ , desde que estatisticamente significativo, bem como todos os demais coeficientes. Também, é preciso que todos os sinais dos coeficientes estejam de acordo com a teoria econômica. Uma função de produção com esses resultados, certamente é de fronteira estocástica e gera índices de eficiência técnica para cada DMU com base nessa fronteira.

Assim, a partir da especificação inicial com todas as variáveis explicativas, realizaram-se várias estimações tipo *stepwise* na busca das estimativas dos coeficientes da função de fronteira. Na especificação intermediária com sete regressores, o modelo já estava na rota de convergência com o valor de *t-ratio* de 14,699 (e $\gamma = 0,841$), enquanto que na função final subiu para apenas 15,644 (com gama igual a 0,854).

Os coeficientes beta 1 a beta 17 estão associados às variáveis X_1 a X_{17} , respectivamente. Todos os coeficientes de regressão da função de fronteira (inclusive γ) são estatisticamente significantes a 1% e têm sinais de acordo com o esperado. Pela magnitude das estatísticas t , infere-se que a eficiência técnica é mais sensível às variações em x_{11} . Em segundo plano, vem x_{17} seguida de x_1 .

Na verificação da multicolinearidade, utilizou-se o critério do fator inflação de variância (FIV), conforme recomendado por Gujarati (2000), constatando-se a ausência do problema de multicolinearidade.

3.2 RESULTADOS

Os índices de eficiência técnica de cada município catarinense referentes à produção de bens e serviços urbanos, mensurados através da função de produção CD de fronteira estocástica, podem ser fornecidos mediante solicitação.

Os índices nunca são maiores do que 1 (um). Sua interpretação literal é bem simples. Por exemplo, o índice obtido por Abelardo Luz, 0,886, indica que, no ano de 2000, o referido município produziu 88,6% do montante (100%) de produtos urbanos que produziria se estivesse na fronteira de eficiência. A mesma coisa é dizer que este município, para chegar à fronteira, teria de aumentar o seu produto em 12,8668%. Também, é a mesma coisa dizer que ele teve nesse ano uma eficiência de 88,6% ou uma ineficiência de 11,4% – esse último valor é exatamente o quanto o município produziu a menor do que poderia ter produzido, caso tivesse sido 100% eficiente.

Verificou-se que os municípios mais ineficientes estão nas jurisdições da 7ª, da 5ª e da 13ª secretarias regionais de desenvolvimento. Supondo que este estudo fosse conclusivo, esses municípios e essas secretarias deveriam ter tratamento diferenciado, em futuros programas de financiamento ao desenvolvimento urbano.

Por seu turno, a investigação sobre quais das variáveis listadas na Tabela 4 – como presumivelmente explicativas da eficiência técnica – seriam estatisticamente significantes, foi levada a efeito através do modelo de regressão Probit. Duas regressões foram processadas no LIMDEP (Econometric Software, Inc., 2002). Uma com os 25 (10%) municípios mais eficientes consignados na variável dependente zero/1; e a outra, com os 25 mais ineficientes.

As variáveis selecionadas nas regressões Probit foram: z_3 , predominância no valor adicionado dos serviços – 2000; z_8 , equilíbrio entre o valor adicionado da agropecuária e dos serviços – 2000; z_{11} , taxa de urbanização (%) – 2000; z_{16} , % da renda proveniente de transferências governamentais – 2000; e z_{17} , % da renda proveniente de rendimentos do trabalho – 2000.

A seleção de z_3 e de z_8 indica que a eficiência nas ações de desenvolvimento urbano nos municípios mais eficientes dependeu, em boa medida, dos níveis da atividade econômica dos setores primário e terciário.

Considerando que um grande número dos 25 municípios considerados mais eficientes é integrado por municípios de porte médio a pequeno, pode-se inferir que nessas municipalidades, muitas delas com processos de urbanização em curso, houve mais dedicação e zelo na aplicação dos recursos, do que nos municípios com urbanização mais adiantada e com economias industriais fortes.

As variáveis z_{16} e z_{17} tiveram coeficientes estatisticamente significantes a 1 e 5% em ambos os grupos, respectivamente. No caso da primeira variável, isto reflete uma situação já bastante conhecida. O desenvolvimento urbano brasileiro, via de regra, é totalmente dependente de investimentos do setor público.

Já, o nível de eficiência no primeiro grupo tendeu a aumentar quando as transferências governamentais aumentavam. Isso repete a análise feita há pouco sobre a aplicação mais cuidadosa realizada pelos pequenos municípios. Com relação aos 10% mais ineficientes, quanto mais recursos o governo lhes destinou, maior tendência à ineficiência eles evidenciaram. Quanto à influência dos rendimentos do trabalho, não houve significância suficiente para se inferir algo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados aqui obtidos não são conclusivos, pois a cobertura amostral/temporal não é suficiente para as respectivas inferências.

Mesmo assim, especificou-se e testou-se em caráter exploratório os modelos teórico/empíricos (econômico e econométrico), reservando-se para pesquisas futuras a tarefa de validação.

Constatou-se que a eficiência técnica nas ações de desenvolvimento urbano nos municípios catarinenses mais eficientes, no ano de 2000, dependeu, em boa medida, dos níveis da atividade econômica dos setores primário e terciário. E, considerando que a grande maioria dos municípios considerados mais eficientes estava integrada por municípios de porte médio a pequeno, é possível que nessas municipalidades, muitas delas com processos de urbanização em curso, tenha havido maior dedicação e zelo na aplicação dos recursos, do que nos municípios com urbanização mais adiantada e com economias industriais fortes.

Também, verificou-se que no grupo dos municípios mais eficientes, o nível de eficiência relativa tendeu a ser maior diante do crescimento das transferências

governamentais, do que nos menos eficientes. Isso reforça a hipótese de aplicação mais cuidadosa promovida pelos pequenos municípios. Já, os municípios mais ineficientes (de maior porte), tenderam a exibir maior ineficiência, comparativamente aos mais eficientes (de menor porte), na medida em que o governo lhes destinou maiores transferências, relativamente.

REFERÊNCIAS

AIGNER, D., LOVELL, C.A.K., SCHMIDT, P. *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*, Journal of Econometrics, 6, 1, 21-37, 1977.

BATTESE, G.E, COELLI, T.J. *Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data*, Journal of Econometrics, v.38, 387-399, 1988.

_____ *A model for technical inefficiency effects in stochastic frontier production function for panel data*, Empirical Economics, 20, 325-32, 1995.

BATTESE, G. E., CORRA, G. S. *Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia*, Australian Journal of Agricultural Economics, 21, 169-179, 1977.

COELLI, T.J. *A guide to FRONTIER version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation*, CEPA Working Paper 96/07, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 1996.

Econometric Software, Inc. *LIMDEP, Version 8.0*, ESI, New York, 2002.

GUJARATI, D. N. *Econometria Básica*. Makron Books, 2000.

MENDES, C.C, TEIXEIRA, J.R. *Desenvolvimento econômico brasileiro: uma releitura das contribuições de Celso Furtado*, Texto para discussão IPEA, nº 1051, 2004.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Política Nacional de Desenvolvimento Urbano*, Texto para os Cadernos Ministério das Cidades, Versão Preliminar, 2004.

RAO, P. *A note on econometrics of joint production*, *Econometrica*, v.37, n.4, p.737-738, 1969.

REZENDE, F. *“Finanças Públicas”*. São Paulo: Atlas, 382 p., 2001.

WANG, H. *Heteroskedasticity and non-monotonic efficiency effects of a stochastic frontier mModel*, *Journal of Productivity Analysis*, 18, 241-53, 2002.

STATISTIXL VERSION 1.5. *Statistical Power for MS Excel*, disponível em: <http://www.statistixl.com>, 2005.

CAPÍTULO 7

APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS PARA A AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES

João Chang Junior

Doutor em Administração de Empresas pela FAE-USP
Instituição: Fundação Armando Alvares Penteado – FAAP e Escola Superior de Engenharia e Gestão – ESEG
Endereço: Rua Dr. Fabrício Vampré, 175, apt 153, São Paulo - SP, Brazil
E-mail: chang.joao@gmail.com

Camila Roseane Kolososki

Mestre em Engenharia de Produção pela Fundação Educacional Inaciana (FEI)
Instituição: FEI - Fundação Educacional Inaciana
Endereço: Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira, No 1111, Apto 135, Vila Caiçara, Praia Grande - SP, Brasil
E-mail: ckolososki@gmail.com

Ari Rodrigo Santos

Mestre em Engenharia de Produção pela Fundação Educacional Inaciana (FEI)
Instituição: FEI - Fundação Educacional Inaciana
Endereço: Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira, No 1111, Apto 135, Vila Caiçara, Praia Grande - SP, Brasil
E-mail: ars@tf.com.br

RESUMO: A terceirização da produção tem sido adotada cada vez mais por empresas como estratégia produtiva para fins de redução de custos e aumento de competitividade em um mercado de elevada exigência. A aplicação desta estratégia, porém, é de extrema complexidade. Para tal, faz-se necessário um planejamento altamente elaborado que determine critérios de abertura de parceiros, procedimentos, estudo sobre a quantidade de parceiros, entre outros. Depois de implantado, este método deve ser frequentemente revisado por meio de uma análise de desempenho dos fornecedores e da apuração desta estratégia quanto à visão de crescimento da empresa. Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo propor um método de análise de fornecedores que revise os critérios considerados mais importantes para a empresa, de forma a facilitar a sua tomada de decisão. De forma geral, a aplicação da metodologia proposta contribuiu significativamente para a avaliação e tomada de decisões por parte da empresa, tendo em vista o grupamento de fornecedores com características semelhantes em cinco grupos distintos.

PALAVRAS-CHAVE: Método para avaliação e escolha de fornecedores; Desenvolvimento de fornecedores; Análise de correspondência multivariada.

ABSTRACT: The outsourcing of production has been increasingly adopted by companies as a productive strategy for reducing costs and increasing competitiveness in a market of high demand. Implementation of this strategy, however, is extremely complex. So, it is necessary to developed criteria to determine new partners, procedures, study about the number of suppliers, among others. This method should be revised frequently by an analysis of supplier performance and the enterprise growth. In this scenario, this paper aims to propose a method of analysis for suppliers to review the criteria considered most important for the company in order to facilitate their decision making. Overall, the proposed methodology has contributed significantly to the assessment and decision making by the company, in view of the grouping of suppliers with similar characteristics into five groups.

KEYWORDS: Evaluation and selection of suppliers method; Suppliers development; Analysis of multivariate correspondence.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças ocorridas nas últimas décadas no mundo corporativo obrigaram as empresas a reavaliarem a sua estrutura de processo, na busca por alternativas que reduzissem custos e as tornassem mais competitivas. Essencialmente, estas mudanças compreendem a globalização, a aceleração do desenvolvimento de países emergentes e os avanços tecnológicos. Neste cenário, a estratégia de descentralização produtiva ganhou força entre as empresas industriais, pois nesta configuração, a empresa centraliza o foco em suas atividades principais e desenvolve terceiros para executar suas atividades complementares (FURTADO, 2005; BASTOS, 2006; CORREIA, 2001).

A adoção desta nova configuração por parte das empresas representa a substituição do paradigma de produção em massa pelo paradigma de relacionamento de redes de empresas ligadas à produção flexível (ABRAMCZUK, 2001) e é caracterizada por prover mais agilidade e menor custo, criando competitividade. As empresas passaram, então, a alterar a sua forma de relacionamento distante e de curto prazo para um relacionamento próximo e de longo prazo (BASTOS, 2006).

Para tanto, é necessário que a seleção destes parceiros seja bem feita. Correia (2001) coloca este fator como uma das maiores preocupações das organizações, uma vez que precisam garantir que estes parceiros possuam as competências técnicas necessárias. Furtado (2005) lembra que, além da escolha de bons fornecedores, é preciso definir sua quantidade, os artigos que serão produzidos em cada um, bem como seus respectivos volumes. Uma boa escolha trará resultados positivos, tanto

como uma má escolha poderá resultar em prejuízos para a empresa. Um fornecedor poderá ser classificado como “bom” ou “ruim” ao longo do tempo, por meio da análise de seu desempenho.

A avaliação de fornecedores é feita com base em critérios quantitativos e qualitativos. Os critérios quantitativos, tais como capacidade, preço etc., são de mais fácil avaliação, pois podem ser medidos precisamente, o que torna simples a comparação entre as demais opções. Os critérios qualitativos, por sua vez, são mais difíceis de serem avaliados, pois são subjetivos e podem ser influenciados pelo julgamento individual da pessoa responsável pelo processo (ABRAMCZUK, 2001; FURTADO, 2005). Bastos (2006) complementa, afirmando que avaliação de critérios quantitativos demonstra resultados de curto prazo, ao passo que avaliação de critérios qualitativos demonstra intenção de continuidade da parceria a longo prazo.

O assunto em questão foi estudado por diversos autores e notam-se divergências quanto à classificação do grau de importância dos critérios de avaliação. Isso pode variar de empresa para empresa, segmento no qual ela está inserida, estratégia de mercado de cada uma etc. Embora em meio a tantas variações, Furtado (2005) afirma que há uma tendência para a classificação dos critérios qualidade, serviço e confiabilidade de entrega como sendo os mais importantes.

A fim de se estudar as melhores alternativas de fornecedores a serem mantidos como parceiros de uma empresa, este artigo propõe um método de análise de correspondência multivariada que possa auxiliar na tomada de decisão. Este suporte na avaliação de fornecedores se faz necessário quando o objetivo é o de rever as opções atuais de fornecimento e compará-las com as demais opções disponíveis no mercado.

Para a aplicação do método de avaliação de fornecedores, apresentado neste artigo, será estudado o caso de uma empresa têxtil cujo nome será preservado, que tem como estratégia a produção terceirizada.

Para a realização da análise dos fornecedores desta empresa, primeiramente foi necessário determinar os critérios tidos como principais para o seu fornecimento, dado seu perfil e estratégia de mercado. Em seguida, estes dados foram inseridos em um programa de análise estatística multivariada, o qual agrupou os fornecedores com características similares em classes, que foram analisadas separadamente. Com estas informações, foi possível identificar os fornecedores que não estavam atendendo a empresa, de forma a tomar as devidas providências para com estes.

Este artigo está dividido em quatro partes: Inicialmente são apresentados os critérios de avaliação de fornecedores na sessão de revisão de literatura; a segunda e terceira partes descrevem a metodologia aplicada e análise dos resultados obtidos. Na sequência, para finalização, são apresentadas as considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões para futuros estudos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Muitas são as empresas que já divulgaram os benefícios obtidos pela adoção de estratégias de parcerias com terceiros. Como exemplo, pode-se citar os casos da Procter & Gamble (P&G) e da Chrysler que conseguiram aumentar seu faturamento por intermédio de economias geradas com programas específicos de parceria com fornecedores: US\$ 325 milhões e US\$ 1.2 bilhões, respectivamente (SHIN *et al*, 1999).

Parceria pode ser definida como relacionamento colaborativo que necessita cooperação e comprometimento. Uma das suas principais características é a visão de longo prazo que deve ser firmada entre as partes. Ser parceiros significa compartilhar riscos e conquistas e pode trazer diversos benefícios, entre eles redução de *leadtimes*, redução de estoques, compartilhamento de competências e recursos técnicos, entre outros fatores (SHIN *et al*, 1999; FURTADO, 2005; BASTOS, 2006).

A primeira etapa de todo o processo de abertura de fornecedores, depois de verificada a sua necessidade, é o estudo de quantidade total de fornecedores, bem como a identificação dos produtos e as respectivas quantidades que serão destinadas a cada um deles.

Para auxiliar nesta análise, é importante ter claro que o ideal é manter a menor quantidade necessária de fornecedores abertos. Muitos pesquisadores atentam para as vantagens de se ter uma quantidade reduzida de parceiros participando da cadeia de abastecimento. Shin *et al*. (1999), Sarkar e Mohapatra (2006) e Saen (2009) listam os principais pontos positivos de se ter uma base reduzida de fornecedores:

- Redução de custos de gerenciamento e de viagens;
- Melhoria do nível de qualidade dos produtos, pois aumenta a homogeneidade entre eles;
- Melhoria da comunicação, pois é possível se dedicar mais a uma quantidade reduzida de fornecedores, intensificando a relação de parceria;

- A competitividade obriga as empresas a encontrarem os melhores fornecedores.

Esta estratégia de base reduzida de fornecedores tem grandes vantagens, mas também pode apresentar riscos. Cabe à empresa mensurar até que ponto pode crescer em volume com seus fornecedores de forma a não criar uma relação de dependência que justifique a abertura de outro fornecedor.

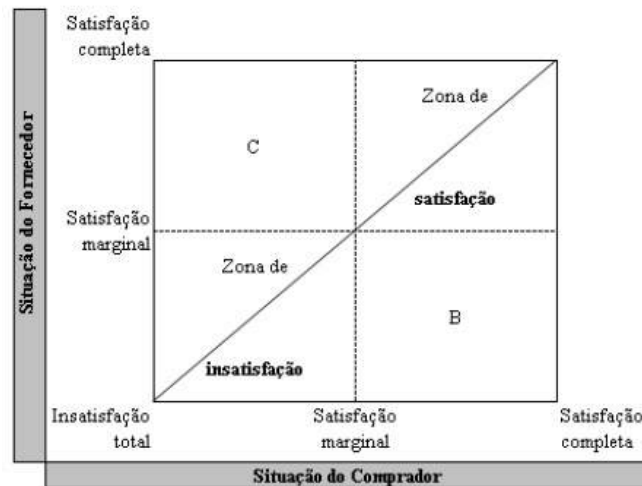
Para obter sucesso nas relações de parceria, é indispensável fazer uma boa escolha de fornecedores. Xia *et al.* (2005) acreditam que a realização desta escolha é a diretriz mais importante que a empresa pode tomar. Selecionar bons fornecedores garante redução de custos e, conseqüentemente, aumento da competitividade.

Sarkar e Mohapatra (2006) alertam para as conseqüências que a escolha de maus fornecedores pode trazer. A má performance de um fornecedor pode afetar por inteiro a cadeia de abastecimento. Para melhorar e evitar esta situação, é preciso construir uma relação muito próxima e saudável entre empresa e fornecedor.

O sucesso da parceria comprador-fornecedor será manifestado ao longo do tempo, por meio de uma análise de desempenho. Entretanto, mensurar este desempenho é tarefa complexa, pois não há um critério simples e abrangente de avaliação a ser aplicado (BASTOS, 2006). Somente será possível manter um relacionamento de longo prazo se as duas partes estiverem satisfeitas. Furtado (2005) ilustra um modelo (Figura 1) para se avaliar o nível de satisfação do relacionamento entre empresa e fornecedor. Os quadrantes B e C representam zonas de instabilidade e, quando nesta posição, ambas as partes devem buscar por adequações. Normalmente, quando nesta posição, os relacionamentos não mantêm continuidade.

Dada a grande importância do tema, a seleção e avaliação de fornecedores têm sido cada vez mais estudadas na literatura. Inicialmente foram identificados como critérios mais importantes para avaliação de fornecedores: preço, qualidade e comprometimento de entrega, porém, com os avanços e necessidades estratégicas sobre o tema novas exigências foram levantadas, sendo elas: gerenciamento, conhecimentos técnicos, capacidade de redução de custo etc. (ARAZ *et al*, 2006). A avaliação da performance dos fornecedores e a revisão do painel de participantes deste ciclo em uma empresa deve ser algo realizado frequentemente. Os principais critérios e seu grau de importância serão diferentes para cada empresa.

Figura 1: Modelo de satisfação entre empresas.



Fonte: Furtado (2005)

O objetivo deste trabalho é, portanto, o de propor a aplicação de uma metodologia científica para avaliação do quadro de fornecedores de uma empresa têxtil, tendo em vista maior eficácia no discernimento entre os seus diversos fornecedores do que se consegue com a atual metodologia empregada que é a análise individual dos fornecedores.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é do tipo exploratório-descritiva, baseada em estudo quantitativo, por intermédio da aplicação de um instrumento estruturado e não disfarçado constituído de 10 questões fechadas com avaliação por meio de escalas do tipo Likert de 4 pontos.

Trinta e sete fornecedores da empresa têxtil foram avaliados com base no instrumento de pesquisa. Portanto, essa amostragem está caracterizada como não-probabilística e como uma amostra por conveniência. Por esses motivos os resultados não poderão ser generalizados.

Com o objetivo de criar um modelo que suporte a tomada de decisão e avaliação desses fornecedores foram definidas as seguintes variáveis como sendo as principais, de acordo com a realidade da empresa estudada:

- Capacidade fabril: avalia se o fornecedor possui capacidade para atender à demanda da empresa e seu crescimento;

- *Leadtime*: avalia o tempo de fabricação de um produto, a partir da colocação do pedido até entrega deste no armazém;

- Tempo de desenvolvimento de produtos: avalia a capacitação técnica do fornecedor, de modo a verificar em quanto tempo ele consegue reproduzir protótipos dos produtos;

- Flexibilidade de produção: avalia a capacidade do fornecedor em atender às solicitações da empresa referentes à alteração de datas e quantidades após o pedido ter sido colocado;

- Custo de gerenciamento (custo de viagem): avalia os custos envolvidos para o gerenciamento do fornecedor, considerando o custo de viagens até sua fábrica para acompanhamento do processo;

- Tempo de viagem: avalia o tempo despendido em deslocamento pelos engenheiros da empresa em cada viagem de acompanhamento de processo nas dependências do fornecedor;

- Preço dos produtos: avalia o posicionamento de preço do fornecedor com relação às necessidades da empresa. Este item é de extrema importância;

- Estrutura fabril (social): avalia se o fornecedor possui uma estrutura fabril adequada e condizente com as exigências da grade de auditoria social da empresa em estudo. Este item também é de extrema importância;

- Qualidade dos produtos: avalia o nível de qualidade que o fornecedor possui na confecção dos artigos;

- Transparência nas informações: avalia a conduta do fornecedor no que diz respeito à relação de parceria, avaliando se as informações são ou não compartilhadas.

Com o intuito de minimizar os erros de análise na pesquisa, cada variável foi mensurada com uma escala do tipo Likert de 4 pontos, da seguinte forma:

1. Não satisfaz;
2. Baixo nível de satisfação;
3. Médio nível de satisfação;
4. Alto nível de satisfação.

Como forma de operacionalizar modelos teóricos mais complexos, Hair *et al.* (2005) apresentam diversas técnicas multivariadas. Entre elas estão a regressão multivariada, a análise fatorial, a análise multivariada de variância, a análise

discriminante, a análise conjunta, a análise de correlação canônica, a análise de conglomerado e o escalonamento multidimensional. O principal objetivo dessas técnicas de análise de dados é proporcionar ao pesquisador um aprofundamento naquilo que ele está estudando.

Porém, constatou-se que a forma das distribuições dos valores das diversas variáveis contidas no presente estudo não é a de uma distribuição normal, o que inviabilizaria o uso de técnicas paramétricas. Siegel (1975) comenta no prefácio de sua obra que “as técnicas não- paramétricas de provas de hipóteses são particularmente adaptáveis aos dados das ciências do comportamento. [...]. Tais provas chamam-se a miúdo distribuição livre, e um de seus méritos é que, ao aplicá-las, não é necessário fazer suposições sobre a distribuição da população da qual tenham sido extraídos os dados para análise, por exemplo, se a distribuição da população é normal etc. Alternativamente, tais provas são também identificadas como provas de ordenação, e essa designação sugere outra vantagem das mesmas: as técnicas não- paramétricas podem ser aplicadas a dados que não sejam exatos do ponto de vista numérico, mas que se disponham simplesmente em postos, ou números de ordem”.

Então, empregou-se a análise de correspondência multivariada como técnica não paramétrica. Segundo Hair *et al.* (2005), a análise de correspondência é uma técnica de interdependência recentemente desenvolvida que facilita tanto a redução dimensional da classificação de objetos (produtos, pessoas etc.) em um conjunto de atributos como o mapeamento perceptual de objetos relativo a esses atributos. Os pesquisadores são constantemente defrontados com a necessidade de “quantificar os dados qualitativos” encontrados em variáveis nominais. A análise de correspondência difere das outras técnicas de interdependências em sua habilidade para acomodar tanto dados não paramétricos como relações não lineares.

Por meio do programa SPAD 3.6 obteve-se a saída mostrada na figura 2 onde é sugerida a divisão da amostra em cinco classes diferentes. Os métodos empregados nesse programa foram uma análise fatorial de correspondência múltipla, classificação hierárquica dos fornecedores sobre fatores, e, o corte na árvore hierárquica caracterizando e descrevendo as classes resultantes (quadro 1). Essa classificação é realizada com base em determinados valores das escalas intervalares que algumas das variáveis da pesquisa assumem e que conferem certa semelhança entre indivíduos próximos, discriminando-os e juntando-os num *cluster* ou classe.

4. RESULTADOS

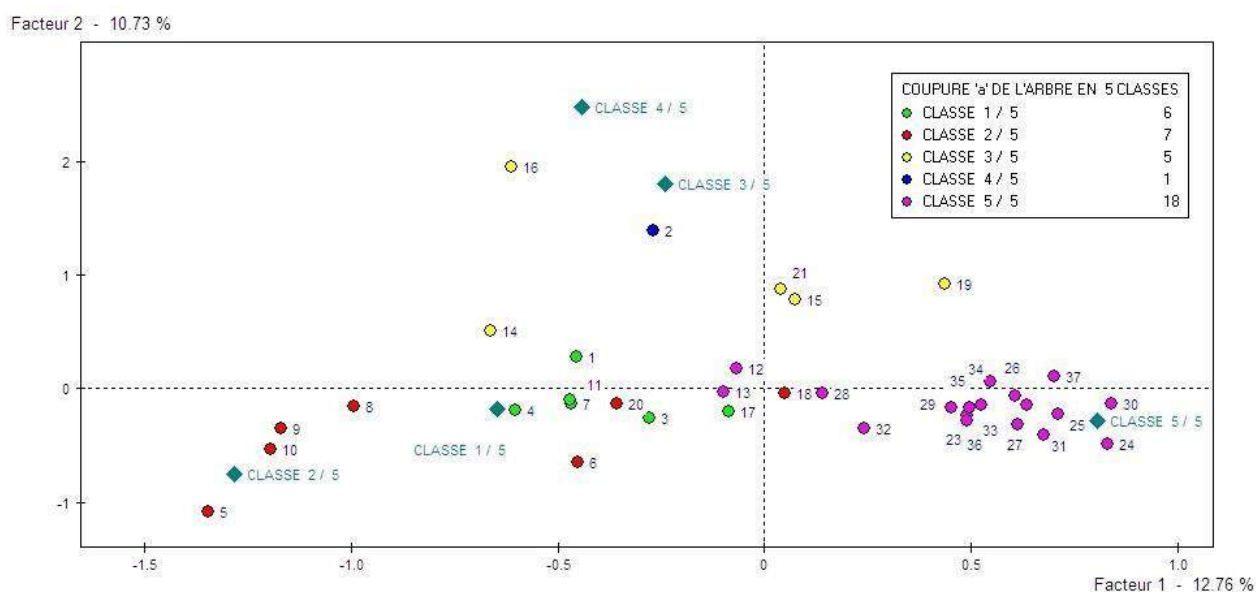
Para compreensão dos resultados obtidos pela aplicação do método de análise de correspondência multivariada é importante conhecer o perfil da empresa estudada. Para tal, seguem algumas observações a serem consideradas.

A empresa estudada é uma multinacional de grande porte e deseja reavaliar seu painel de fornecedores pela aplicação de uma metodologia científica com o objetivo de diminuir os riscos no processo de tomada de decisões. Líder europeia no segmento esportivo e com mais de 440 lojas no mundo, teve sua fundação em meados dos anos 1970 atuando tanto na concepção, como na produção e varejo de seus artigos. Iniciou suas atividades no Brasil em 1998 e atualmente possui 10 lojas em todo território brasileiro. Tem um perfil comercial bastante agressivo por possuir como missão “tornar o esporte acessível ao maior número de pessoas”, entretanto, o centro de sua estratégia contempla a preocupação com a qualidade e com o nível social dos fornecedores e subcontratantes que produzem sua marca.

Para a realização deste estudo foi considerado o painel de fornecedores de responsabilidade do escritório de produção no Brasil. Portanto, os fornecedores são em sua totalidade brasileiros que produzem para abastecer, sobretudo o mercado interno; entretanto, há fornecedores que atendem também a exportação.

Conforme já citado anteriormente foram definidas as variáveis mais importantes para esta empresa, bem como o nível de satisfação por fornecedor para cada variável. A aprovação das variáveis e dos níveis de satisfação nessas variáveis para cada um dos 37 fornecedores foi validada em reunião com a equipe de colaboradores que atuam com esses fornecedores por meio da ferramenta de análise SWOT para cada um dos fornecedores. Os dados obtidos foram organizados, categorizados e inseridos no programa SPAD 3.6 para a análise de correspondência multivariada. Os resultados estão expressos no mapa perceptual (figura 2) e na caracterização de cada um dos cinco *clusters* (quadro 1).

Figura 2: Saída Gráfica do Módulo de Análise de Correspondência Multivariada do SPAD 3.6



Fonte: Os Autores

Quadro 1: Variáveis e modalidades definidoras das cinco classes obtidas pelo SPAD 3.6.

CLASSES	QDADE. DE FORNECEDOR POR CLASSE	FORNECEDORES	SIMILARIDADES
1	6	1; 3; 4; 7; 11; 17	Preço - Não satisfaz
			Tempo de Desenvolvimento - Médio nível de satisfação
			Leadtime - Alto nível de satisfação
			Estrutura fabril (social) - Alto nível de satisfação
2	7	5; 6; 8; 9; 10; 18; 20	Tempo de Viagem - Médio nível de satisfação
			Estrutura fabril (social) - Alto nível de satisfação
			Capacidade Fabril - Médio nível de satisfação
			Preço - Baixo nível de satisfação
3	5	14; 15; 16; 19; 21	Estrutura fabril (social) - Não satisfaz
			Tempo de Viagem - Baixo nível de satisfação
			Leadtime - Alto nível de satisfação
4	1	2	Nenhuma - não pode ser agrupado com os demais
5	18	12; 13; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37	Preço - Alto nível de satisfação
			Tempo de Viagem - Alto nível de satisfação
			Estrutura fabril (social) - Médio nível de satisfação

Fonte: Os Autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados fornecidos pelo programa, é possível fazer as seguintes análises por classe de fornecedores:

5.1 CLASSE 1

Os fornecedores agrupados na Classe 1 apresentam um alto nível de satisfação quanto à estrutura social (item prioritário), tornando-se atrativos para a empresa por estarem alinhados com os critérios exigidos na auditoria social. Este nível de estrutura social fabril é raro de ser encontrado dentre as empresas têxteis no Brasil.

O *leadtime* também se apresentou com alto nível de satisfação neste agrupamento, valorizando a presença de fornecedores com estas características no painel.

Entretanto, a variável *preço* de produtos não foi satisfatória para todos os fornecedores deste agrupamento.

Portanto, conclui-se que as melhores ações a serem tomadas para este grupo de fornecedores são: atuar em parceria com cada fornecedor para revisão dos custos produtivos, trabalhando com planilhas de custo abertas (*costbreak down*), simplificação de produtos, ou revisão de processos produtivos.

Devido aos outros critérios terem sido de alta satisfação, há interesse por parte da empresa em manter a parceria com este grupo. Portanto, no caso de as técnicas de revisão de preço falhar, a outra estratégia seria adotá-los como “fornecedores satélites”, ou seja, fornecedores mantidos para a produção de artigos específicos, de menores volumes e de maiores valores agregados.

5.2 CLASSE 2

Os fornecedores agrupados na Classe 2 apresentam também um alto nível de satisfação quanto à *estrutura social* (item prioritário), conforme caso anterior.

Este agrupamento apresenta um nível médio de satisfação relacionado à variável *tempo de viagem* da empresa até cada um de seus fornecedores, mas dentro de um nível aceitável.

Também com o nível de satisfação médio foi classificada a variável *capacidade fabril*, que necessitará de intervenções.

Considerando a variável *preço*, verifica-se que o nível de satisfação para este agrupamento de fornecedores é baixo.

Com base nos resultados deste grupo de fornecedores, pode-se concluir que com relação aos efeitos da variável *tempo de viagem*, pode-se minimizá-los através da adoção de procedimentos de acompanhamento da produção à distância (ex: implantação de *Work in Process – WIP*). As visitas técnicas aos fornecedores pertencentes a este grupo terão foco em treinamentos que visam aumentar sua autonomia.

Com relação à variável *capacidade fabril*, a empresa deverá trabalhar com cada fornecedor no sentido de dar visão sobre seu crescimento em volume para os próximos anos, por meio de um *business plan*, e seu comprometimento para que, juntos, possam avaliar a viabilidade de investimento em aumento de capacidade produtiva por parte do fornecedor. Após a proposta, uma vez verificado que o fornecedor não terá condições de acompanhar o crescimento da empresa, este terá de ser substituído.

A última variável de agrupamento destes fornecedores, a qual obteve baixo nível de satisfação, é o *preço*. Neste caso, as ações a serem adotadas são idênticas às citadas na Classe 1.

5.3 CLASSE 3

Os fornecedores agrupados na Classe 3 apresentam um alto nível de satisfação quanto ao *leadtime*.

A próxima variável verificada para este agrupamento foi *tempo de viagem*, com baixo nível de satisfação.

Finaliza-se este grupo com a análise da *estrutura social*, cujo nível de satisfação é nulo, ou seja, não satisfaz às necessidades da empresa.

Conclui-se, portanto, que os fornecedores pertencentes a este grupo deverão ser substituídos. O ponto crítico que reitera esta decisão está relacionado com a falta de tolerância pela empresa em trabalhar com empresas que não atendem ao nível social mínimo, o que impede a implantação de planos de ação para as demais variáveis citadas. Estes fornecedores faziam parte, até então, do painel de fornecedores, pois estavam em processo de melhorias sobre a grade de auditoria social, mas que não avançaram.

5.4 CLASSE 4

Para este caso, em especial, apenas um fornecedor se enquadrou nesta categoria. Isso se deveu ao fato de não possuir nenhuma outra característica em comum com os demais grupos.

Por este motivo, a análise deste fornecedor foi realizada isoladamente e a decisão será de retirá-lo definitivamente do painel da empresa. Esta decisão foi lastreada na não satisfação quanto às variáveis *tempo de desenvolvimento*, *tempo de viagem*, *custo de viagem* e *qualidade dos produtos* que haviam sido identificadas na análise SWOT deste fornecedor.

5.5 CLASSE 5

Os fornecedores agrupados na Classe 5 apresentam uma alta satisfação com relação à variável *preço*, uma alta satisfação com relação à variável *tempo de viagem* e uma *estrutura social fabril* mediana.

As ações para esta classe, portanto, restringem-se à elaboração e acompanhamento de planos de ação definidos por intermédio das auditorias sociais aplicadas anualmente no fornecedor, de forma a torná-lo um fornecedor conforme e mantê-lo no painel da empresa.

De forma geral, a aplicação desta metodologia contribuiu significativamente para a avaliação e tomada de decisões por parte da empresa. Uma das principais vantagens observadas foi a visualização dos fornecedores em agrupamentos de características semelhantes o que tornou a avaliação mais simples e eficaz.

A maior limitação observada está ligada ao fato desta metodologia ser exploratória, portanto, requer um estudo posterior de confirmação que não foi privilegiado neste estudo. Este tema fica, então, em aberto como sugestão para pesquisas futuras que venham a contribuir de forma mais eficiente no auxílio do processo de tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

- ABRAMCZUK, André Ambrósio. **Os relacionamentos na cadeia de suprimento sob o paradigma da desintegração vertical de processos**: um estudo de caso. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em <<http://teses.usp.br>>. Acesso em 22 mai 2010.
- ARAZ, Ceyhun; OZKARAHAN, Irem. **Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure**. International journal of production economics, p. 585 – 606, 2006.
- BASTOS, Carlos Eduardo. **Atributos de parcerias de sucesso em cadeias de suprimentos**: um estudo de caso na relação de fabricante-fornecedor na indústria aeronáutica. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em <<http://teses.usp.br>>. Acesso em 22 mai 2010.
- CORREIA, Germano Manuel. **A utilização do conceito de custos de transação na seleção de fornecedores de insumos produtivos na indústria farmacêutica**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em <<http://teses.usp.br>>. Acesso em 22 mai. 2010.
- FURTADO, Gustavo Adolfo Pudenci. **Critérios de seleção de fornecedores para relacionamentos de parceria: um estudo em empresas de grande porte**. 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em <<http://teses.usp.br>>. Acesso em 22 mai 2010.
- HAIR, J. F. H. et al. **Análise Multivariada de Dados**. Trad. 5ª ed. São Paulo: Bookman, 2005.
- SAEN, Reza Farzipoor. **Restricting weights in supplier selection decisions in the presence of dual-role factors**. Applied Mathematical Modeling, p 2820 – 2830, 2009.
- SARKAR, Ashutosh; MOHAPATRA, Pratap K. J. **Evaluation of supplier capability performance**: a method for supplier base reduction. Journal of Purchasing and Supply Management, p. 148 – 163, 2006.
- SHIN, Hojung; COLLIER, David A.; WILSON, Darryl D. **Supply management orientation and supplier/buyer performance**. Journal of Operations Management, p. 317 – 333, 1999.
- SIEGEL, Sidney. **Estatística Não-Paramétrica (para as ciências do comportamento)**. São Paulo: MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., 1975.

XIA, Weijun; WU Zhiming. **Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments.** The International Journal of Management Science, p. 494 – 504, 2005.

CAPÍTULO 8

ABORDAGEM ANTROPOTECNOLÓGICA E CRITÉRIOS DE USABILIDADE PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO DA ESTAÇÃO CENTRAL DO METRÔ-DF

Roberto Bernardo da Silva

Doutor em Transportes pela Universidade de Brasília. Professor da Universidade Federal do Sul e Sudoeste do Pará
Instituição: Universidade de Brasília
E-mail: rbaccioly@gmail.com

Evaldo César Cavalcante Rodrigues

Doutor em Transportes pela Universidade de Brasília. Professor da Universidade de Brasília
Instituição: Universidade de Brasília
E-mail: evaldocesar@unb.br

Aldery Silveira Júnior

Doutor em Transportes pela Universidade de Brasília. Professor da Universidade de Brasília
Instituição: Universidade de Brasília
E-mail: alderj.jr@gmail.com

Martha Maria Veras Oliveira Cavalcante Rodrigues

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professora da Universidade de Brasília
Instituição: Universidade de Brasília
E-mail: marthaveras@unb.br

Natália Sarellas Martins

Bacharel em Administração pela Universidade de Brasília
Instituição: Universidade de Brasília
E-mail: natysarellas@gmail.com

RESUMO: Nesse artigo tem-se uma análise da usabilidade da estação central do metrô do Distrito Federal. Utilizou-se a abordagem antropotecnológica, um brainstorm com especialistas do METRÔ-DF e uma mescla de critérios de usabilidades encontrados na literatura para definir as variáveis estudadas, a saber: elementos demográficos; flexibilidade de uso do equipamento; aprendizagem; eficiência e facilidade de uso; autonomia; e, afinidades sociais. Os principais dados obtidos foram: o perfil demográfico dos usuários-clientes da estação pesquisada, e informações relativas às variáveis citadas. Os itens —pontos de eficiência e —autonomia na usabilidade figuraram os piores resultados da pesquisa. Teve-se ainda uma informação inusitada, referente a uma baixa compatibilidade dos respondentes com os funcionários da referida estação. Pôde-se concluir que a usabilidade de tal estação é satisfatório e que, a abordagem antropotecnológica se mostrou eficaz e de grande utilidade para análises relativas à usabilidade de um sistema público de transporte.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte Público, Sistema Metroviário de Brasília, METRÔ-DF, Antropotecnologia, Abordagem Antropotecnológica

ABSTRACT: In this paper an analysis is made about the usability at the central station of Federal District's subway. The variables were defined using an anthropotechnological approach, a brainstorm with METRÔ-DF specialists and a mixture of the usability criteria found in literature. The studied usability variables were: demographic elements; flexibility in the use of equipment; learning; efficiency and ease of use; autonomy; and social affinity. The main data obtained was the demographic profile of the user-clients and related information. —Point of efficiency" and "usability autonomy", presented the worst results in this research. Remarkable information presented itself to the authors, regarding the low compatibility between the respondents and the employees of such station. It can be concluded that the usability of said station is satisfactory and that the anthropotechnological approach showed itself to be of great efficacy and utility regarding usability analysis of public transport.

KEYWORDS: Public Transportation, Metro System of Brasília, METRÔ-DF, Anthropotechnology, Anthropotechnological Approach

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas metroviários espalhados pelo mundo tem proporcionado aos seus usuários principalmente um nível de serviço com qualidade superior a outros sistemas de transporte, fundamentalmente sob os aspectos de pontualidade, segurança, regularidade, conforto e rapidez. A empresa pública do Governo do Distrito federal, nominada de Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (METRÔ-DF) é detentora do direito de explorar o sistema metroviário no âmbito da unidade federativa, que segundo METRÔ-DF (2014) é constituído por 29 estações, das quais 24 estão em funcionamento pleno. O sistema conta com uma frota de 32 trens, tem uma extensão total de 42,38 km e transporta 140 mil passageiros por dia útil. A Estação Central do METRÔ-DF recebe dia a dia majoritariamente a maioria desses usuários. Aproximadamente 2/3 dos usuários desse sistema passam pela Estação Central do METRÔ-DF. Isso se dá, principalmente, em função da sua localização estratégica central do do plano piloto de Brasília – DF. Apresenta uma única saída para os usuários do METRÔ-DF, que é no interior da principal rodoviária de Brasília e atende a população de todos os bairros da cidade e também dos municípios da grande

Brasília. A região do entorno da referida estação é predominada por edificações comerciais, governamentais, de entretenimento e serviços em geral.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a usabilidade da estação central do METRÔ-DF, com uma abordagem antropotecnológica, que privilegia o estudo da relação do usuário com a tecnologia ou equipamentos formadores do sistema de transporte metroviário.

Acredita-se que estudos sobre usabilidade nas estações de metrô devem ser realizadas com averiguações quanto às necessidades de seus usuários, pois, implicam na adaptação do sistema ao usuário, como é recomendado por estudos antropotecnológicos. Além disso, tais análises não devem ser feitas a partir de questionamentos elaborados diretamente àqueles que circulam no espaço e interagem com o equipamento.

Entendendo-se que a usabilidade está relacionada a –algo que tenha fácil uso, infere-se que há grande correlação entre tecnologia e usabilidade, pois, dependendo da tecnologia implicada em um sistema, tem-se interfaces com maior ou menor grau de usabilidade, por isso, optou-se por utilizar a abordagem antropotecnológica para realização desse estudo visto que a relação homem-tecnologia muitas vezes não é algo tão simples quanto parece, principalmente quando existe um universo de usuários muito heterogêneo, contendo uma faixa etária muito ampla e todas as classes econômicas da sociedade, como no caso do METRÔ-DF.

2. USABILIDADE

Usabilidade é um conceito que ganhou importância a partir das décadas de 1970 e 1980, advindo do desenvolvimento de softwares. Segundo Cybis, Betiol e Faust (2010) entende-se por usabilidade a propriedade de ações que permite a interação do homem com determinado produto ou equipamento, que viabiliza o objetivo pretendido principalmente de maneira mais confortável, fácil, interativa e eficiente possível. Ela se refere à relação que se estabelece entre usuário, tarefa, equipamento e demais aspectos do ambiente no qual o usuário utiliza o sistema. Diversos autores buscam identificar critérios fundamentais de usabilidade, ou seja, aqueles indispensáveis para uma interação usuário-produto satisfatória.

Shackel (1991) entende usabilidade como o principal atributo necessário para a aceitabilidade de um produto no mercado. Ele identifica eficiência, flexibilidade,

aprendizado e atitude como seus principais atributos. Eficiência está relacionada à velocidade e quantidade de erros percebidos durante a interação; flexibilidade consiste na capacidade do produto se adaptar a mais atividades do que aquelas para as quais foi idealizado; aprendizado une a facilidade de compreensão e retenção a médio ou longo prazo; atitude mede o desgaste sofrido pelo usuário durante a interação, como cansaço, irritação, desconforto.

Nielsen (1993) assinala que a usabilidade está presente em qualquer grau de experiência do usuário, da instalação à manutenção. O autor sugere o uso dos seguintes critérios: aprendizagem, eficiência, memorização, erros e satisfação. O critério de erros considera a quantidade de problemas que ocorrem no uso sem necessariamente alguma intervenção, e satisfação diz respeito ao sentimento do usuário quanto à agradabilidade do produto.

Tanto no trabalho de Shackel como no de Nielsen, a usabilidade é confrontada com a utilidade, o que torna importante fazer a desambiguação entre as duas. Utilidade é visto como a importância e validade do resultado que o produto se propõe a atingir. Enquanto a usabilidade é a forma como ele interage com o homem para atingir este resultado.

Jordan (1993), por sua vez, começa seu estudo sobre usabilidade propondo três critérios: intuitividade, aprendizagem e performance do usuário com experiência (PUE). Ele traz uma definição mais precisa, do que ocorre no contato inicial, e uma graduação da usabilidade para iniciantes, aqueles que têm o domínio do produto e *experts*. A intuitividade se refere à rapidez e facilidade do usuário no contato com um produto até então desconhecido. Por outro lado, a aprendizagem pode exigir alguma técnica, e mede o custo demandado para se atingir um certo expertise na execução de tarefas. Já a performance do usuário experiente expõe o nível de execução de tarefas em que chega um usuário que já as realizou diversas vezes.

Mais tarde, Jordan (1998) acrescentou dois outros componentes à sua obra, são eles: potencial do sistema e reusabilidade. O potencial do sistema é o ponto máximo de performance que o produto pode, ou poderia, atingir. É o limite até o qual a performance do usuário experiente pode atingir. A reusabilidade preocupa-se em considerar a capacidade de um indivíduo retomar suas tarefas com o produto, após um certo período de tempo sem ter contato, conforme Figura 1.

Cybis, Betiol e Faust (2002), aponta três tipos de problemas mais comuns de usabilidade de determinado produto ou sistema, e dentro de cada um, analisa suas

intensidades e o quanto são prejudiciais à experiência do usuário. A primeira classificação versa sobre a estrutura, podendo ser uma barreira, quando impede a realização de determinada tarefa e o usuário não consegue suplantá-la; um obstáculo, quando o usuário é prejudicado, mas consegue uma forma de solucioná-los; ou ruído, quando o problema é evidente, diminuindo o desempenho do usuário, porém permite a execução da tarefa. (CYBIS, BETIOL, FAUST, 2010).

No Quadro 1 tem-se um resumo quanto aos autores e seus critérios para medição da usabilidade.

Quadro 1: Critérios de usabilidade

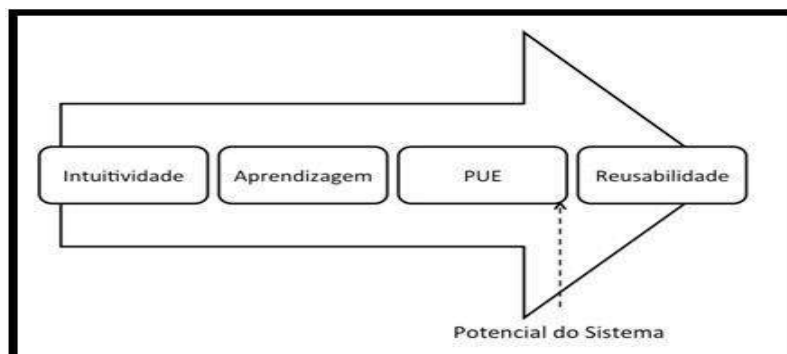
Autores	Critérios para medição de usabilidade	
Shackel (1991)	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência • Flexibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizado • Atitude
Nielsen (1993)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Eficiência • Memorização 	<ul style="list-style-type: none"> • Erros • Satisfação
Jordan (1993) e (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Intuitividade • Aprendizagem • Performance do usuário com experiência (PUE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial do sistema • Reusabilidade
Cybis, Betiol e Faust (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de Estrutura: <ul style="list-style-type: none"> • Barreira • Obstáculo • Ruído • Problemas do Tipo de Tarefa: <ul style="list-style-type: none"> • Principal 	<ul style="list-style-type: none"> • Secundária • Problemas de Tipo do Usuários: <ul style="list-style-type: none"> • Geral • Inicial • Avançado • Especial

Fonte: Os autores (2014)

Cybis, Betiol e Faust (2010) apontam critérios ergonômicos importantes que devem ser considerados em uma atividade de projeto ou avaliação de usabilidade. Os autores utilizam o público-alvo e o tipo de tarefa como determinantes dos aspectos a serem observados em um produto. Assim, quando consideramos um público-alvo de novatos e intermitentes em atividades raramente executadas, deve-se observar a condução, consistência, significado dos códigos e denominações, em prol de torná-los intuitivos; Quando se pensa em tarefas críticas, cujos erros podem causar consequências reais, praticadas por um público geral, é importante focar na gestão

de erros; Quando se trata de pessoas idosas em tarefas que exigem leitura, deve-se dar enfoque principalmente à legibilidade.

Figura 1: Critérios de usabilidade



Fonte: Jordan (1998)

Desta forma, tais autores assumem que se deve dar prioridade aos aspectos mais relevantes para cada público-alvo, de acordo com suas limitações e individualidades. Assim, é recomendado que se faça tal análise para cada um dos 25 critérios apontados por Cybis, Betiol e Faust (2010) os quais foram citados no quadro 2, a saber:

Quadro 2: Relação de critérios, subcritérios e critérios elementares

Critérios	Critérios para medição de usabilidade	
Condução Convite		
Agrupamento e distinção entre itens	<ul style="list-style-type: none"> • Agrupamento e distinção por localização • Agrupamento e distinção por formato 	<ul style="list-style-type: none"> • Legibilidade • <i>Feedback</i> imediato
Carga de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Brevidade • Concisão 	<ul style="list-style-type: none"> • Ações mínimas • Densidade informacional
Controle explícito	<ul style="list-style-type: none"> • Ações explícitas 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle do usuário
Adaptabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Consideração da experiência ao usuário
Gestão de erros	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção contra erros • Qualidade das mensagens de erros 	<ul style="list-style-type: none"> • Correção dos erros
Homogeneidade/consistência		

Significado de códigos Compatibilidade		
---	--	--

Fonte: Cybis, Betiol e Faust (2010)

3. USABILIDADE E SUAS NORMAS

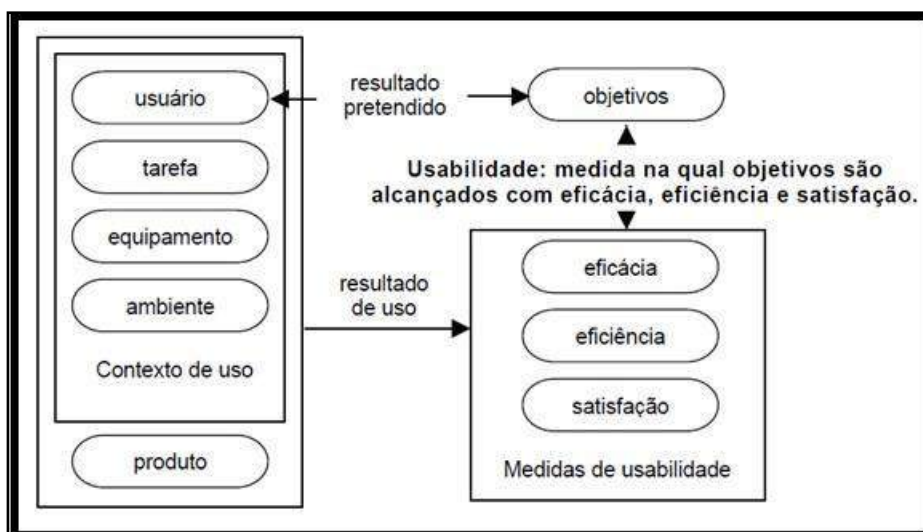
A ISO 9241 (2008) aborda a ergonomia na interação homem-máquina, e sua décima primeira parte é destinada a auxiliar na definição do processo da usabilidade. A norma ISO 9241-11 (2008) é o padrão internacional mais comum na avaliação de usabilidade de sistemas interativos. Sob a luz do referido padrão normativo podemos definir usabilidade como sendo:

-Medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de usoll. (ISO 9241-11, 2008, p. 3).

Eficácia é a capacidade de executar uma tarefa de forma correta e completa. A eficiência diz respeito aos gastos para conseguir ter eficácia, sejam eles tempo, dinheiro, produtividade, entre outros. Já a satisfação é o conforto e aceitação do trabalho dentro do sistema.

Para especificar ou medir a usabilidade é necessário identificar os objetivos e decompor eficácia, eficiência e satisfação e os componentes do contexto de uso em subcomponentes com atributos mensuráveis e verificáveis. Os componentes e o relacionamento entre eles estão ilustrados na Figura 2.

Figura 2: Estrutura de usabilidade



Fonte: (ISO 9241-11, 2008)

A ISO 9241-11 (2008) usa o conceito de satisfação, e a A ISO 9241-210 (2010) orienta que o planejamento do projeto deve dedicar tempo e recursos para atividades centradas no humano, incluindo interação, *feedback* dos usuários e avaliação do projeto perante os requisitos do usuário.

A ISO/TR 18529 (2000), trata das descrições de processos do ciclo de vida centrado no ser humano. O modelo de maturidade em usabilidade ISO/TR 18529 (2000) contém um conjunto estruturado de processos derivados da ISO 13407 (1999) é um levantamento de boas práticas. Ele pode ser usado para avaliar o grau em que uma organização é capaz de realizar design centrado no usuário.

O conjunto de normas discutidas anteriormente pode e deve servir de apoio no procedimento para alcançar a usabilidade de um produto e/ou serviço. Essas normas trazem diretrizes sobre usabilidade e podem ser categorizadas como: Uso do produto (eficácia, eficiência e satisfação em relação a um determinado contexto de utilização); Interface com o usuário e interação; Processo utilizado para o desenvolvimento do produto; e Capacidade de uma organização de aplicar o processo de projeto centrado no usuário.

Dominar e inter-relacionar o arcabouço legal existente sobre usabilidade é imprescindível para os tomadores de decisão e projetistas. Isso contribui de forma decisiva para que os usuários do sistema possam ter eficiência, eficácia e satisfação durante o uso do produto ou serviços e, por conseguinte, apresentem maior produtividade e maiores ganhos financeiros.

4. ANTROPOTECNOLOGIA

Os estudos antropotecnológicos se caracterizam como uma abordagem, não há na literatura um modelo único de análise antropotecnológica. São comuns as recomendações a respeito de aspectos a serem considerados quando ocorrem as inovações por transferência de tecnologia de um país para o outro ou de uma região para a outra, tendo-se de pano de fundo a cultura do receptor como o principal aspecto a ser considerado.

Muitos casos de inovação tecnológica não tem apresentado os resultados esperados, em virtude, principalmente, das diferenças culturais, religiosas e no estabelecimento das relações sociais em geral. Não existe uma única melhor maneira

(one best way) de utilização, que sirva para todos os grupos de usuário de transporte e para todos os países.

Para melhor compreensão dos termos e definições da área, é apresentado no Quadro 3, uma base de dados resumida para composição da taxonomia da antropotecnologia.

Quadro 3: Taxonomia da antropotecnologia

Indicação	Descrição das partes significativas
Definição de Antropotecnologia	Adaptação da tecnologia à realidade social, geográfica, econômica, climática e antropológica da região receptora. Adaptação da tecnologia à realidade do usuário ou importador ou receptor, em que o receptor poderá ser focado como uma nação, empresa, um grupo de usuários ou um único usuário.
Tecnologia	Conhecimento que o homem possui e que o torna capaz de desenvolver tarefas particulares. É o conjunto de conhecimentos de que uma sociedade dispõe sobre ciências e artes industriais, incluindo os fenômenos sociais e físicos, e a aplicação destes princípios à produção de bens e serviços.
Imbricações nas Ciências	Ergonomia Antropologia Sociologia Economia
Transferência de Tecnologia	Geografia Engenharia-tecnologia

Fonte: Wisner (1994)

5. MÉTODO DE PESQUISA

Arquitetou-se tal pesquisa no primeiro semestre de 2014 cuja coleta de dados se deu durante os meses de abril e maio desse mesmo ano. Para alcançar o objetivo proposto foram estabelecidas as seguintes etapas de trabalho: revisão bibliográfica, plano da pesquisa, definição de variáveis, coleta de dados e análise dos dados coletados.

5.1. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

A partir de uma mescla entre os critérios para medição da usabilidade propostos por Shackel (1991) e os subcritérios de adaptabilidade propostos por Cybis, Betiol e Faust (2010), o qual se subdivide em flexibilidade e consideração da experiência do usuário, em consonância com Vergara (2005), que ressalta a importância da seleção das variáveis e dos objetos de estudo como de fundamental importância para a apuração fidedigna dos resultados da pesquisa, foram definidas as variáveis dessa pesquisa, a saber: elementos demográficos; flexibilidade de uso do

equipamento; aprendizagem; eficiência e facilidade de uso; e afinidades sociais. Considerando-se que a abordagem antropotecnológica se baseia na variável –cultural e, unindo-se o conceito de intuitividade e performance de Jordan (1993) teve-se ainda a variável–autonomia.

5.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Optou-se pela aplicação de um instrumento fechado de levantamento de dados, aplicado a 60 respondentes e composto por questões de perfil e de opinião, formuladas a partir de uma escala de *Likert*. Fez-se um pré-teste de tal instrumento com dois especialistas da empresa MetrôDF, além disso, os pesquisadores se colocaram como usuário-cliente da estação foco do estudo durante o período de 10 de abril e 26 de maio, nos horários de grande demanda (pico), oito horas (8h); e média demanda (entre pico), onze horas (11h).

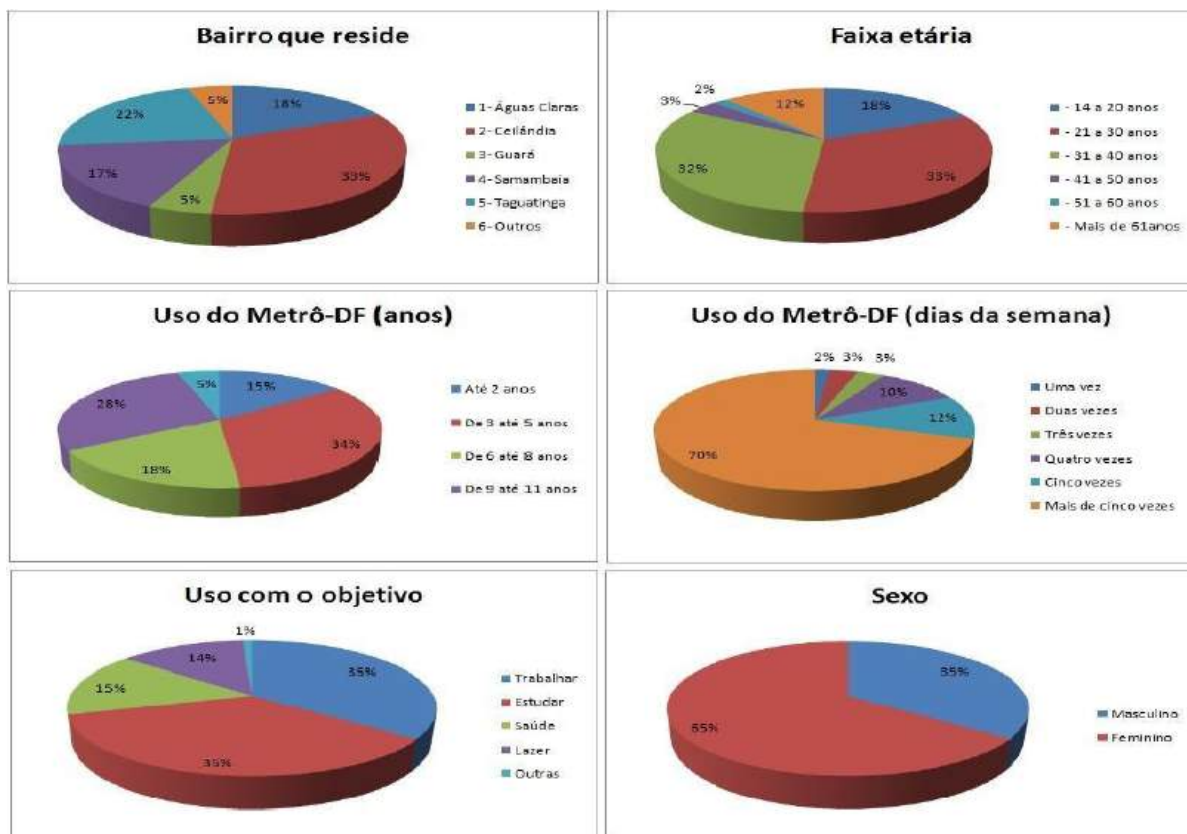
6. USABILIDADE NA ESTAÇÃO CENTRAL DO METRÔ-DF

A estação central do METRÔ-DF é caracterizada pela integração com a rodoviária de Brasília e compõe localização estratégica com o maior fluxo de pessoas em relação às outras estações.

6.1. ANÁLISE DEMOGRÁFICA

O perfil extraído pela pesquisa, conforme exposto no Gráfico 1, demonstra que, das cidades satélites/bairros que compõe o Distrito Federal, Ceilândia abriga a maior fatia de usuários, 33%, seguida por Taguatinga, com 22%. A faixa etária da maioria dos usuários encontra-se entre 21 e 30 anos, seguida de perto pelas pessoas de 31 a 40 anos, e juntas somam 65% do total. O público feminino domina, compondo 65% do total de usuários, sendo que a maior parte utiliza a estação há até cinco anos. Apurou-se ainda que 70% dos clientes utilizam o METRÔ-DF com frequência (mais que cinco vezes por semana), sendo trabalhar e estudar seus principais objetivos, empatados com 35% e seguidos por razões de saúde, com 15%.

Grafico 1: Dados Demográficos dos usuários da estação central do METRÔ-DF



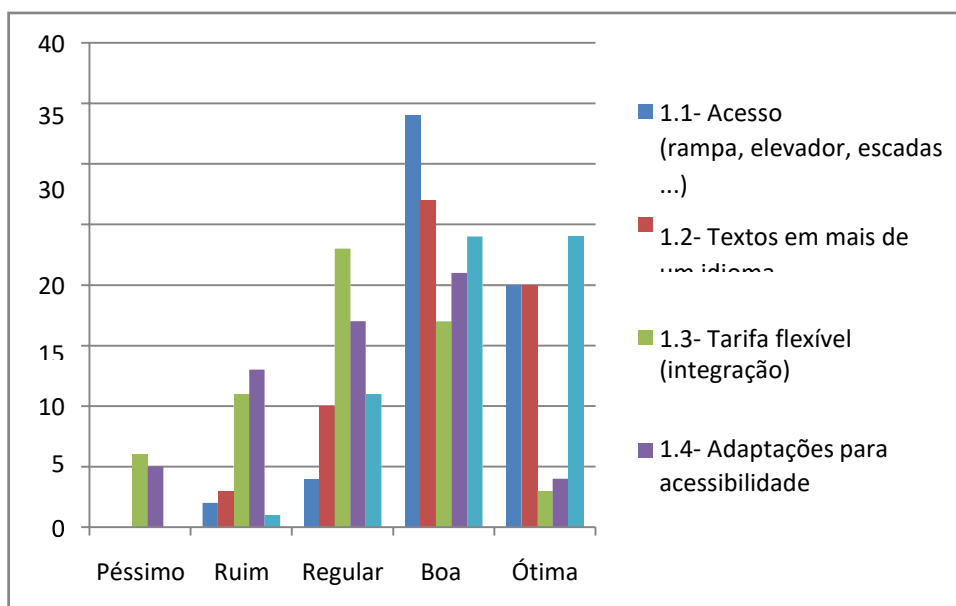
Fonte: Os autores (2014)

6.2. FLEXIBILIDADE NA USABILIDADE

Flexibilidade, para fins de avaliação, consiste na capacidade do produto se adaptar a mais atividades do que aquelas para as quais foi idealizado. Em busca de medir esta propriedade, utilizou-se as seguintes variáveis: formas de acesso adequadas, como rampas, elevadores, escadas rolantes ou não; textos e avisos em mais de um idioma; preço flexível da tarifa de acordo com a frequência de uso e integração com os outros modais; adaptações para acessibilidade pelos usuários com deficiências, e; integração a outros serviços públicos.

Houve uma boa avaliação em relação à flexibilidade, concentrada principalmente na graduação -boa, com exceção da flexibilidade da tarifa, que foi considerada razoável e da integração a outros serviços públicos, que teve mesmo número de avaliações boas e ótimas. (Ver Gráfico 2)

Gráfico 2: Flexibilidade na usabilidade da estação central do METRÔ-DF

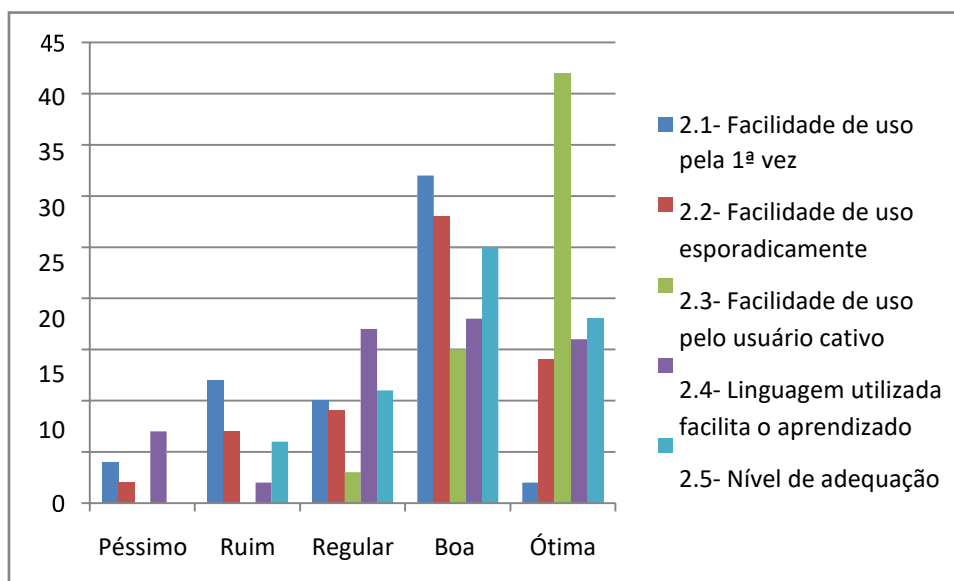


Fonte: Os autores (2014)

6.3. APRENDIZAGEM NA USABILIDADE

A aprendizagem versa sobre a facilidade de compreender e reter o conhecimento ao longo do tempo e teve também uma avaliação positiva dos usuários-clientes entrevistados, conforme Gráfico 3. Quase todas as variáveis foram consideradas boas, com exceção da facilidade de uso pelo usuário cativo, que teve representação bem maior em -ótimaII, e nenhuma em -péssimoII ou -ruimII.

Gráfico 3: Aprendizagem na usabilidade da estação central do METRÔ-DF

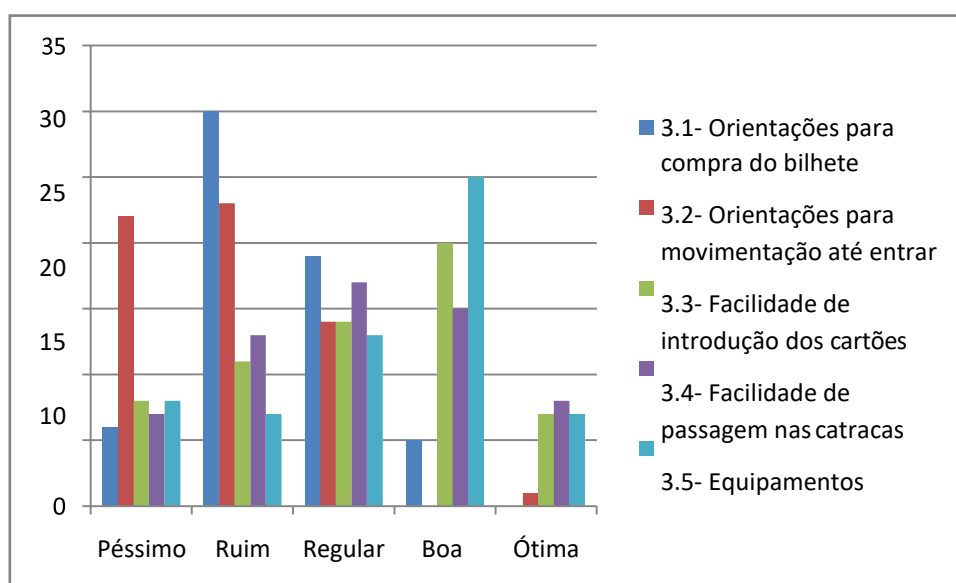


Fonte: Os autores (2014)

6.4. EFICIÊNCIA NA USABILIDADE

Houve uma avaliação mais equilibrada das variáveis em questão. No que tange as orientações para a compra do bilhete, a maioria dos entrevistados considerou -ruimll, e as orientações para movimentação até entrar na estação foram consideradas péssimas. A facilidade de introdução dos cartões e o uso de equipamentos adaptados à realidade do entrevistado foram julgadas boas e a facilidade de passar nas catracas, regular. (Ver Gráfico 4)

Gráfico 4: Eficiência na usabilidade da estação central do METRÔ-DF

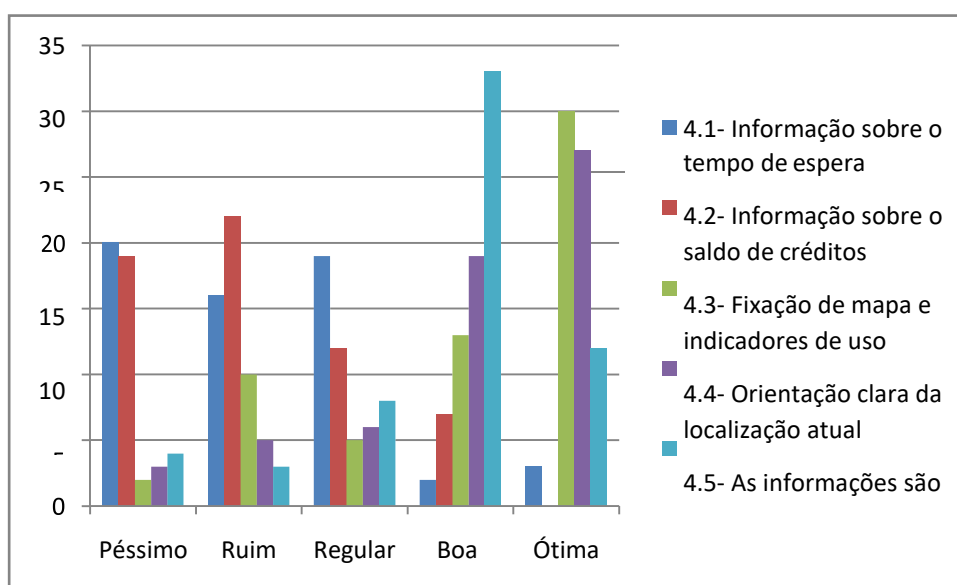


Fonte: Os autores (2014)

6.5. AUTONOMIA NA USABILIDADE

A autonomia traduz os mecanismos de disponibilização de informação, que propicia a tomada de decisão no momento de adentrar o ambiente restrito aos usuários do METRÔ-DF. No Gráfico 5 tem-se que as informações relativas à tempo de espera e crédito no cartão se mostraram insuficientes, tendo seus maiores índices em ruim e péssimo, respectivamente. Por outro lado, as indicações de localização se mostraram apropriadas para a realidade de decisão.

Gráfico 5: Autonomia na usabilidade da estação central do METRÔ-DF

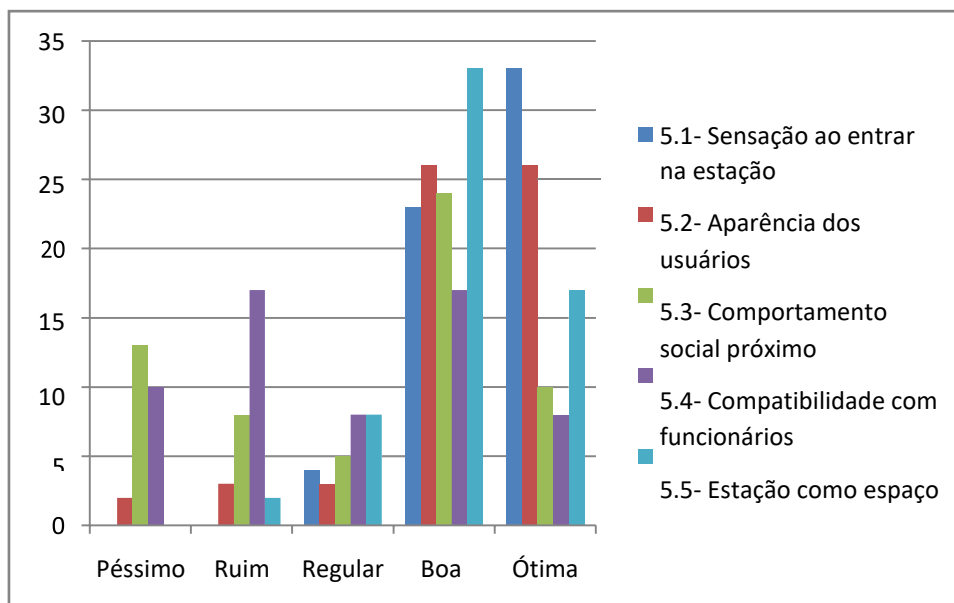


Fonte: Os autores (2014)

6.6. AFINIDADES SOCIAIS NA USABILIDADE

Os passageiros se mostraram muito satisfeitos com o clima observado no metrô. A única característica que se apresenta como ruim é a compatibilidade com os funcionários da estação. (Ver Gráfico 6).

Gráfico 6: Afinidades sociais na usabilidade da estação central do METRÔ-DF



Fonte: Os autores (2014)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a ISO 9241-11 (2008) citada nesse artigo, pôde-se concluir que a estação pesquisa tem um grau médio de usabilidade, uma vez que as respostas dos usuários-clientes apontam a existência de eficiência, eficácia e satisfação em vários itens, mas, também apresentam avaliações negativas, principalmente no que se refere a eficiência e autonomia na usabilidade.

A revelação de que, dentre outras informações relevantes, há baixa compatibilidade dos usuários-clientes em relação aos funcionários da empresa Metrô-DF é uma das evidências de que a abordagem antropotecnológica é de grande utilidade para análises relativas a usabilidade de um sistema público de transporte, por permitir descobertas relativas a subjetividade humana nesse contexto.

REFERÊNCIAS

CYBIS, W.; BETIOL, A.; FAUST, R.. (2007). *Ergonomia e Usabilidade Conhecimentos, Métodos e Aplicações*. São Paulo: Novatec.

ISO (1999). **ISO 13407:** *Human-centred design processes for interactive systems*. Genève: International Organisation for Standardisation.

ISO (1997). **ISO 9241-11:** *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*. Part 11 — Guidelines for specifying and measuring usability. Genève: International Organisation for Standardisation. Jordan, P.W. (1993). *First Workshop on Human-Computer Interaction*. Glasgow, UK.

METRÔ-DF. (2014). Companhia Metropolitana do Distrito Federal. Home Page do Metrô do DF. Disponível em <<http://www.metro.sp.gov.br/>>. Acessado em 10 de março de 2014.

NIELSEN, J. (2003). *230 Tips and Tricks for a Better Usability Test*. Nielsen Norman Group.

SANTOS, N. DOS; DUTRA, A. R. DE A.; RIGHI, C. A. R.; FIALHO, F. A. P E PROENÇA, R.P. DA C. (1997). *Antropotecnologia*. Curitiba: Gênese.

SHACKEL, B. (1991). *Usability – context, framework, design and evaluation*. In Shackel, B. and Richardson, S. (eds.). *Human Factors for Informatics Usability*. Cambridge University Press, Cambridge, 21-38.

VERGARA, S. C. (2005). *Métodos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

WISNER, A. A. (1994). *Inteligência no trabalho: textos selecionados de Ergonomia*. São Paulo: Fundacentro.

CAPÍTULO 9

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE USINAGEM E A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Daniele Trajano Raupp

Doutora em Educação em Ciências

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Química .

Endereço: Prédio K, sala 205. Av. Bento Gonçalves, 9500, Campus do Vale. Porto Alegre.RS, Brasil.

E-mail: daniele.raupp@ufrgs.br

Sandro Gonzalez

Engenheiro de Produção

Instituição: Centro Universitário Metodista IPA

Endereço: Cel. Joaquim Pedro Salgado, 80 CEP 90420-060 – Bairro Rio Branco, no prédio A – Porto Alegre/RS

E-mail: sandro.gonzalez@dana.com

RESUMO: A aplicação de métodos estatísticos em processo de manufatura, tem sido utilizado a décadas, e continua sendo um desafio implementá-los. Por esta razão algumas empresas insistem em trabalhar empiricamente no desenvolvimento de novos processos provocando muitos problemas. Através deste estudo, o leitor irá avaliar a importância deste método, e verificar a eficácia e eficiência das etapas de usinagem de engrenagem, bem como entender como avaliar se os controles e processos pré-estabelecidos na fase de desenvolvimento, estão ou não adequados para aplicação, utilizando metodologias como o MSA (Análise do Sistemas de Medição) e índices estatísticos, que permitem avaliar a performance e estabilidade do processo. Possibilitando assim, que as correções sejam implantadas antes da etapa de produção, atingindo os objetivos de custo e qualidade planejados. O presente estudo de natureza aplicada e abordagem quantitativa, utilizou procedimento de ex-post-facto e estudo de caso descritivo. Enfim, como resultado terá o entendimento da importância da utilização da metodologia estatística, como alternativa para identificação de modos de falhas potenciais no processo produtivo, bem como a interligação de ferramentas para auxiliar na qualidade, eliminando assim custos adicionais através da eliminação de perdas e garantias

PALAVRAS-CHAVE: Métodos Estatístico. Capabilidade de Processo. Estudo MSA

ABSTRACT: The application of statistical methods in the manufacturing process has been used for decades, and it remains a challenge to implement them. For this reason some companies insist on working empirically in developing new processes causing many problems. Through this study, the reader will evaluate the importance of this method, and verify the effectiveness and efficiency of the gear machining steps, as

well as understand how to evaluate whether the pre-established controls and processes in the development phase are suitable for application. , using methodologies such as MSA (Measurement Systems Analysis) and statistical indices, which allow to evaluate the process performance and stability. This enables corrections to be implemented prior to the production stage, meeting the planned cost and quality objectives. This study of applied nature and quantitative approach, used ex-post-fact procedure and descriptive case study. Finally, as a result you will understand the importance of using statistical methodology as an alternative to identify potential failure modes in the production process, as well as the interconnection of tools to assist in quality, thus eliminating additional costs through the elimination of losses and guarantees.

KEYWORDS: Statistical Methods. Process Capability. MSA Study

1. INTRODUÇÃO

Para prosperar no atual momento econômico, fabricantes automotivos, fornecedores e distribuidores/serviços, estão dedicados à redução de custo e melhoria da qualidade, através da melhoria contínua, buscando constantemente maneiras mais eficientes de produzir/fornecer produtos e serviços, se tornando empresas competitivas em um mercado desafiador.

O setor de autopeças representa uma cadeia produtiva fundamental para o mercado automotivo, sendo responsável por parte significativa do desenvolvimento tecnológico, tanto a partir de encomendas das montadoras quanto a partir de inovações e aprimoramentos autônomos. BNDES (2015).

Em um país com custo elevado e baixo investimento, devemos dar ênfase a técnicas para melhorar o uso de ativos da empresa, proporcionando assim, reduzir os custos através da eliminação de perdas. O sentido das mudanças é incrementar competitividade das empresas que atuam no Brasil, através da adoção dos melhores conceitos e práticas associadas às engenharias de produção. Junico (2008)

Cabe à indústria encontrar o equilíbrio entre o custo produtivo e a qualidade. Para isso existem várias ferramentas e métodos que possibilitam alcançar esse objetivo, bem como a estabilidade dos processos. Pois, mesmo com as indústrias estando na era do conhecimento e modernização, alguns métodos e ferramentas mais antigas que continuam servindo de base para desenvolver, validar e aprimorar um processo de manufatura, como a aplicação de métodos estatísticos. AIAG (2005). Quando somados, os conceitos tradicionais com maneiras atualizadas para execução de cálculos e análises, há um ganho significativos nos processos onde são aplicados.

Com isto, a aplicação do método estatístico na indústria se tornou uma metodologia de extrema importância pelos resultados e ganhos que traz para empresa no curto e médio prazo, principalmente com relação a custos da não qualidade também chamada de “*Poor Quality* - Qualidade Pobre”, pois processos desenvolvidos de maneira empírica, tendem a serem mais caros, por gerarem perdas e quando há uma análise capaz de prever problema, garantir a performance, que por consequência possibilita a criação de meios para eliminar ou controlar os modos de falhas existentes, há um ganho que por vezes não há como mensurar, mas de muita importância para imagem da empresa com seus clientes.

Para empresa em questão, localizada na região metropolitana de Porto Alegre-RS, esta verificação irá servir como base para analisar como que as técnicas estatísticas e os conceitos de qualidade, auxiliam de forma eficiente e efetiva, para o desenvolvimento e a aprovação de uma linha de usinagem, mesmo quando há processos especiais como tratamento térmico, possibilitando a realização de um trabalho preventivo para análise, controle e até eliminação das falhas através de intervenções que possam ser aplicadas, respeitando as exigências dos clientes, bem como os recursos disponíveis.

Os parâmetros de processo estabelecidos, foram baseados nas especificações de unidades da empresa existentes na Europa que também produzem engrenagens. É preciso destacar que este projeto possui alguns desafios importantes, que precisaram ser considerados para evitar problemas futuros, pois existem duas variáveis de extrema importância que podem influenciar diretamente no produto em desenvolvimento. Primeiramente é a troca de matéria prima, já que não havia o aço especificado disponível no Brasil, necessitando alterar as ferramentas de corte e a segunda variável é a diferença entre os equipamentos para realização do tratamento térmico do Brasil, com relação aos utilizados na Europa. Importante destacar que as amostras já passaram por testes para validação do produto que não é fator de estudo dessa pesquisa, mas que já foi homologado e aprovado pelos clientes envolvidos.

Sendo assim, esse trabalho visa investigar como a metodologia estatística contribui para qualidade durante o desenvolvimento e a aprovação de uma nova linha de usinagem em uma empresa do setor autopeças, para garantir a produção de produtos com menor custo, desperdício e mais confiáveis.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Ao longo do capítulo, serão discutidos alguns conceitos relevantes, para que se atinjam os objetivos propostos no presente estudo. Basicamente serão abordados conceitos relacionados a métodos estatístico e qualidade, a fim de obter um embasamento, que possa contribuir para a compreensão dos significados, quando aplicados na prática. Enfim, estes métodos garantem a saída de um produto confiável, de menor custo produtivo, uma vez que “Qualidade (quer dizer) conformidade com as exigências.” (CROSBY, 1980, p. 15).

2.1. MEDINDO PERFORMANCE DO PROCESSO

Dando ênfase à qualidade baseada no produto, há um conceito chamado engenharia de confiabilidade, que trata da aplicação da estatística no processo produtivo. A aplicação da estatística no processo para melhoria da qualidade tornou-se, na década de 50, uma prática corriqueira nas grandes organizações, e seu contínuo aperfeiçoamento gerou cada vez mais confiança no uso da estatística em processos de produção em escala. Porém, o controle estatístico de processo funcionava muito bem dentro dos limites da fábrica, mas não se conhecia a pós-fabricação e ao uso, exceto pelos problemas relatados e resolvidos de forma usualmente reativa. (JUNIOR, 2010).

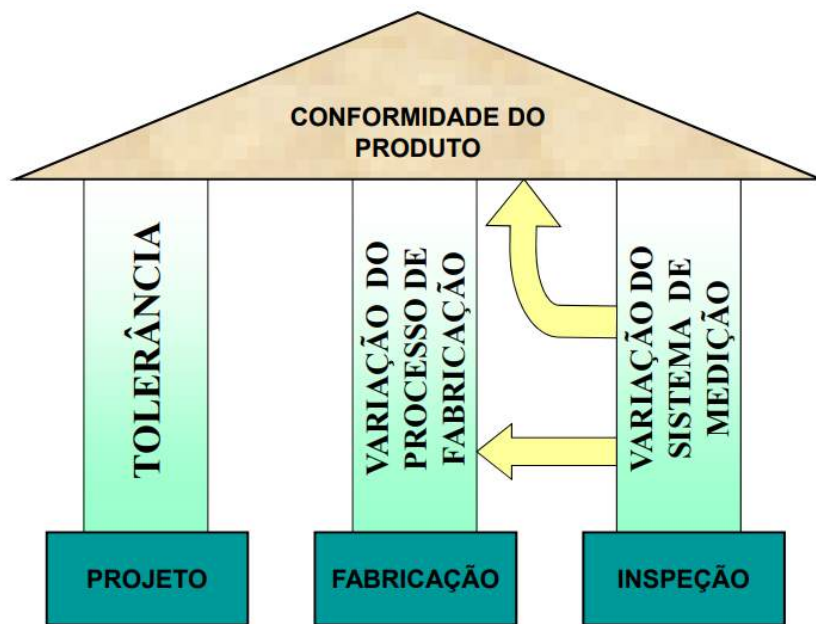
A partir desses enfoques ocorreram esforços sistemáticos e foram criados procedimentos baseados na sua maioria, em análises estatísticas, que tornaram mais confiáveis as estimativas de tempo nas operações de componentes e equipamentos, permitindo maior segurança operacional e alocação adequada dos recursos.

O monitoramento do comportamento de um processo começa pela coleta ou medição dos resultados do processo por meio de algum sistema de medição. É importante validar o sistema de medição para garantir a confiabilidade e a certeza sobre os resultados encontrados. Um sistema de medição ideal seria aquele que produzisse somente resultados corretos (verdadeiros), mas como qualquer processo existem variáveis impossibilitando que o resultado seja 100% verdadeiro.

Segundo Carpinetti (2012), o processo de medição irá produzir resultados com erros ou com certa margem de incerteza. Pois, há variabilidade da operação e variabilidade inerente ao sistema de medição.

Na Figura 1, é possível verificar a existência de três pilares importantes para atender a conformidade do produto, de acordo com a exigência do cliente.

Figura 1: Pilares para conformidade do produto



Fonte: Carpinetti (2012)

A partir da lei de aditividade de variâncias, a variabilidade total dos dados é dada pela Equação (1), conforme definido por Carpinetti (2012):

- (1) Variabilidade total dos dados:

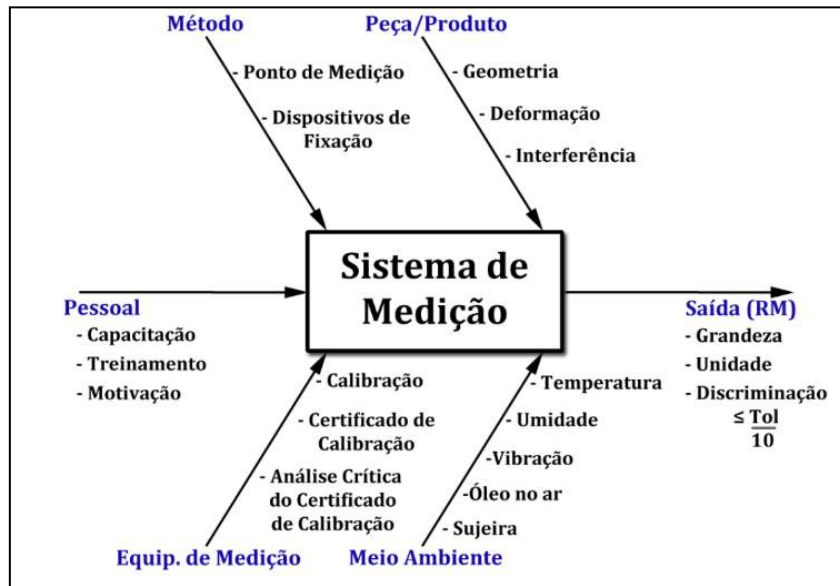
$$\sigma^2_{\text{total}} = \sigma^2_{\text{processo}} + \sigma^2_{\text{medição}}$$

Onde:

- σ^2 total: Variância total do conjunto de dados
- σ^2 processo: variância devida ao processo produtivo
- σ^2 medição: variância devida ao instrumento de medição.

Antes de avançar, é importante entender que MEDIR é um processo, conforme apresentado na Figura 2, que possuem variáveis que precisam estar controladas para que o resultado seja o mais preciso possível.

Figura 2: Processo Medir (Sistema de Medição)



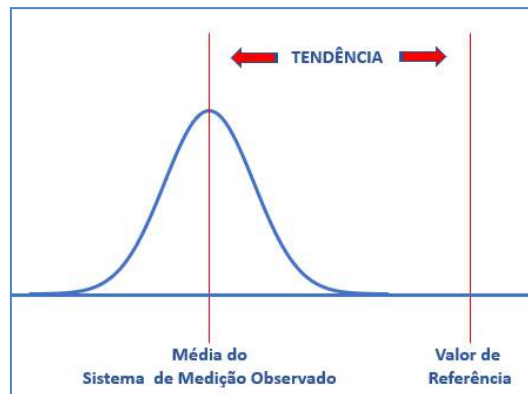
Fonte: Portal Action (2018)

Após a definição e aprovação dos sistemas de medição que serão abordados a seguir, será possível avaliar se estes processos definidos, estão adequados ou não para as respectivas aplicações.

2.1.1 ESTUDOS PARA ANÁLISE SOBRE A VARIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO

Estudo de Tendência: Diferença entre a média observada das medições e o valor de referência, conforme Figura 3. O erro sistemático que faz parte do sistema de medição, possibilita a verificação da exatidão, proximidade ao valor verdadeiro, ou a um valor de referência.

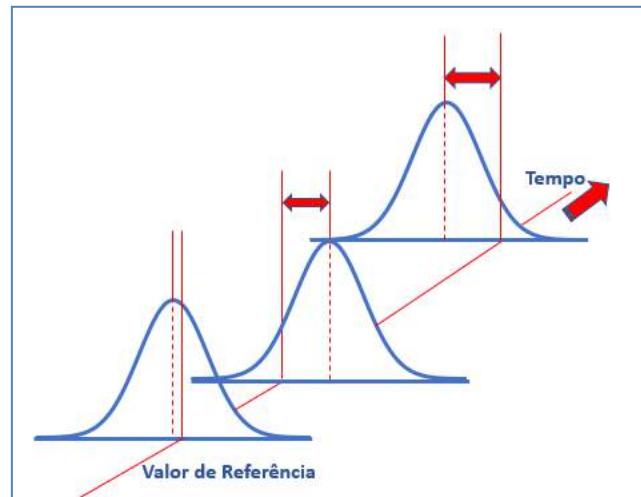
Figura 3: Exemplo Gráfico para Tendência



Fonte: AIAG (2002)

Estudo de Estabilidade: é a variação total nas medidas obtidas com um sistema de medição no mesmo padrão ou peça, quando medindo uma única característica ao longo tempo significativo pré-estabelecido.

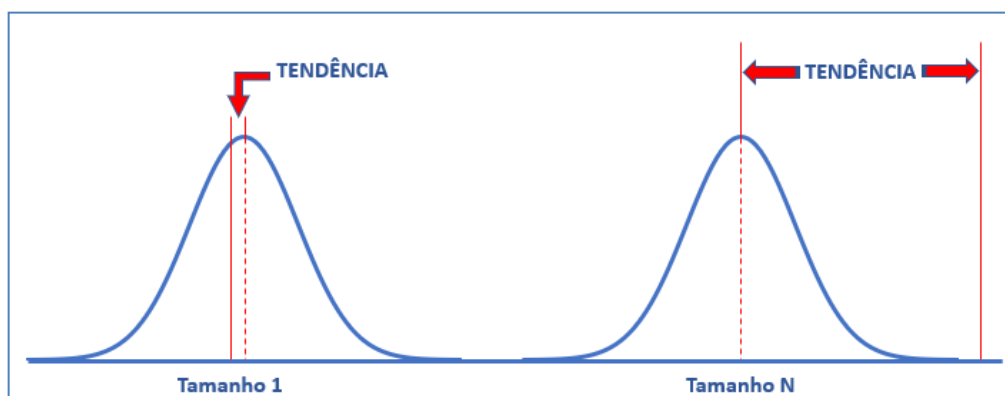
Figura 4: Exemplo Gráfico de Estabilidade



Fonte: AIAG (2002)

Estudo de Linearidade: É a constância da tendência ao longo da faixa de operação esperada do sistema de medição. Enfim, a mudança da tendência ao longo do campo de operação normal, correlação dos múltiplos e independentes erros de tendências ao longo do campo de operação, somando-se ao erro sistemático que faz parte do sistema de medição, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Exemplo Gráfico de Linearidade

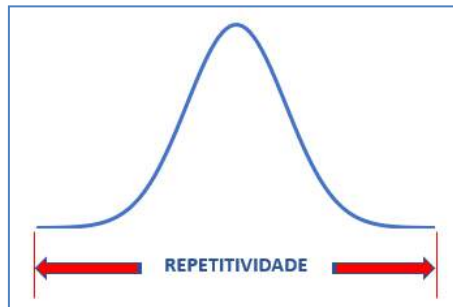


Fonte: AIAG (2002)

2.1.2 ESTUDOS PARA ANÁLISE SOBRE A VARIAÇÃO DA DISPERSÃO

Repetitividade: é a variação nas medições obtida com um mesmo equipamento de medição quando usado várias vezes pelo mesmo operador, para medir a mesma característica em uma mesma peça conforme Figura 6. Comumente descrita como V.E (Variação do Equipamento).

Figura 6: Exemplo Gráfico para Repetitividade

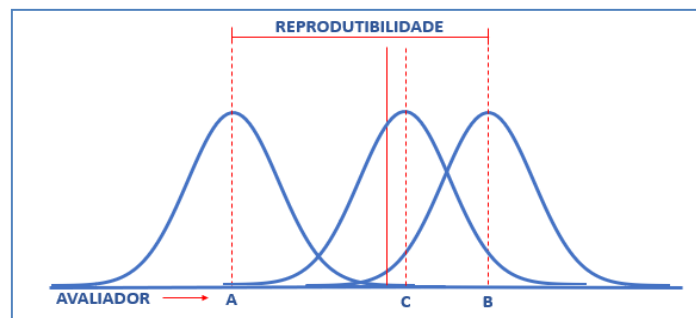


Fonte: AIAG (2002)

Esta medição é realizada sob a mesma característica de uma mesma peça, identifica a variação entre sucessivas medições (curto prazo) feitas sob condições fixas e definidas. O resultado é a identificação da precisão do sistema de medição, ou seja, variação da dispersão.

Reprodutibilidade: variação entre médias das medições feitas por diferentes avaliadores, utilizando o mesmo dispositivo de medição, enquanto medindo uma característica de uma peça, conforme apresentado na Figura 6, para a qualificação do produto e do processo, o erro pode ser do avaliado, do ambiente (tempo), ou do método, comumente descrita como A.V – Variação do Avaliador e variação entre condições do sistema.

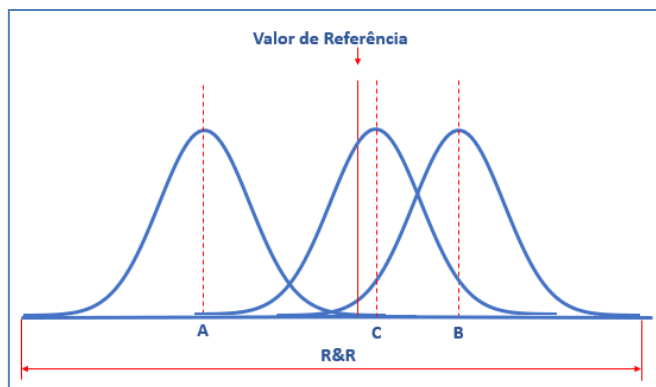
Figura 7: Exemplo Gráfico de Reprodutibilidade



Fonte: AIAG (2002)

Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R): estimativa da variação combinada da repetitividade e da reprodutibilidade do sistema de medição. Dito de outra forma, o R&R é a variância resultante da soma das variâncias dentro do sistema e entre sistemas.

Figura 8: Estudo R&R



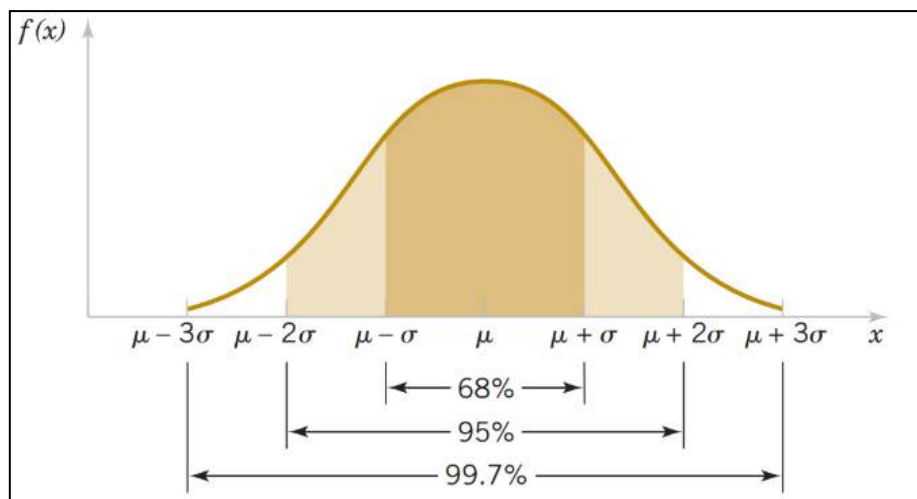
Fonte: AIAG (2002)

2.1.3 ESTUDOS INICIAIS DE PROCESSO

Os estudos iniciais de processo, consistem basicamente na avaliação estatística da dispersão do resultado de um processo em torno de um valor central e na comparação dessa variação com a máxima variação aceitável para determinado parâmetro de qualidade resultante desse processo, tendo como principal propósito, determinar se o processo de produção é capaz de produzir produtos que atendam requisitos dos clientes.

Conforme apresentado na Figura 9, essa análise fundamenta-se na suposição de que um processo cuja à variabilidade de seus resultados seja principalmente aleatório terá como resposta valores dispersos em torno de um ponto central, segundo uma distribuição Gaussiana ou Normal.

Figura 9: Distribuição Normal (Gaussiana)



Fonte: Zibetti, A. (2018)

Os estudos iniciais de processo, foram sumarizados com os índices de capacidade e desempenho. A partir dos dados dos processos, pode-se calcular o desvio-padrão do processo. Uma vez estimado o desvio-padrão do processo, pode-se quantificar a capacidade do processo e/ou performance do processo.

Quando calculados através do mesmo conjunto de dados, CPK e PPK podem ser comparados e as fontes de variação do processo analisadas.

a) Índice de capacidade:

O Cp compara a tolerância especificada com a variação potencial do processo. Descreve a relação entre o espaço disponível para variação de acordo com as especificações e o espaço ocupado pela variação do processo. AIAG (1997)

Para caracterizar a **localização** do processo usamos o **Cpk**, que avalia a distância da média do processo com a especificação mais próxima dela. Quando o processo opera **centralizado na nominal** (alvo da especificação), os dois índices (Cp e Cpk) **terão o mesmo valor**, ou valores muito próximos. A medida que a **média do processo se desvia da nominal, o Cpk vai ficando menor que o Cp**. AIAG (1997)

A **interpretação dos valores do Cp e Cpk** depende de o processo estar sob ou fora de controle estatístico. AIAG (1997)

Se o processo está sob controle, o Cp e o Cpk representam a capacidade real do processo – como se comportou no passado e o que se espera que continue a fazer no futuro. AIAG (1997)

Se o processo é imprevisível – ou fora de controle – o Cp e Cpk não são representativos. AIAG (1997).

b) Índices de performance/desempenho:

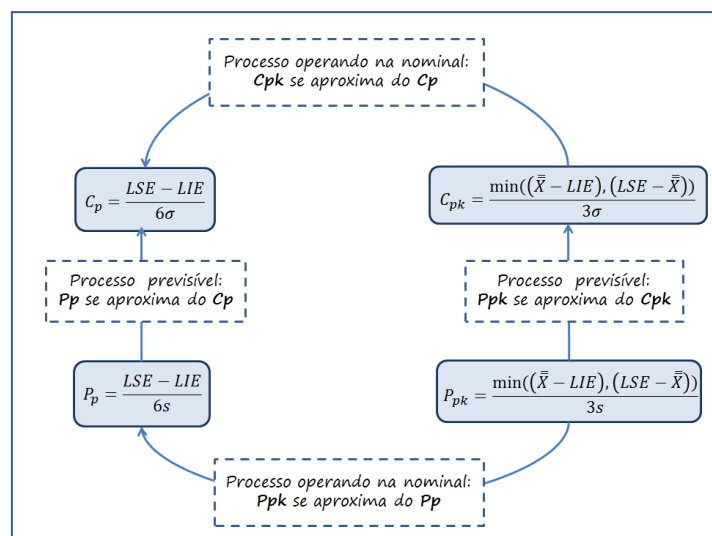
O Pp compara o desempenho do processo com a variação máxima permitida pela tolerância.

Este índice oferece uma medida de como o processo atende as necessidades de variabilidade. AIAG (2005)

O Ppk leva em conta a centralização do processo e o desempenho. Para tolerâncias bilaterais, Ppk sempre será menor ou igual a Pp. Ppk será igual a Pp apenas se o processo estiver centralizado.

Assim, a proximidade entre os valores de Cp e Pp caracteriza um processo que está sendo operado de forma consistente ao longo do tempo. Quando esses dois índices diferem de maneira substancial, você pode ter certeza de que o processo está sendo operado de forma imprevisível. Segue abaixo da Figura 10 uma esquematização onde faz correlação entre os índices.

Figura 10: Esquematização PP/PPK e CP/CPK



Fonte: Harbor (2017)

Esse cuidado garante avaliação da variação natural do processo, inerente ao processo, usando um mínimo de amostras e um consequente mínimo período de tempo. “A variação natural do processo, é representado pela variabilidade observada nos produtos produzidos, considerando como variáveis as medidas individuais da característica de qualidade.” (TOLEDO, 2017, P. 278).

O conceito de capacidade do processo tem uma associação com a especificação do produto que o processo deve atender, ou seja, é a capacidade de o processo produzir unidades do produto, e sua repetibilidade, dentro das especificações de projeto do produto. Assim, a capacidade do processo mede a relação entre a variabilidade natural do processo para produzir determinado produto e a tolerância de especificação do projeto desse produto, que é representada pela faixa de valores entre LSE (Limite Superior de Especificação) e o LIE (Limite Inferior de Especificação).

Como critério para aceitação deste estudo, definiu-se os mesmos critérios conforme definido pelo manual APQP (1997), deve atingir o índice de 1,67 mínimo sem necessidade de plano de ação, entre 1,33 e 1,67, pode ser aceitável mediante a um plano de ação, abaixo de 1,33 deverá ser aplicado um controle 100% até alcançar a estabilidade, além de elaborar um plano de ação imediato.

2.1.4 PRINCIPAIS EQUAÇÕES

Através das equações, é possível realizar análise e medir a estabilidade do processo. Na medida em que foram identificados os *gaps* de performance do processo, baseadas nos métodos estatísticos aplicados, foram sugeridas as melhorias. A seguir demonstraremos as principais equações utilizadas nesta pesquisa:

- Média Aritmética (\bar{X});

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

- Amplitude total da amostra (AT);

$$AT = X_{m\acute{a}x} - X_{m\grave{i}n}$$

- Variância Amostral;

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- Desvio Padrão Amostral;

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- índice Cp;

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\hat{\sigma}(\bar{R}/d_2)}$$

- Índice Pp;

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\hat{\sigma}(s)}$$

- Índice PPK;

$$P_{pk} = \frac{\min((\bar{X} - LIE), (LSE - \bar{X}))}{3\sigma}$$

- Índice CPK;

$$C_{pk} = \frac{\min((\bar{X} - LIE), (LSE - \bar{X}))}{3\sigma}$$

3. METODOLOGIA

O presente estudo de natureza aplicada e abordagem quantitativa, utilizou procedimento de ex-post-facto e estudo de caso descritivo, realizado em uma empresa de manufatura do setor de autopeças.

A pesquisa a seguir demonstrou a importância desta análise, para identificar a verdadeira influência do tratamento térmico sobre o processo, onde aplicou o estudo estatísticos antes e depois da operação, sugerindo correções nas especificações quando necessário. Assim evitando problemas nas operações de acabamento e por consequência no produto e clientes.

Para facilitar o entendimento quando se fala sobre engrenagens, algumas definições foram estabelecidas. De acordo com Mazzo (2013), *Roda Dentada*, (ou apenas roda para simplificar, quando inserido no contexto) nesse caso, seria o termo adequado.

Consultando dicionário, *engrenagem*, segundo o dicionário Aurélio:

s.f.1. Jogo de rodas dentadas para transmissão de movimentos e forças, nos maquinismos. Aceitando a definição e do dicionário *Aurélio* e, também, pelo fato de o termo engrenagem ficar, ao longo do tempo, tão associado à ideia de sinônimo de roda dentada, vamos aqui endossar essa prática, que é tão comum no dia a dia dentro das empresas. “A engrenagem objeto do estudo será a de dente reto. Consiste que ao posicionar a roda dentada com seu eixo na posição vertical, as extremidades de um mesmo dente estiverem alinhadas com o eixo da roda. Nesse caso, podemos dizer que a inclinação é de 0°.” (MAZZO, 2013, P.114). A Figura 11 e o Quadro 2 demonstram as características, que serão controladas durante o processo de fabricação.

Figura 11: Engrenagem dente reto



Fonte: Empresa setor autopeça

Quadro 2: Características Estudadas

Descrição <SC>
Diâmetro 54,7 mm
Concentricidade 0,04 mm Máx.
Largura 18,4 mm
<i>Bombatura</i> 0,007 - 0,011mm
Espessura Circular 4,818 mm
Cota de Controle (Wk) 28,940mm
Entre Pinos 83,283 mm

Fonte: Empresa setor autopeça

A escolha destas características foi realizada de acordo com sua importância sobre o produto, pois às mesmas são definidas como características significativas de produto, identificadas no respectivo desenho pela simbologia <SC> que significa característica significativa.

Com a aplicação dos estudos estatísticos conforme Quadro 3, foi possível verificar a capacidade do processo em atender ou não as tolerâncias de produto, além de atingir ou não o resultado esperado com relação aos objetivos pré-estabelecidos.

Quadro 3: Delimitação da Pesquisa

Tipo de Pesquisa			Característica		
Natureza	Abordagem	Fins de Pesquisa	Procedimento	Resultado	Metodologias
Aplicada	Qualitativa	Descritiva	Ex-post-facto	Impacto tratamento térmico antes e depois	Capabilidade Cp/Cpk e Pp/Ppk
			Estudo de Caso	Capaz ou não capaz	Capabilidade Cp/Cpk e Pp/Ppk
				Variação da Dispersão	Repetitividade e Reprodutibilidade
				Variação de Localização	Tendência
				Variação de Localização	Linearidade
				Variação de Localização	Estabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa pesquisa dividiu-se em 6 etapas distintas, sendo que a saída de cada etapa foi a entrada para próxima, até chegar ao ciclo da melhoria contínua, com processo implementado de forma definitiva. A Figura 12 ilustra a organização da metodologia desenvolvida e suas etapas.

Figura 12: Metodologia de Estudo e suas etapas



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS E AMOSTRAGEM

Nessa etapa foram definidas os estudos e plano de amostragem de forma que fossem representativas dos subgrupos de itens, visando ressaltar diferenças entre subgrupos e não internamente aos grupos, com objetivo de identificar as causas assinaláveis ou especiais, que se manifestaram por intermédio das diferenças entre os subgrupos, caso estivessem presentes

Era necessário realizar os estudos com no mínimo 125 amostras. Então, para garantir a quantidade de amostras na última operação, nas primeiras operações foram realizados estudos com 160 peças para substituir as perdas durante a manufatura, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Plano de Amostragem e Testes

Característica Final	Op	Descrição	Estudos	Resultados do Estudo	Equipamento utilizado	Qtd amostras	Qtd pessoas
Diâmetro 54,7 mm +0,02 / - 0,00	10	Tornear	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Mitutoyo	160	1
			Tendência	Localização	Tridimensional Mitutoyo		
			Linearidade	Localização	Tridimensional Mitutoyo		
			Estabilidade	Localização	Tridimensional Mitutoyo		
	30	Tratamento Térmico	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Mitutoyo	150	1
40	Tornear	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Mitutoyo	140	1	
Concentricidade e 0,04 mm Máx.	20	Gerar Dente	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	160	1
			Tendência	Localização	Tridimensional Hoffler		
			Linearidade	Localização	Tridimensional Hoffler		
			Estabilidade	Localização	Tridimensional Hoffler		
	30	Tratamento Térmico	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	150	1
50	Retifica	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	140	1	
Largura 18,4 mm +0,2 / - 0,0	10	Tornear	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Mitutoyo	160	1
			Tendência	Localização	Tridimensional Mitutoyo		
			Linearidade	Localização	Tridimensional Mitutoyo		
			Estabilidade	Localização	Tridimensional Mitutoyo		
	30	Tratamento Térmico	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Mitutoyo	150	1
Característica Final	Op	Descrição	Estudos	Resultados do Estudo	Equipamento utilizado	Qtd amostras	Qtd pessoas
Bombatura 0,007-0,011mm	20	Gerar Dente	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	160	1
			Tendência	Localização	Tridimensional Hoffler		
			Linearidade	Localização	Tridimensional Hoffler		
			Estabilidade	Localização	Tridimensional Hoffler		
	30	Tratamento Térmico	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	150	1
50	Retificar	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	140	1	
Espessura Circular 4,818 mm -0,040 / -0,100	20	Gerar Dente	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	160	1
			Tendência	Localização	Tridimensional Hoffler		
			Linearidade	Localização	Tridimensional Hoffler		
			Estabilidade	Localização	Tridimensional Hoffler		
	30	Tratamento Térmico	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffler	150	1

	50	Retificar	Capabilidade	Capaz ou não capaz	Tridimensional Hoffer	140	1
--	----	-----------	--------------	--------------------	-----------------------	-----	---

Fonte: Elaborado pelo autor

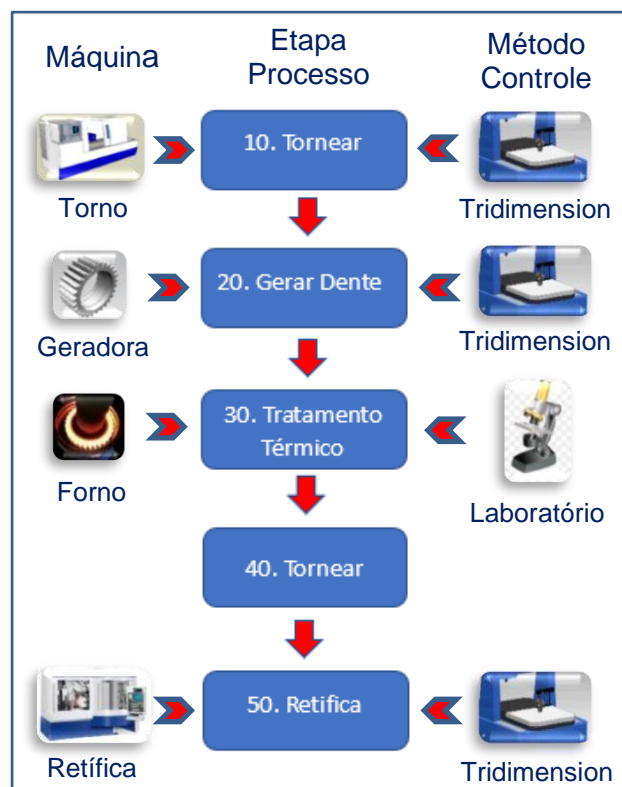
3.2 APLICAÇÃO PRÁTICA

Etapa de realização de estudos e coletas de dados no “chão de fábrica”, foi utilizado a técnica de observação sistemática, realizada com planejamento, e condições controladas, o que possibilitou responder aos propósitos preestabelecidos (Prodanov, 2013).

Nessa etapa da pesquisa foi observado, registrado, analisado e ordenado dados, sem manipulá-los, isto é, sem interferência. A ideia foi identificar a frequência com que um fato ocorria, sua natureza, suas características, causas, relações com outros fatos.

Após a coleta dos dados, foi preciso avaliar os fenômenos e identificar como ocorreram no registro de variáveis. Para análise, foram utilizados métodos estatísticos para descrição e interpretação dos dados coletados, considerando o Fluxograma 1, o que possibilitou o entendimento da sequência das características estudadas como demonstrado a seguir:

Fluxograma 1: Fluxograma de Processo



Fonte: Elaborado pelos autores

A análise dos resultados através de gráficos para verificação dos índices de capacidade proporcionou o entendimento sobre o real impacto do tratamento sobre as amostras e a necessidade ou não de ações para correção do processo.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Nesta etapa foi avaliada a qualidade da engrenagem de acordo com a performance do processo produtivo, através de gráficos gerados pelas cartas de controles. Por ser um novo processo, este apresentou uma instabilidade em algumas características com número significativo de causas especiais, e por esta razão inviabilizou o estudo de CP e CPK já que a estabilidade é um requisito, ficando assim restrito a análise PP e PPK. Toledo (2017).

O resultado deste estudo permite analisar a importância da aplicação da metodologia estatística no processo, como uma ferramenta preventiva de falha no cliente e redução de sucata, possibilita antever os modos de falha no cliente final, reduzindo custos com garantias e análises de problemas no cliente.

Conforme informado no capítulo anterior, a sequência desta análise foi dada pelo fluxo de processo, demonstrando a operação bem como o resultado do estudo com a respectiva análise na sequência.

Porém antes, será apresentado o resultado dos estudos de MSA (Análise Sistema de Medição), que tem como principal função, validar os sistemas de medição, conforme apresentado na Tabela 2. Sendo esses estudos aplicados na tridimensional marca Hoffler, utilizada para medição das dimensões relacionadas aos dentes da engrenagem e a tridimensional da marca Mitutoyo, utilizada para medição da largura e diâmetros.

Como definido no manual AIAG (2002), segue o critério de aceitação para itens relacionado a dispersão:

- Erro dispersão menor que 10%: sistema considerado como aceitável.
- Erro dispersão entre 11% e 30%: o sistema de medição pode ser aceito com base importância de sua aplicação.
- Erro dispersão acima 31%: sistema de medição considerado como não aceitável.

Tabela 2: Estudos Equipamentos de Medição

Característica Final	Estudos	Equipamento de medição utilizado	% sistema de medição	Resultado
Diâmetro 54,7 +0,02 / -0,00	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Mitutoyo	25%	Entre 11% a 30% Aprovado mediante plano de ação
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Mitutoyo	10%	Aprovado
	Tendência	Tridimensional Mitutoyo	Aceitável	Aprovado
	Linearidade	Tridimensional Mitutoyo	Aceitável	Aprovado
	Estabilidade	Tridimensional Mitutoyo	Em andamento	Em processo - Período Um ano
Concentricidade 0,04 mm Máx.	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Hoffler	8%	Aprovado
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Tendência	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
	Linearidade	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
	Estabilidade	Tridimensional Hoffler	Em andamento	Em processo - Período Um ano

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3: Estudos Equipamentos de Medição

Característica Final	Estudos	Equipamento utilizado	% sistema de medição	Resultado
Largura 18,4 mm +0,02 / - 0,00	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Mitutoyo	10%	Aprovado
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Mitutoyo	5%	Aprovado
	Tendência	Tridimensional Mitutoyo	Aceitável	Aprovado
	Linearidade	Tridimensional Mitutoyo	Aceitável	Aprovado
	Estabilidade	Tridimensional Mitutoyo	Em andamento	Em processo - Período Um ano
Bombatura 0,007 - 0,011mm	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Hoffler	70%	Reprovado
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Tendência	Tridimensional Hoffler	Inaceitável	Rejeitado
	Linearidade	Tridimensional Hoffler	Não realizado	Rejeitado
	Estabilidade	Tridimensional Hoffler	Em andamento	Em processo - Período Um ano
Espessura Circular 4,818 mm -0,040 / -0,100	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Tendência	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
	Linearidade	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
	Estabilidade	Tridimensional Hoffler	Em andamento	Em processo - Período Um ano
Cota de Controle (Wk) 28,940mm -0,037 / -0,091	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Tendência	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
	Linearidade	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
	Estabilidade	Tridimensional Hoffler	Em andamento	Em processo - Período Um ano
Entre Pinos 83,283 mm -0,068 / -0,171	Repetibilidade Dinâmico	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado
	Repetibilidade Estático	Tridimensional Hoffler	10%	Aprovado

Tendência	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
Linearidade	Tridimensional Hoffler	Aceitável	Aprovado
Estabilidade	Tridimensional Hoffler	Em andamento	Em processo - Período Um ano

Fonte: Elaborado pelos autores

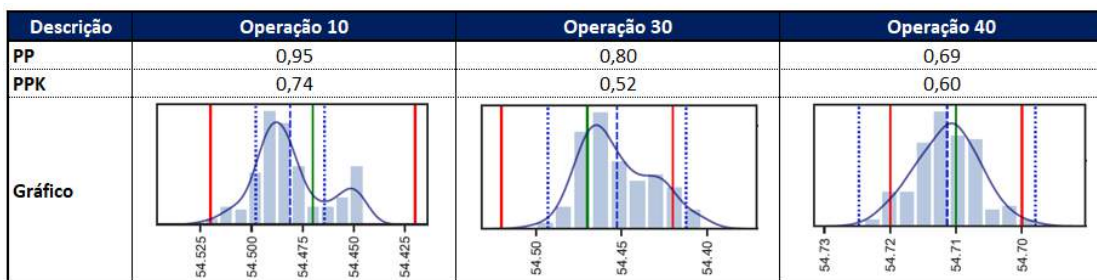
Com resultados acima, foi possível identificar que as Tridimensionais, estão em condições de dimensionar com precisão as características definidas pelo desenho de produto, com exceção da *bombatura*, que apresentou o resultado de 70% no ensaio de repetibilidade dinâmico e um resultado de tendência não aceitável, sendo considerado como reprovado e necessitará de ações sobre o dispositivo de fixação, para que apresente um resultado confiável. Mediante a rejeição do sistema de medição da *bombatura*, não foram apresentados os valores encontrados durante análise de performance do processo desta característica por não serem confiáveis. Demais dimensões segue análise na sequência, como planejado inicialmente.

4.1 RESULTADOS DOS ENSAIOS ESTATÍSTICOS

Na sequência, será possível verificar o comportamento das características durante a produção de acordo com fluxo de processo apresentado anteriormente, a análise ocorre logo após a apresentação do resultado.

Figura 13 a seguir, demonstra o resultado do Diâmetro 54,7mm:

Figura 13: Performance Diâmetro 54,7 (+0,02/-0,00)mm



Fonte: Elaborado pelos autores

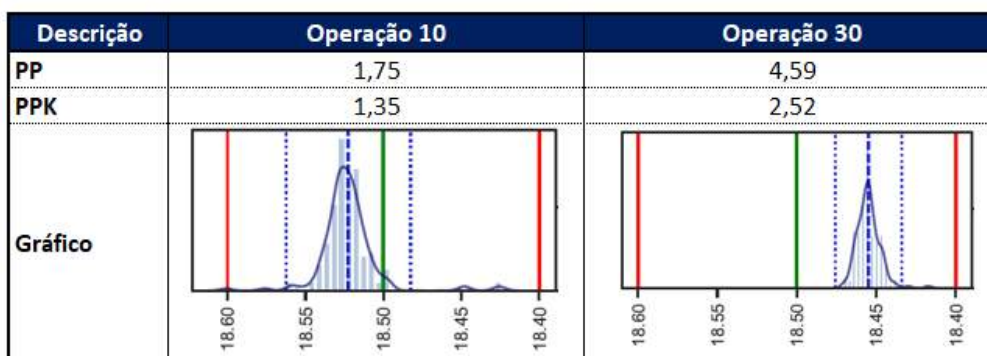
Este diâmetro confeccionado na operação de torno é dividido em três etapas, operação 10 é de desbaste, a operação 30 não há remoção de material, trata-se da operação de tratamento térmico, onde a engrenagem é submetida a uma temperatura elevada em forno e resfriada a óleo, para aumentar a dureza na superfície e com isto a resistência ao desgaste, após na operação 40 ocorre novamente o torneamento do diâmetro interno, para dar o acabamento final na superfície. Todas as três etapas foram dimensionadas com a Tridimensional Mitutoyo. Então seguindo a análise, é

possível observar que os índices PP e PPK apresentaram um resultado melhor na operação de desbaste do que a de acabamento, porém é preciso destacar que nesta etapa a faixa de tolerância é maior por isso a impressão de um melhor resultado aparente, mas o objetivo é analisar a distribuição dos resultados, após a respectiva operação. Dando continuidade na análise, foi possível verificar que os valores encontrados da operação de tratamento térmico, deslocou a média dos valores encontrados para direita da nominal, e aumentou a dispersão. A operação de acabamento não foi suficiente para corrigir a variação, o valor de PPM (Peças Por Milhão) estimado para o PPK encontrado é no mínimo de 35000 peças não conformes por milhão, ou seja 3,5% do lote. Nesta situação será necessária aumentar a frequência de medição para garantir a detecção e ações imediatas para melhorar performance do processo.

Segundo Toledo (2017), para que um processo seja considerável estável, precisa que nenhum ponto caia fora dos limites de controle, ou seja, nenhum ponto esteja acima ou abaixo de 3 desvios padrões em relação a média, pois a probabilidade neste da ocorrência neste caso seria de apenas 0,27%, enquanto o estudo demonstra que esta bem acima deste valor.

Na Figura 14, demonstra os valores encontrados na característica largura 18,4mm:

Figura 14: Performance Largura 18,4mm (+0,02/ - 0,00)



Fonte: Elaborado pelos autores

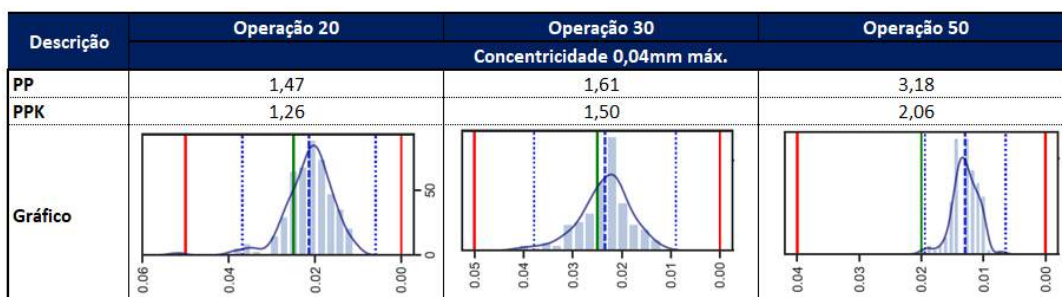
Esta característica é também confeccionada na operação de torno na operação 10, desbastando as faces da engrenagem. Pela tolerância de produto está é operação realizada o desbaste e acabamento, para confecção da largura, mas também passa pela operação de tratamento térmico posteriormente, como explicado na característica

anterior. Na análise de performance do processo de usinagem, demonstrou um ótimo resultado. Assim formando uma distribuição normal, dentro dos limites de controle, devendo considerar como aprovado. Carpinetti (2012)

Mas um detalhe de extrema importância foi detectado pela análise estatística, que demonstrou uma influência significativa da operação de tratamento térmico, gerando a necessidade de criar uma restrição na tolerância máxima na operação 10, conforme os gráficos apresentados na Figura 14, já que caso produzir engrenagens próximo ao limite máximo especificado, há uma grande probabilidade de haver peças acima do limite superior, pois o tratamento térmico desloca a média dos valores encontrados para o limite máximo. Mas vale salientar que com valores de PP e PPK encontrados, permite-nos afirmar que não se faz necessário realizar medições durante a produção do lote, permite a liberação apenas no set-up e ajustes.

As características apresentadas na sequência, passam pela mesma sequência de operações para confecção do dentado da engrenagem. A operação 20 que realiza o desbaste, confecciona os dentes da engrenagem e possui tolerâncias mais flexíveis do que a operação 50, por se tratar de uma operação de acabamento. A operação 30 como informado anteriormente, trata-se da operação de tratamento térmico. Características estas, controladas pela máquina de medição dos dentes da engrenagem, tridimensional Hoffler. Então dando continuidade na análise, a Figura 15 a seguir, demonstra o resultado da característica concentricidade 0,04mm máx.

Figura 15: Performance concentricidade 0,04mm máx

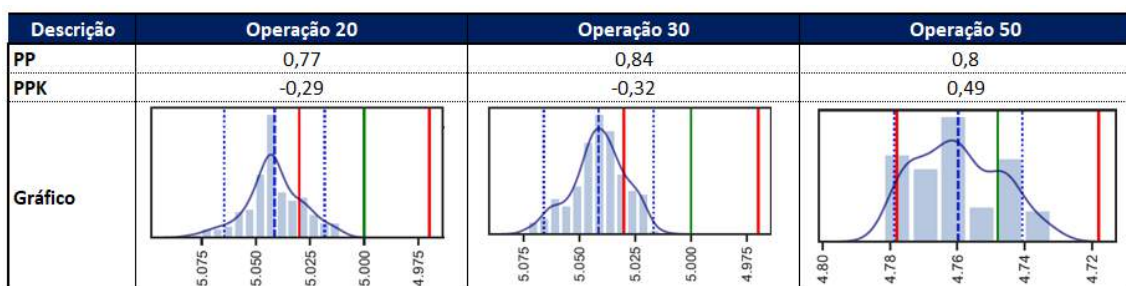


Fonte: Elaborado pelos autores

A característica apresentou uma pequena variação na operação de desgaste, nesta característica há condição é de que quanto menor melhor, a média dos valores encontrados na operação 20 ficaram muito próxima da mínima, estando na condição esperada como definido por Toledo (2017). Porém, com leve aumento da dispersão após realização do processo do tratamento térmico.

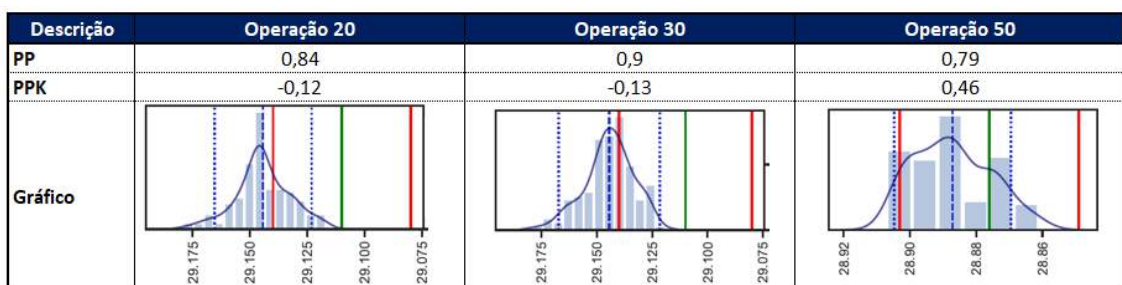
Na operação 50 de acabamento, realizado por uma máquina de retífica, há uma melhora significativa, com a característica tendendo para o mínimo, condição esperada. O processo se apresentou estável, o que autoriza a liberação após *set-up* e ajustes que deverá ser realizado em cada lote de produção. A seguir será apresentado o resultado das dimensões espessura circular 4,818mm, cota de controle (Wk) 28,940mm (-0,037 / -0,091) e entre pinos 83,283 mm (-0,068 / -0,171), conforme Figuras 16, 17 e 18 respectivamente.

Figura 16: Performance Espessura Circular 4,818 (-0,040/ -0,100)mm



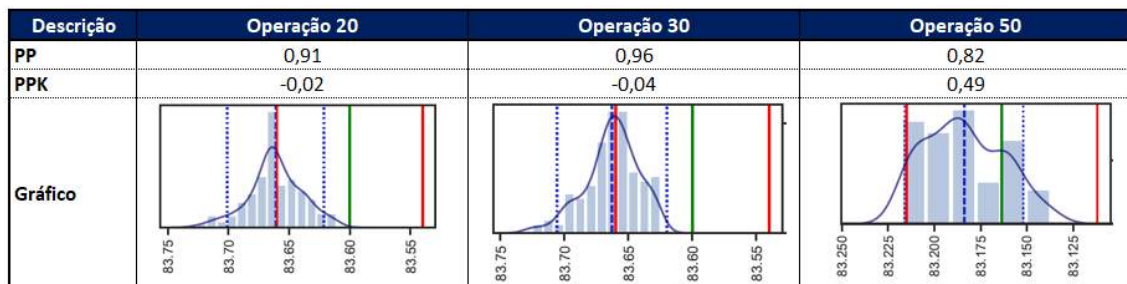
Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 17: Cota de Controle (Wk) 28,940mm (-0,037 / -0,091) mm



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 18: Entre Pinos 83,283 mm (-0,068 / -0,171) mm



Fonte: Elaborado pelos autores

Os gráficos demonstram que na operação de desbaste identificada pelo número 20, esta característica está fora do intervalo especificado, há sérios problemas durante confecção dos dentes da engrenagem e exige uma revisão do processo para aproximar a média com relação ao valor referência, ou seja, valor nominal, além da necessidade de reduzir a dispersão, que também está muito elevada, impossibilitando a correção no acabamento, conforme gráficos da operação 50. Demonstra também, um fator positivo no tratamento térmico sobre as características, pois traz as peças para o valor médio, diminuindo a dispersão, mas sem muito impacto.

Porém, em virtude da dispersão apresentada na operação de desbaste, impossibilita a correção da característica na operação de acabamento, assim há probabilidade de haver peças fora do especificado, que pelos valores encontrados estimasse que haverá no mínimo de 66807 peças por milhão defeituosas ou seja um índice mínimo de 6,7% de peça rejeitadas, um número elevadíssimo. Segundo Toledo (2017), o processo é considerado estável quando seus gráficos de controle não indicarem sinais de anormalidade ou presença de causa especiais, o que não é o caso, já que a dispersão está elevada .

O próximo passo será aplicar ações de melhoria no processo e iniciar nova rodada de análise e assim reduzir este índice de peças não conformes, pois entende-se que 6,7% de rejeições é um valor inaceitável para aprovação de um processo produtivo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar a importância do método estatístico para o desenvolvimento de um novo processo de usinagem. Pois, em geral

existem vários métodos de análise de um processo com sua respectiva importância, mas quando escolhidos adequadamente e agregados com conhecimento adquirido através de experiências dos especialistas envolvidos, proporciona resultados significativos e por consequência suporte para tomada de decisão mais assertiva possível, inclusive sobre as ações de melhoria no processo. Assim sendo, as ferramentas estatísticas permitiram aos envolvidos, a oportunidade de antever os problemas, possibilitando assim melhora no resultado, baixando custos com desperdício, possibilitando crescimento e desenvolvimento adequado da nova linha de engrenagem.

Durante a pesquisa verificou-se que alguns processos de medição não estavam adequados para utilização, necessitando de melhorias que serão sugeridas, analisadas e implementadas na sequência. Apesar deste resultado fora do esperado, foi fundamental a possibilidade de identificar neste momento, pois assim evita-se adição de custos com problemas de qualidade no cliente, o que certamente poderia acontecer posteriormente caso não fosse realizado estes estudos.

Com a redução e porque não eliminação de risco de obter peças fora dos limites especificados, nos permite afirmar que este resultado só reforça a importância da aplicação do método estatístico, pois sem esta ferramenta, não seria identificado estes problemas e seriam determinadas ações reativas posteriores ao lançamento do produto, que por consequência aumentaria o custo com contenções para garantir o não envio de peças não conformes, além de aumentar a sucata interna gerando a necessidade de reprogramação, possibilitando atrasos na entrega.

Enfim, além de atingir o objetivo principal, a pesquisa também proporcionou verificar a eficácia dos controles existentes, determinar as principais metodologias de análise, falhas potenciais, investigação de problemas, intervenção nos processos, elaborando se necessário, novos controles no setor que permitiram acompanhar e melhorar desempenho, o que só comprova o quanto é importante a utilização da estatística como alternativa para melhora da qualidade e redução de custos com desperdício em um processo de produção, no caso aplicado para uma nova linha de usinagem.

REFERÊNCIAS

AIAG – AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP. **Manual de Referência CEP** (Controle Estatístico de Processo). 2ª Edição. São Paulo: IQA (Instituto da Qualidade Automotiva). 2005.

AIAG – AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP. **Manual MSA** (Análise Sistema de Medição). 3ª Edição. São Paulo: IQA (Instituto da Qualidade Automotiva), 2002.

AIAG – AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP. **Manual APQP** (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle). 1ª Edição. São Paulo: IQA (Instituto da Qualidade Automotiva), 1997.

BNDES SETORIAL 42, Rio de Janeiro, n.42, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 1995. Semestral. ISSN 1414-9239. Type: Periódico.

CRESPO, Antônio A. **Estatística**. São Paulo: Saraiva, 2002. (Série Estatística)

CARPINETTI, Luiz Cesar R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é Grátis**. Edição em Inglês, New American Library, 1980.

DAVIS, M.M; AQUILINO N.J.; CHASE R.B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEMING, W.E. **As chaves da excelência**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1992.

EMPRESA AUTOPEÇAS. **Desenho de Produto**. Gravataí, 2018.

FENABRAVE, **Emplacamentos**. São Paulo, 2018. Disponível em: < <https://www.fenabrave.org.br> >. Acesso em: 03 nov. 2018, 01:35.

FECAP. **Cadeia Produtiva**, 2018. Disponível em: < www.fecap.com.br >. Acesso em: 10 set. 2018, 01:00.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2002.

GROSBY, Philip B. **Quality is free**. New York American Library, 1979.

HARBOR, **CEP**. 2017. Disponível em:< https://www.harbor.com.br/wp-content/uploads/2017/07/CEP_relacao_entre_Cp_Cpk_Pp_Ppk.png > Acesso em. 01 mai. 2019, 10:00.

HARBOR, **6 Sigma**. 2017. Disponível em: < <https://www.harbor.com.br/harbor-blog/2017/08/17/o-que-e-um-processo-6-sigma/> > Acesso em 01 mai. 2019, 11:00.

JUNIOR, Isnard M. et al. **Gestão da Qualidade**. 10ª Edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

JUNIOR, M.L. **Mapeamento de Processos de Gestão Empresarial**. 1ª Edição. Curitiba, 2016.

JURAN, Joseph M. **A Qualidade desde o projeto**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Ltda, 2011.

JURAN, J.M. **Na liderança pela qualidade**. 3ª.Ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

JUNICO, Antunes. **Sistemas de produção: conceito e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookaman, 2008.

LUCINDA, Antônio M. **Qualidade Fundamentos e Práticas**. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2010.

MAZZO, Norbeto. **Engrenagens cilíndricas: Da concepção à fabricação**. Edgard Blucher, São Paulo, 2013.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004.

OLIVEIRA, Otávio J. **Gestão da Qualidade: Tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PORTAL ACTION. **Análise Sistema de Medição**. 2018. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/analise-dos-sistemas-de-medicao/11-sistema-de-medicao>>. set. 2018, 23:50

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico. Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho Acadêmico**. 2ª Edição. Novo Hamburgo: Feevalle, 2013.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. T. **Controle Estatístico do Processo: série monográfica qualidade**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012

SINDIPEÇAS. **Desempenho do Setor de Autopeças**. São Paulo. 2018.

SOARES, G.M. **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em Indústrias de Bebidas: um estudo de caso – Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

TONINI, A. C., SPÍNOLA, M. M. **Uso de Índices Cp e Cpk no desenvolvimento de software: uma crítica**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos. ENEGEP, 2010.

TOLEDO, José Carlos et al. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

ZIBETTI, A. **Probabilidade, normal**. Moodle-UFSC, 2018. Disponível em: <<https://www.inf.ufsc.br/~andre.zibetti/probabilidade/normal.html> >. Acesso em: 10 set. 2018, 23:10

CAPÍTULO 10

SISTEMA PRODUTIVO INDUSTRIAL ENXUTO E PUXADO PELA DEMANDA

Manoel Gonçalves Filho

Instituição: Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Programa de Pós Graduação em Administração (PPGA)

E-mail: manoel.goncales01@fatec.sp.gov.br

Clóvis Delboni

Instituição: Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Programa de Pós Graduação em Administração (PPGA)

E-mail: clovisger@gmail.com

Reinaldo Gomes da Silva

Instituição: Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP)

E-mail: reinaldorgda@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação da Produção Enxuta e de suas ferramentas no processo produtivo de uma indústria fabricante de móveis para refrigeração industrial. Foi realizada uma mudança estratégica e apuraram-se os resultados, considerando a comparação entre a situação atual e futura na concepção do volume de produção, características do produto, tempo de fabricação, e pela análise do processo em relação aos desperdícios, defeitos e armazenamento de materiais desnecessários, que podem aumentar o custo do produto final. Da mesma forma, a redução ou eliminação de recursos também é tendência em uma perspectiva de sustentabilidade, pois essas ineficiências podem levar ao aumento do consumo gerado na produção e impactar o meio ambiente. Considerando-se a importância da Estratégia de Produção alinhada às operações como prioridade para a conquista de resultados positivos, foi realizada uma reflexão teórica, exploratória, bibliográfica e descritiva. A pesquisa conduzida é de natureza aplicada e adotou-se os métodos de abordagem indutivo e comparativo. Analisou-se a aplicabilidade dos conceitos e das ferramentas da Produção Enxuta e, por meio de estudo de caso, investigou-se o processo produtivo da indústria. A contribuição está na certificação de que com a adoção das ferramentas e pensamento enxutos, é possível se eliminar os desperdícios, promovendo melhorias no processo de fabricação, e mensurar ganhos financeiros. Como resultados práticos, essa reorganização estratégica empresarial reduziu custos e aperfeiçoou o processo, o que proporcionou o aumento do nível de competitividade em uma economia globalizada.

PALAVRAS-CHAVE: Estratégia de Produção. Produção Enxuta. Móveis para Refrigeração

ABSTRACT: The present work aims to present an application of Lean Production and its tools in the production process of an industry manufacturer of furniture for industrial refrigeration. A strategic change was made and the results were evaluated, considering the comparison between the current and future situation in the design of production volume, product characteristics, manufacturing time, and process analysis in relation to wastes, defects and storage of unnecessary materials, which can increase the cost of the final product. Likewise, the reduction or elimination of resources is also a trend from a sustainability perspective, as these inefficiencies can lead to increased consumption generated in production and impact the environment. Considering the importance of the Production Strategy aligned to the operations as a priority for the achievement of positive results, a theoretical, exploratory, bibliographical and descriptive reflection was carried out. The research conducted is of an applied nature and the methods of inductive and comparative approach have been adopted. The applicability of the Lean Production concepts and tools was analyzed and, through a case study, the productive process of the industry was investigated. The contribution is to certify that with the adoption of lean tools and thinking, it is possible to eliminate wastes, promoting improvements in the manufacturing process, and measuring financial gains. As a practical result, this strategic business reorganization reduced costs and improved the process, which has given rise to the level of competitiveness in a globalized economy.

KEYWORDS: Strategy. Lean Production. Furniture for Refrigeration.

1. INTRODUÇÃO

A produção industrial de refrigeradores no Brasil aumentou entre os anos 2000 e 2014 em função da estabilização da economia brasileira, assim, como pela abertura do mercado. A estabilização proporcionou a atração de investimentos, maior competitividade e, por consequência, efetivo aumento da exigência pela qualidade na fabricação de produtos e equipamentos. Essa mesma tendência de crescimento pode ser observada em toda linha de produtos eletrodomésticos, classificados como “linha branca”, que inclui refrigeradores, fogões, fornos, entre outros. A tendência de elevação das exportações aconteceu até o ano de 2009, sendo que nos anos seguintes ocorreu uma redução devido à crise mundial e o aumento da competição global.

O mercado interno de refrigeradores ocupa o terceiro lugar entre os produtos eletroeletrônicos e eletrodomésticos mais presentes nos lares brasileiros. Segundo dados da Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (ELETROS, 2014), em 2012 existiam mais de 60 milhões de refrigeradores nos lares brasileiros.

Diante desse cenário, há estudos e iniciativas para adequação das estratégias e tecnologias de fabricação dos equipamentos e a efetiva evolução tecnológica no processo produtivo como um todo, que objetivam maior produtividade. Em contrapartida, na área de refrigeradores, Ruan e Xu (2011) indicaram um aumento de mais de seis milhões de refrigeradores descartados, principalmente os de uso doméstico, que contém grande quantidade de materiais recicláveis, tais como aço, cobre, alumínio, plásticos, vidro e outros.

Segundo Kondo *et al.* (2001), a reutilização dos componentes de um refrigerador pela por sua desmontagem pode chegar a 30%, enquanto a combinação da desmontagem com a separação e a trituração de outras partes dos componentes pode levar a um percentual de reutilização próximo a 80%.

Assim, o correto tratamento do descarte e reutilização torna-se importante, tanto do ponto de vista econômico, quanto da preservação ambiental, tendo-se que o ciclo de vida desses equipamentos é cada vez mais curto.

Por outro lado, deve ser levada em consideração a questão da eficiência energética, vinculada ao processo de produção e ao uso dos refrigeradores residenciais e industriais. Dessa forma, a qualidade dos componentes e a adequação da montagem no processo produtivo geram impacto social relevante, tendo em vista que esses equipamentos estão entre os principais responsáveis pelo consumo de eletricidade em uma residência, juntamente com o chuveiro elétrico.

A aplicação da Produção Enxuta (PE) traz diversos resultados para a indústria em termos de produtividade e otimização na utilização dos recursos disponíveis. Dentre esses fatores, cabe destacar a relação da PE com o meio ambiente e o desenvolvimento de produtos e processos que viabilizem um menor impacto ambiental.

Processos enxutos se traduzem em valor agregado para as organizações. Nesse sentido, o valor agregado é obtido, de acordo com Rother e Shook (2003), a partir de fluxos que incluem todas as atividades essenciais pelas quais o produto passa, e durante a execução dessas atividades o produto recebe valor. Dentro dessa perspectiva, Caffyn (1999) considera que a agregação de valor é proveniente pelas melhorias contínuas, e são também fontes para a inovação.

Nesse sentido, Womack e Jones (2004) explicam que o propósito da PE é a eliminação de quaisquer desperdícios, pois além de não agregarem valor ao produto, também destroem o valor obtido pelo produto ou serviço nas atividades anteriores

pelas quais passou. Dessa forma, a PE entrega desempenho superior para os clientes, colaboradores, e demais *stakeholders* (BHASIN, 2012).

Segundo Porter e Linde (1995) as ineficiências do processo de produção em relação aos recursos causam desperdícios, defeitos e armazenamento de materiais desnecessários que aumentam o custo do produto. Assim, do ponto de vista Enxuto, tais ineficiências de recursos devem ser minimizadas, pois não contribuem para o valor agregado ao produto ou serviço. Os autores relatam que a redução ou eliminação do uso recursos é também tendência em uma perspectiva de sustentabilidade, pois essas ineficiências podem levar ao aumento do resíduo ambiental gerado na indústria.

Dües *et al.* (2013) afirmam que a aplicação da PE funciona como um catalisador para a Manufatura Verde (MV), pois facilita o processo de transformação da indústria em prol do seu desenvolvimento de forma sustentável.

Assim, podem-se definir as práticas verdes e enxutas, na Manufatura Verde (MV) e na Produção Enxuta (PE) sucessivamente, como um conjunto de técnicas que venham a eliminar ou reduzir os potenciais impactos negativos do sistema de produção no desempenho organizacional. Consequentemente a do consumo de produtos e serviços sobre o meio ambiente (RAO, 2005).

Nativi e Lee (2012) destacam que a sustentabilidade deve ser considerada como a combinação de fatores ambientais, econômicos e sociais fornecendo uma definição abrangente do conceito definido por Jonh Elkington como *Triple Bottom Line* (TBL), que consiste, sinteticamente, na prosperidade econômica, aliada à qualidade ambiental e à justiça social.

Assim, a operação do negócio deve causar um dano mínimo ao ambiente e se sustentar com base na integração de critérios ambientais, sociais e econômicos. Desse modo, em relação ao desempenho corporativo perante esses pilares, a indústria precisa do retorno financeiro e, ao mesmo tempo, deve buscar manter equilíbrio entre esses três aspectos, para que a organização possa ser sustentável em longo prazo.

A PE pode ser associada de algumas maneiras. É um sistema que integra desde a produção de bens e serviços em um custo mínimo (CELIS e GARCIA, 2012). Para os autores, ela também é associada à (i) eliminação de desperdícios, (ii) redução de estoque, (iii) redução do tempo de entrega, (iv) redução do retrabalho, (v) economia financeira e (vi) maior compreensão dos processos. De modo a minimizar os efeitos

da variabilidade no tempo de processamento ou demanda, além disso, a PE considera que o valor é criado pela indústria, mas deve ser definida pelo cliente.

Diante desse cenário pela busca de maior produtividade e em razão das mudanças que ocorrem no mercado, é exigido das organizações nova postura perante os seus clientes, concorrentes e fornecedores, e de seus processos de negócio chave e de toda a Cadeia de Suprimentos (CS). E por meio da inovação e nova reorientação estratégica e da produção, no sentido de atingir os objetivos corporativos, toda a CS pode se tornar mais competitiva.

Para a realização deste trabalho, foi realizado uma revisão teórica, exploratória, bibliográfica e descritiva. A pesquisa conduzida é de natureza aplicada e adotou-se os métodos de abordagem indutivo e comparativo. Analisou-se a aplicabilidade dos conceitos e das ferramentas da Produção Enxuta e, por meio de estudo de caso, investigou-se o processo produtivo em uma indústria de móveis para refrigeração industrial.

Este artigo é composto das seguintes seções: esta primeira parte introdutória, a segunda relativa ao arcabouço teórico, a terceira destinada aos aspectos metodológicos, a quarta referente ao estudo de caso e análise dos resultados, e a última trata das considerações finais.

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Os sistemas de produção, denominados “**sistemas empurrados**”, podem ser conceituados como a produção controlada por uma central de planejamento, que considera previsões de futuras demandas (GSTETTNER e KUHN, 1996; SPEARMAN *et al.*, 1990). De acordo com Huang *et al.* (1998), em um sistema empurrado, uma operação anterior do processo de produção produz sua parte sem esperar a requisição da operação imediatamente posterior. Segundo Fernandes (2007), o sistema empurra a produção quando o fluxo de materiais tem a mesma direção do fluxo de informação.

Por outro lado, os sistemas de produção denominados “**sistemas puxados**”, podem ser compreendidos como um programa de produção que autoriza a produção de determinado item de acordo com o pedido de vendas efetuado ou tarefa demandada pela estação subsequente, ao invés de programar a produção

antecipadamente e para estoque (SPEARMAN *et al.*, 1990). O Quadro 1 mostra de forma comparativa os sistemas de produção “puxado” e “empurrado”.

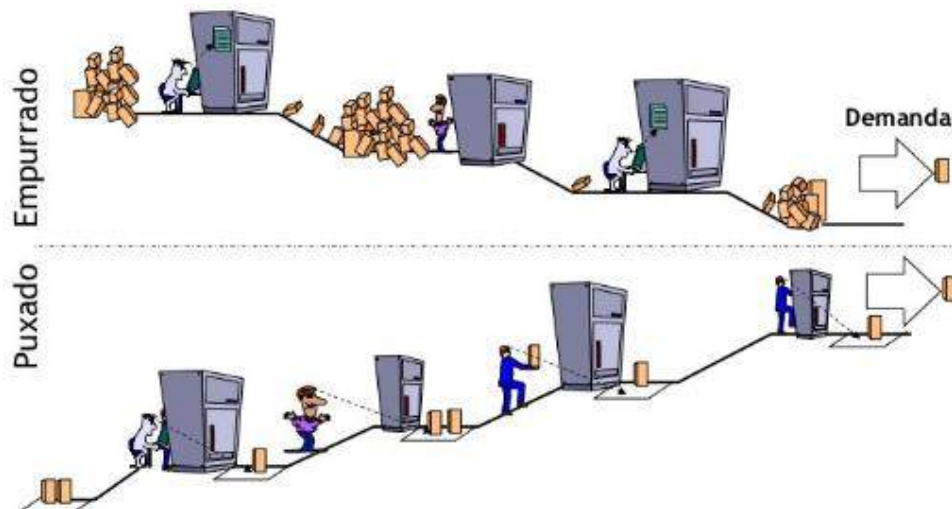
Quadro 1: Comparativo entre os sistemas de produção puxada e produção empurrada.

Sistema produtivo	Puxado	Empurrado
Produção	Repetitiva	Flexível
Melhorias do sistema	Ativo	Passivo
Defeitos	Mínimos	Médios/Altos
Lotes	Pequenos	Médios/Grandes
Controle	Processos	Produtos
Trabalho	Integrado	Estanque
<i>Lay out</i>	Por células	Por seções
Estoques	Baixos	Altos
Previsão de demanda	Pouca	Intenso
Operadores	Polivalentes	Especializados

Fonte: Slack e Lewis (2009)

Esses sistemas puxados de administração da produção procuram ajustar a produção à demanda pelos produtos, isto é, algo será produzido, transportado ou comprado somente no momento exato em que for necessário e na quantidade que será utilizada, eliminando, por exemplo, inventários entre processos. A Figura 1 mostra um diagrama simplificado, com as principais diferenças entre o sistema empurrado e o sistema puxado.

Figura 1: Diferença entre produção empurrada e puxada.



Fonte: Correa e Correa (2004)

2.1. ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

O estudo de Baptista *et al.* (2013) verificou que a opção pela modificação estratégica pode ser mais bem-sucedida se for adotada por indústrias com um bom desempenho financeiro, porque requer investimentos contínuos. Muitas são as alterações necessárias à promoção das mudanças estratégicas em um sistema produtivo, as quais trarão, no presente e no futuro, desafios constantes aos procedimentos organizacionais e comportamentais dos colaboradores (TAVARES e ESPANHA, 2015). Menetti *et al.* (2015) corroboram com a compreensão de que o resultado dos processos está, principalmente, no comportamento das pessoas. Portanto, inicialmente, é fundamental que as indústrias conheçam e reconheçam os profissionais que fazem parte da composição de seus quadros de colaboradores.

Para Ohno (1997) o que as fábricas japonesas precisavam era dominar o fluxo contínuo e padronizar a fabricação de um maior número possível de componentes por meio da mão de obra padronizada (trabalho padronizado em geral), definição de células de produção, modularização e layouts adaptáveis.

Conforme Rother e Shook (2003) para viabilizar melhorias no processo produtivo, além do foco na padronização que proporciona maior produtividade é necessário, inicialmente, conhecer o estado atual e futuro dos procedimentos de trabalho. O autor relata que a aplicação de algumas ferramentas enxutas como o **Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) (VSM – Value Stream Map)** pode facilitar essa visualização. São dois os passos principais: (i) visualiza-se o fluxo de valor atual

(estado atual) e realiza-se a análise do *layout* desse fluxo verificando onde existem fontes de desperdícios e, (ii) esses desperdícios identificados são reduzidos e cria-se um novo fluxo de valor (estado futuro).

No sistema produtivo de PE está o **Kanban** que consiste de uma técnica com uso de cartões que funciona entre estações de trabalho consecutivas, sendo suas principais funções a de regular os níveis de estoque de forma a mantê-lo o mais baixo possível, e a de tornar o processo produtivo puxado, sem comprometer a produção (SPEARMAN *et al.*, 1990). Quando o estoque intermediário da estação de trabalho seguinte encontra-se reduzido, o *Kanban* permite que a produção se inicie na estação anterior.

Outro elemento importante na PE é o **Kaizen**, conforme Liker (2004) é reconhecido por meio do comprometimento administrativo de uma empresa e de investimento permanente na capacitação do seu pessoal e na promoção de uma cultura de melhoria contínua. De acordo com Imai (1986) e Suárez-Barraza e Miguel-Dávila (2011), trata-se de um conjunto de princípios pessoais que transformam o “modo de vida” das pessoas, e orientam as pessoas em direção a um comportamento de busca constante de melhoria. Os autores complementam, ao explicar que a palavra *Kaizen* é derivada de dois *kanjis* japoneses, KAI = mudança, e ZEN = para melhor.

Assim, *Kaizen* é a própria melhoria contínua, como uma sequência lógica, prática, objetiva e bem-sucedida de convergência. E pela sua aplicação pode-se mensurar ganhos quantitativos, qualitativos e reconhecer as áreas desenvolvidas pela sua aplicação.

O sistema **Just in Time** (JIT) busca a redução de estoques, e incorpora os aspectos de administração de materiais, fluxo contínuo, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos em prol da redução de desperdícios (CORREA e GIANESI, 1993).

Cerra e Bonadio (2000) relata que são muitos os programas que podem propiciar melhorias à produção, dentre os quais o JIT e a **Gestão da Qualidade Total** (TQM) podem juntos estabelecer uma Estratégia de Produção na qual contribuirão para que se atinjam as Prioridades Competitivas.

As organizações necessitam de uma direção para poder se beneficiar das oportunidades de mercado. Oportunidades que podem ser viabilizadas por meio de decisões estratégicas de produção. Slack e Lewis (2009) destacam quatro perspectivas referentes às estratégias de produção: (i) de cima pra baixo (*Top Down*);

(ii) de baixo para cima (*Bottom Up*); (iii) requisitos do mercado e a (iv) exploração das capacidades dos recursos da produção.

Para verificar quais dessas perspectivas podem ser mais viáveis a situação da organização, pode-se utilizar a ferramenta desenvolvida por Porter (1986), em seu modelo das cinco forças competitivas (poder de barganha dos fornecedores, poder de barganha dos clientes, concorrentes estabelecidos, novos entrantes, produtos substitutos), que relaciona a organização com seu ambiente, no sentido de entender a situação da organização e seu posicionamento perante seus concorrentes. E como se pode obter vantagem competitiva por meio de ações que minimizem os impactos destas forças sobre a empresa. O autor relata que a estratégia se consolida quando os competidores não têm, e/ou tardarão para ter a estratégia colocada em ação, e que a vantagem é obtida pela realização de um conjunto sinérgico de atividades diferentes dos concorrentes, ou atividades realizadas de forma distinta, as quais compreendem a geração e manutenção de competências distintas.

Bhasin (2012) corrobora, descrevendo essa estratégia e vantagem competitiva quando viabilizada pela redução de custos, eliminação de desperdícios e pelo aumento as respostas para as ameaças e oportunidades geradas no ambiente, no sentido de sustentabilidade do negócio.

Segundo Hamel e Prahalad (1995), as indústrias deveriam ter a capacidade estratégica de produção e de previsão, e seus gestores deveriam buscar respostas para as questões que envolvam seus produtos e clientes, identificando quais benefícios e capacidades gerar. Além de conhecer a faixa de concorrência em que a indústria se localiza, bem como quais competências desenvolver, e com quais estratégias competir.

Assim, segundo Harrie (2011), é preciso ter claramente definido o papel da indústria perante o mercado, por meio do posicionamento estratégico da organização, que depende do inter-relacionamento entre a missão, visão, valores, metas, e a forma com que ela irá atuar no mercado em busca de vantagem competitiva.

Hitt *et al.* (2008) destacam que para uma empresa atingir esse posicionamento precisa criar uma infraestrutura que inclua atividades necessárias ao apoio de toda a Cadeia de Valor, atividades estas que permitam identificar as capacidades superiores, equivalentes, ou inferiores aos concorrentes.

Slack e Lewis (2009) afirmam que a indústria deve possuir benefícios competitivos, que irão demonstrar diferenciais em relação aos concorrentes,

embasados em objetivos de desempenho como: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Assim a estratégia da produção pode ser definida de várias formas: de forma radical, parcial ou incremental, além dos sistemas de produção puxada e empurrada.

2.2. PRODUÇÃO ENXUTA

Conforme Gonçalves Filho *et al.* (2016) a Produção Enxuta (PE) pode ser considerada como uma Estratégia viável, pois nela temos planejamento de curto e de longo prazo. Os autores identificaram na literatura, por meio de uma revisão sistemática da literatura, relatos de que as práticas da PE na busca da melhoria e desenvolvimento dos processos de produção não é tarefa fácil, e podem levar longos períodos até alcançar a maturidade.

Segundo Womack e Jones (2004) a Produção Enxuta (PE) ou Manufatura Enxuta (ME) é considerada uma metodologia que busca aumentar a produção utilizando cada vez menos recursos, ou seja, menor esforço humano, menos uso de equipamentos, tempo, movimentação e espaço; eliminando-se desperdícios, e diminuindo-se a geração de resíduos. Aumentando dessa forma os benefícios para a indústria, por meio de atividades que permitem agregar valor ao produto final. Para os autores são sete os tipos de desperdícios da PE: (i) superprocessamento (ii) superprodução, (iii) movimentações, (iv) esperas, (v) estoques, (vi) defeitos e, (vii) retrabalhos.

O modelo de PE consiste no Sistema Toyota de Produção (STP), no qual os elementos são reunidos como um sistema, o que a faz sobressair como conjunto e não em relação aos seus elementos individuais. Assim, o sucesso do modelo está relacionado ao equilíbrio voltado à função das pessoas e à cultura organizacional, que busca valorizar sua melhoria contínua, tendo como base um sistema técnico focalizado no fluxo de alto valor agregado (LIKER, 2004).

Deste modo, a chave do STP não está apenas nas ferramentas, técnicas, *Just in Time* (JIT), *Kanban*, entre outras, mas no comprometimento administrativo de uma indústria por meio de um investimento permanente na capacitação do seu pessoal e a promoção de uma cultura de melhoria contínua (*Kaizen*).

Nesse sentido, a PE pode ser definida como uma estratégia que depende de um conjunto de práticas que visam minimizar defeitos, como estoques extras, sucatas, retrabalhos, a identificação e eliminação de resíduos e desperdícios em várias etapas

dos processos de produção, a fim de melhorar o desempenho das organizações (NASAB *et al.*, 2012; BRUNILDE, 2013). A fim também de atingir um desempenho superior, de classe mundial e de melhoria contínua (GONÇALES FILHO *et al.*, 2016).

Por outro lado, no mundo competitivo das organizações, a busca por produtos perfeitos encontra várias estratégias que visam aumentar a vantagem competitiva. Os mercados estão crescentemente mais competitivos, e a fidelidade dos clientes cada vez mais disputada e, ao mesmo tempo, as organizações estão em busca constante dos mecanismos para alcançar a satisfação de seus clientes. Nesse sentido, conceitos como *Lean Six Sigma* se tornam importantes dentro do contexto empresarial pelos resultados que proporcionam.

De acordo com Atmaca e Girenes (2013), a metodologia *Lean Six Sigma* é uma combinação de *Lean Manufacturing* ou *Lean Production* (Manufatura ou Produção Enxuta), que teve início nos anos 1960, juntamente com a metodologia *Six Sigma* gerada pela Motorola nos anos 1980. Ambos os modelos fornecem suporte operacional para agregar valor ao processo de forma rápida e eficiente.

O termo *Lean Management* (Gestão Enxuta) está concentrado na parte de perda do processo, com o objetivo de desenvolver soluções usando-se o mínimo possível de recursos materiais, humanos ou financeiros (ATMACA e GIRENES, 2013). De acordo com os autores, existem sete tipos de perdas no sistema *Lean* (Enxuto): (i) excesso de produção, (ii) defeitos, (iii) inventário desnecessário, (iv) tratamento inadequado, (v) transporte excessivo, (vi) tempo de espera e, (vii) movimento desnecessário. Pyzdek e Keller (2010) indicam que a implementação do *Six Sigma* pode contribuir para a minimização / eliminação dessas perdas. No entanto, os autores relatam que essa implementação deve seguir cinco fases: definir, medir, analisar, melhorar, controlar (ciclo DMAIC).

De acordo com Devane (2004), o *six sigma* sem a abordagem enxuta, resulta na falta de três características necessárias para o sucesso da organização: (i) foco direto na melhoria da velocidade de um processo; (ii) atenção direta para a redução na quantidade de investimento em estoques; (iii) sem ganhos financeiros a curto prazo devido ao tempo necessário para aprender e aplicar seus métodos e ferramentas para a coleta e análise de dados.

Portanto, *Lean Six Sigma* é uma metodologia que busca a melhoria contínua para alcançar a satisfação do cliente, custo, qualidade, rapidez no processo. *Lean Six*

Sigma inicia com clientes, e o seu objetivo é bem definido: eliminar desperdícios, melhorar a qualidade, e garantir o retorno dos investimentos (BROOK, 2010).

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente trabalho sob o ponto de vista de seus objetivos é **exploratória**, **bibliográfica** e **descritiva**. A pesquisa conduzida é de **natureza aplicada** e adotou-se os métodos de abordagem **indutivo e comparativo** (GIL, 2002; LAKATOS e MARCONI, 2003; PRODANOV e FREITAS, 2013).

Para coletar os dados, utilizou-se de técnica específica e realizada por meio de **entrevista**. É também **documental**, Gil (2008) destaca que a pesquisa documental baseia-se em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Na ocasião da aplicação do questionário foi possível o acesso a documentos e informações sobre os resultados financeiros atuais do sistema empurrado, e futuro após mudança de sistema produtivo para puxado.

O **procedimento técnico** utilizado foi o **estudo de caso único**, que segundo Miguel (2007), é composto pelas seguintes etapas: **ETAPA 1: Definir uma estrutura conceitual-teórica**, para essa etapa foi realizada uma revisão bibliográfica, via Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e de outras fontes. Com vistas a uma pesquisa cuja linha fosse a análise e a aplicabilidade dos conceitos e das ferramentas da Produção Enxuta (PE), investigou-se o processo produtivo em uma indústria de móveis para refrigeração industrial. A **definição da estrutura conceitual teórica** foi definida: (i) Produção Enxuta, Sistemas de produção empurrado e puxado, Estratégia de produção, *Kanban*, *Kaizen*, *Just in Time*, DMAIC e *Lean Six Sigma*. **ETAPA 2: O planejamento dos casos** teve como **unidade e amostra** uma indústria fabricante de móveis para refrigeração localizada no interior do Estado de São Paulo, mais precisamente, na cidade de Jaú/SP. Possui complexo industrial com 5.000 m² de construção e 70 funcionários. Estrutura administrativa própria e mais de duas décadas de existência no mercado nacional. O critério de escolha da indústria foi em razão de suas iniciativas tecnológicas, inovação organizacional e interesse por desenvolvimento de seus processos produtivos. Nesse sentido, são desejáveis as possibilidades da existência ou da assimilação do conceito de Produção Enxuta (PE), para atender um mercado

cada vez mais competitivo. Foram três os **respondentes**: (i) Gestor do processo produtivo; (ii) Programador do processo produtivo (PCP) e; (iii) Coordenador financeiro (*controller*). **ETAPA 3: O procedimento de coleta dos dados** ocorre após a escolha e delimitação do assunto, revisão bibliográfica e definição dos objetivos. Foi a partir de duas visitas técnicas, e por meio do instrumento de coleta de dados (**entrevista**) e com a presença do pesquisador, que os entrevistados responderam as questões estruturadas e orientadas para o objetivo proposto. E as informações foram registradas. A **entrevista** foi preparada, estruturada e realizada, seguindo cinco critérios propostos por (CERVO e BERVIAN, 1996). Sendo: (i) o entrevistador deve planejar a entrevista, delineando cuidadosamente o objetivo a ser alcançado, (ii) escolher o entrevistado de acordo com a familiaridade ou autoridade em relação ao assunto escolhido, (iii) fazer uma lista das questões, destacando as mais importantes, (iv) assegurar um número mínimo e suficiente de entrevistados, (v) realizar o apontamento dos dados registrando-os durante a entrevista, e completando suas anotações imediatamente após o término da entrevista. Portanto, a entrevista semiestruturada e com questões abertas, foi de rápida possibilidade de resposta, em média 30 minutos por respondente. **ETAPA 4: O procedimento de análise dos dados** partiu da coleta feita via entrevista e apresentou-se, inicialmente, os **resultados comparativos** aos sistemas produtivos atual e proposto e à revisão teórica referente as práticas e ferramentas enxutas. E utilizou-se de gráficos, tabelas, figuras e diagramas, conforme a necessidade de compreensão e análise da situação-problema. **ETAPA 5:** Construiu-se o **relatório final** com as implicações teóricas a partir da identificação dos principais resultados do estudo de caso.

Assim, para a realização do presente estudo de caso, foram avaliados os efeitos da mudança da estratégia e flexibilidade da produção de empurrada para puxada. Para realização do estudo de caso, foi também utilizada uma ferramenta do *Seis Sigma* que, segundo Pyzdek e Keller (2010), consiste em uma implementação rigorosa, focada e altamente eficiente das técnicas e princípios de qualidade. Essa ferramenta denominada DMAIC significa resumidamente: definir, medir, analisar, melhorar e controlar as melhorias no sistema produtivo.

Detalhadamente, os dados foram coletados por meio da observação dos departamentos produtivos, operários, fluxos de materiais e informação, inventário e atividades de corte, dobra, montagem, solda, e outras de apoio à produção. Dados

foram considerados: tempo, deslocamento, horas produtivas, matéria prima, produto, volume, custos fixos e variáveis, diretos e indiretos.

4. ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

Foi analisado um caso de flexibilidade em razão da mudança estratégica funcional de sistema produtivo industrial de empurrado para enxuto e puxado, considerado na concepção dos departamentos e dos processos na indústria de móveis para refrigeração industrial. Três fatores globais foram enfatizados: volume, produto e tempo.

As etapas de mudança contaram com a participação dos principais gestores da indústria, interagindo no fornecimento de dados gerais para a análise das possibilidades de alterações no processo produtivo e da projeção dos possíveis resultados. Os três respondentes são gestores dos processos mais próximos do campo dessa pesquisa: (i) Gestor do processo produtivo; (ii) Programador do processo produtivo (PCP) e; (iii) Coordenador financeiro (*controller*). Todos possuem mais de 3 anos de atuação na área.

O foco estava, como recomendado pela literatura, em dominar o fluxo contínuo e padronizar a fabricação de um maior número possível de componentes por meio da mão de obra padronizada (trabalho padronizado em geral), definição de células de produção, modularização e layouts adaptáveis.

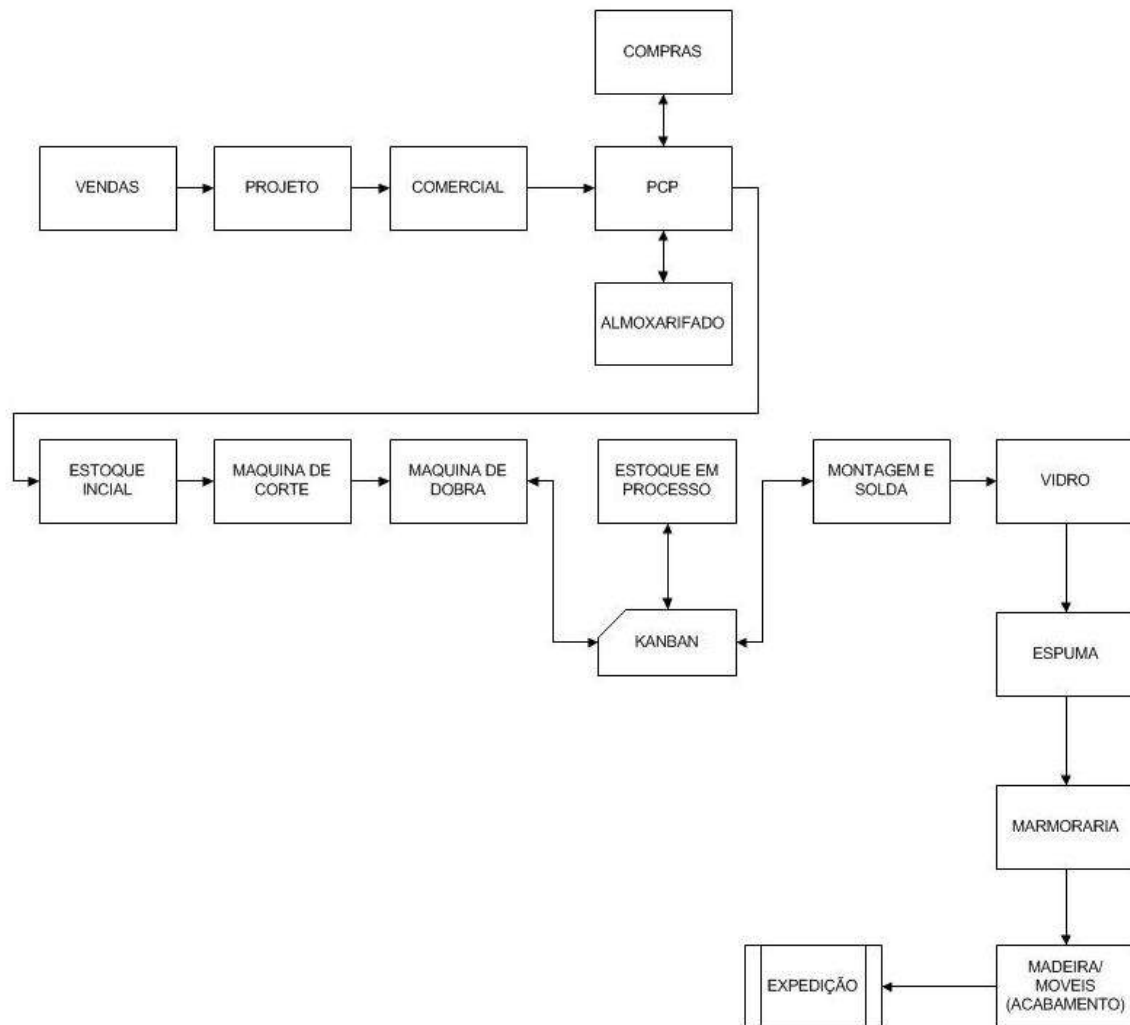
O processo de produção neste segmento industrial é dependente dos espaços físicos disponibilizados pelos clientes (área disponível do imóvel) e pelas medidas dos equipamentos dos diversos fabricantes industriais (fornos, fogões, chapas, eletrodomésticos, coifas, entre outros), e justamente por essa dependência há grandes possibilidades de ganhos pela aplicabilidade dos conceitos da PE.

Como anteriormente toda a produção era empurrada não se tinha a padronização em excelência, todos os componentes e conjuntos eram produzidos sob medida e conforme a encomenda dos clientes. O que tornava o processo lento e oneroso.

Inicialmente, foram feitos o levantamento e a análise de cada etapa do processo produtivo por meio do Controle Estatístico de Processo (CEP), assim como foram realizadas medições e analisados os *setups*, o ciclo do processo, e o *lead time* de produção.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de operações referente à produção puxada, em contraposição ao sistema atual (empurrado), no qual a indústria detém resultados em nível histórico, trabalhado nos últimos cinco anos.

Figura 2: Fluxograma simplificado do *layout* do sistema de produção puxado da fábrica de móveis para refrigeração industrial.



Posteriormente, foi necessário visualizar o fluxo de valor atual (estado atual) e realizar a análise do *layout* desse fluxo verificando onde existem fontes de desperdícios e, na sequência, esses desperdícios identificados são reduzidos e cria-se um novo fluxo de valor (estado futuro).

Essa aplicação foi realizada com o apoio da ferramenta DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar, controlar), não qual são conduzidas as ações para a mudança do sistema de produção empurrada para puxada. Dessa forma, “D” Definiu-se as metas de *Kaizen* (melhorias) para os setores produtivos e “M” Mediu-se a situação atual identificada no mapa de fluxo de valor (MFV) atual das linhas de produção e, na

sequência, “A” Analisou-se o MFV projetado (futuro) e a demanda externa e entre postos de trabalho. Foi feito o balanceamento das linhas de produção e definiu-se a mão de obra (MDO) necessária para a execução de todas as operações. Após a execução e “M” Melhoria, o sistema foi “C” Controlado e de retroalimentado com os acertos e desvios percebidos, como um ciclo ininterrupto, fomentando a melhoria contínua dos processos produtivos. Assim, foram definidos os componentes e subconjuntos que seriam padronizados e fabricados em série dentro de um fluxo contínuo esperado.

Definiu-se também outros componentes, aqueles que são montados nas extremidades dos móveis, e que não seriam padronizados e continuariam sendo fabricados sob encomenda e sob medidas especiais. As medidas desses componentes montados nas “pontas” dos móveis se alternariam para ajustar-se e adaptar-se aos espaços físicos dos clientes, e pelas diferentes medidas encontradas nos equipamentos de diversos fabricantes industriais.

Portanto, passou-se a fabricar os componentes possíveis de produção contínua, ininterrupta e conforme a demanda. E o processo de produção sofreu as mudanças necessárias e adaptou-se aos conceitos da PE identificados na literatura.

Também foi possível mensurar um ganho de produção e transformá-los em resultados financeiros (em Reais – R\$), projetados para o período de um ano, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Análise vertical e horizontal dos sistemas empurrado e puxado

Dados do resultado	Empurrado	Puxado	Variação %
Faturamento	18.614.315,06	20.662.433,50	9,91
Produção (unidades) ³	13.351	14.820	9,91
Mão-de-obra (custo fixo) ¹	5.380.045,25	5.020.045,25	-7,17
Demais custos fixos ¹	1.025.330,46	975.640,25	-5,09
Salários Administrativos e comerciais (despesas fixas)	830.610,45	830.610,45	0,00

Total de gastos fixos	7.235.986,16	6.826.295,95	-6,00
Materiais (custo variável) ²	7.390.473,20	7.390.473,20	0,00
Demais custos variáveis	958.320,48	958.320,48	0,00
Total de gastos variáveis	8.348.793,68	8.348.793,68	0,00
Total de gastos	15.584.779,84	15.175.089,63	-2,70
Resultado operacional *	3.029.535,22	5.487.343,87	44,79

Esses resultados foram obtidos em nível de projeção, para um período de 12 meses, considerando valores do ano de 2016, utilizando como base informações contábeis e financeiras disponibilizadas pela indústria.

O item “demais custos fixos” envolve, principalmente, recursos como depreciação, energia elétrica, planejamento/projeto e desenvolvimento de produtos. Observa-se que esse item teve redução de 5,09% em comparação com o sistema de produção puxada.

O reflexo global e econômico foi positivo e percebido em maior faturamento bruto, de R\$ 18.614.315,06 para R\$ 20.662.433,50, e Resultado Operacional (RO) com 44,79% de crescimento.

Tendo em vista que as práticas enxutas levam ao melhor aproveitamento dos recursos existentes, reduzindo-se as paradas de produção, os *setups* de máquinas, o tempo de ciclo e, conseqüentemente, o *lead time*, de modo que essas condições contribuem para maximizar a economia e a produtividade.

A produção puxada e o fluxo contínuo no processo produtivo também fazem com que as horas com supervisão sejam reduzidas. Neste estudo, constatou-se um ganho de 7,17%, sendo que essas horas podem ser mais bem aproveitadas em outros processos, como controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos, manutenção produtiva total (MPT), entre outros.

A melhoria contínua da qualidade foi notada pelo comportamento enxuto adotado e incorporado como uma filosofia de vida pelos profissionais. Os ganhos foram além da minimização dos desperdícios causados, como o uso de mão de obra

excessiva, movimentação desnecessária, estoque em processo e horas paradas. Obteve-se a continuidade da melhoria conquistada, ou seja, a manutenção do novo sistema produtivo pelo *kaizen* implementado.

Também foi identificado o aumento das atividades e processos que agregam valor, registrados como resultado positivo pela maior quantidade de peças produzidas no mesmo tempo, comparativamente ao que se produzia no sistema empurrado. Por exemplo, foram produzidas 13.351 peças (componentes totais) no sistema empurrado, e 14.820 peças no sistema puxado por meio de *kanban*. O crescimento foi de 9,91%.

O item relativo aos materiais corresponde ao custo variável e não sofreu redução em função do volume produzido. Isso se deve ao fato de que nesse sistema de produção puxada não houve aproveitamento de materiais, em comparação ao sistema empurrado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a adoção da Produção Enxuta (PE) e o pensamento e comportamento enxuto, e o fluxo contínuo, foi possível reduzir os desperdícios e promover e manter melhorias no processo de fabricação da indústria de móveis para refrigeração.

Adotou-se o sistema *kanban*, supermercado na linha, fluxo contínuo e melhorias foram promovidas. A produção passou de empurrada para puxada conforme a demanda e, por meio do balanceamento da linha e redução do estoque de matéria prima no setor produtivo, entre os postos de trabalho, obtiveram-se os resultados positivos apresentados.

A arquitetura associada à PE e suas ferramentas enxutas, evidenciadas especialmente pela produção puxada, *kanban*, fluxo contínuo e *kaizen*, foram as responsáveis pelos maiores índices de produtividade alcançados.

Portanto, a mudança e flexibilização do sistema de produção, transformando-o de empurrado para puxado por meio da implementação dos conceitos e ferramentas da PE, proporcionou o desenvolvimento dos processos produtivos da indústria. Os benefícios estão evidenciados pela eliminação de desperdícios e maior produtividade, competitividade mercadológica e benefícios ambientais pela redução do consumo de energia elétrica apresentado no item “demais custos fixos”. O que é importante, tanto do ponto de vista econômico, quanto da preservação ambiental.

As restrições do estudo de caso dizem respeito à metodologia adotada, a qual restringe os resultados apenas para a indústria pesquisada. Não obstante, destaca-se que os resultados são referenciais, e ampliam a visão sobre como promover aumento de vantagem competitiva

REFERÊNCIAS

- Atmaca E, Girenes S. (2013). Metodologia *Lean Six Sigma* e aplicação. **Quality & Quantity**, 47, 2107-2127.
- Baptista, C., Matias, F., Valle, P. (2013). Fatores moderadores da dependência do investimento relativamente à liquidez interna. **Tourism & Management Studies**, Vol. 9, Número 2, 71-77.
- Bhasin, S. (2012). *An appropriate change strategy for lean success*. **Management Decision**, Vol. 50 No. 3, pp. 439-458.
- Brook R. H. (2010). *The end of the quality improvement movement: Long live improving value*. **JAMA** 2010; 304:1831–1832
- Brunilde, V. (2013). *Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project-benchmarking repository*. **Journal of Cleaner Production** - DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.12.023
- Caffyn, S. (1999). *Development of a continuous improvement self-assessment tool*". **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 19, n. 1, p. 1138-1153.
- Celis, M. O., Garcia, J. M. S. (2012). Modelo tecnológico para *el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma*. **Estudios Gerenciales**. Volume 28. Issue 124. Páginas 23-43.
- Cerra, A. L., Bonadio, P. V. G. (2000). As relações entre estratégia de produção, *TQM (Total Quality Management* ou Gestão da Qualidade Total) e *JIT (Just-In-Time)* - estudos de caso em uma empresa do setor automobilístico e em dois de seus fornecedores. *Gest. Prod.* vol.7 no.3 São Carlos <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2000000300008>
- Cervo, A. L., e P. A. Bervian. (1996). **Metodologia Científica**. 4ª. org. Books MAKRON. São Paulo - SP: MAKRON, Books.
- Correa H. L., Gianesi G. N. (1993). **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**, Editora Atlas, São Paulo.
- Correa, H. L., Correa, C. A. (2004). **Administração da produção e operações**. São Paulo: Atlas.
- Devane T. (2004). **Integrating Lean Six Sigma and High-Performance Organizations: Leading the charge toward dramatic, rapid and sustainable improvement**. WILEY, ISBN: 978-0-7879-6973-8 464 p.
- Dües C. M., Tan K. H., Lim M. (2013). *Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain*. **Journal of Cleaner Production**, 40, 93-100.

- Eletros. (2014). **Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos**. Disponível em: <http://www.eletros.org.br/>, acesso em: 03/10/2014.
- Fernandes F.C.F. (2007). Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade. **Gest. Prod.**, 2, 237-352.
- Gil, A. C. (2002). **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª. São Paulo: Atlas.
- Gonçales Filho, M., Campos, F. C., Assumpção, M. R. P. (2016). Revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica sobre estratégia e Manufatura Enxuta em segmentos da indústria. **Gest. Prod.**, São Carlos <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1683-14>
- Gstettner S., Kuhn H. (1996). *Analysis of production control systems Kanban and CONWIP*. **International Journal of Production Research**, 34, 3253-3273.
- Hamel G., Prahalad C. K. (1995). **Competindo pelo Futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã**. Ed Campus, São Paulo.
- Harrie W. M. (2011). *A conceptual framework for analyzing sustainability strategies in industrial supply networks from an innovation perspective*. **Journal of Cleaner Production**, 19, 895-904.
- Hitt M.A., Ireland R.D., Hoskisson R.E. (2008). **Administração Estratégica**, 7 ed., Ed. Thomson, São Paulo.
- Huang N. E., Shen Z., Long S. R., Wu M. C., Shih H. H., Zheng Q., Yen N.C., Tung C.C., Liu H. H. (1998). *The empirical mode decomposition and hilbert spectrum for nonlinear and nonstationary time series analysis*. **Proceedings of the Royal Society London A**, 454, 903–995.
- Imai, M. (1986). *Kaizen-The key to Japan's Competitive Success*, **Random House**, New York, NY.
- Kondo Y., Hirai K., Kawamoto R., Obata F. (2001). *A discussion on the resource circulation strategy of the refrigerator*. **Resources, Conservation and Recycling**, 33, 153-165.
- Lakatos, E. M., Marconi, M. A. (2003). **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª. Brasil: Atlas.
- Liker, J. K. (2004). **The Toyota way: 14 managements principles from the world's greatest manufacturer**: MacGraw-Hill.
- Menetti, S. A. P. P., Kubo, E. K. M., Oliva, E. C. (2015). A geração Y brasileira e o seu comportamento organizacional em empresas de conhecimento intensivo. **Revista portuguesa e brasileira de gestão**, 1-12.

Miguel, P. A. C. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: Estruturação e recomendações para sua condução. **Gest. Prod.**, v. 17, n. 1, p. 216-229.

Nasab, H.; Liheidari B. T.; Khademi Z. H. (2012). *Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing Hosseini*. **Journal of Cleaner Production**, Vol.29-30, pp.73-81

Nativi, J. J., Lee, G. (2012). *Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations*. **International Journal of Production Economics**. Volume 136. Issue 2. Páginas 366-377.

Ohno, T. (1997). **O Sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman.

Porter M. (1986). **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Ed. Campus, Rio de Janeiro.

Porter M., Linde V. D. (1995). *Green and Competitive*. **Harvard Business Review**, September-October, 120-134.

Prodanov, C. C., Freitas, E. C. (2013). **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª. org.

E. C. Freitas. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul - Brasil: Editora Feevale.

Pyzdek, T., Keller, P. (2010). **The Six Sigma**. Handbook, McGraw-Hill, New York.

Rao P. (2005). *The greening of suppliers – in the South East Asian context*. **Journal of Cleaner Production**, 13, 935-945.

Rother, M., Shook, J. (2003). **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil - Versão 1.3.

Ruan J., Xu Z. (2011). *Environmental friendly automated line for recovering the cabinet of waste refrigerator*. **Waste management**, 31, 2319–2326.

Slack N., Lewis M. (2009). **Estratégia de operações**. Ed. Bookman, Porto Alegre.

Spearman M., Woodruff D., Hopp W. (1990). *Conwip: a pull alternative to kanban*. **International Journal of Production Research**, 28, 879-894.

Suárez-Barraza, M. F.; Miguel-Dávila, J. A. (2011). *Implementación del Kaizen en México: Un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto Latinoamericano*, INNOVAR, **Journal of Administrative and Social Sciences**, Vol. 21 No. 41, pp. 19-37.

Tavares, A. T., Espanha R. (2015). Marketing social: de curto passado a futuro promissor. **Revista portuguesa e brasileira de gestão (Lisboa)**, 26-36.

Womack J. P.; Jones D. T. (2004). **Lean Thinking: Banish Waste and Create the Wealth in Your Corporation**. New York: Simon and Schuster.

SOBRE O ORGANIZADOR

Edilson Antonio Catapan: Doutor e Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005 e 2001), Especialista em Gestão de Concessionárias de Energia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (1997), Especialista em Engenharia Econômica pela Faculdade de Administração e Economia - FAE (1987) e Graduado em Administração pela Universidade Positivo (1984). Foi Executivo de Finanças por 33 anos (1980 a 2013) da Companhia Paranaense de Energia - COPEL/PR. Atuou como Coordenador do Curso de Administração da Faculdade da Indústria da Federação das Indústrias do Paraná - FIEP e Coordenador de Cursos de Pós-Graduação da FIEP. Foi Professor da UTFPR (CEFET/PR) de 1986 a 1998 e da PUCPR entre 1999 a 2008. Membro do Conselho Editorial da Revista Espaço e Energia, avaliador de Artigos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP e do Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG. Também atua como Editor Chefe das seguintes Revistas Acadêmicas: Brazilian Journal of Development, Brazilian Applied Science Review e Brazilian Journal of Health Review.

Agência Brasileira ISBN
ISBN: 978-65-86230-12-3