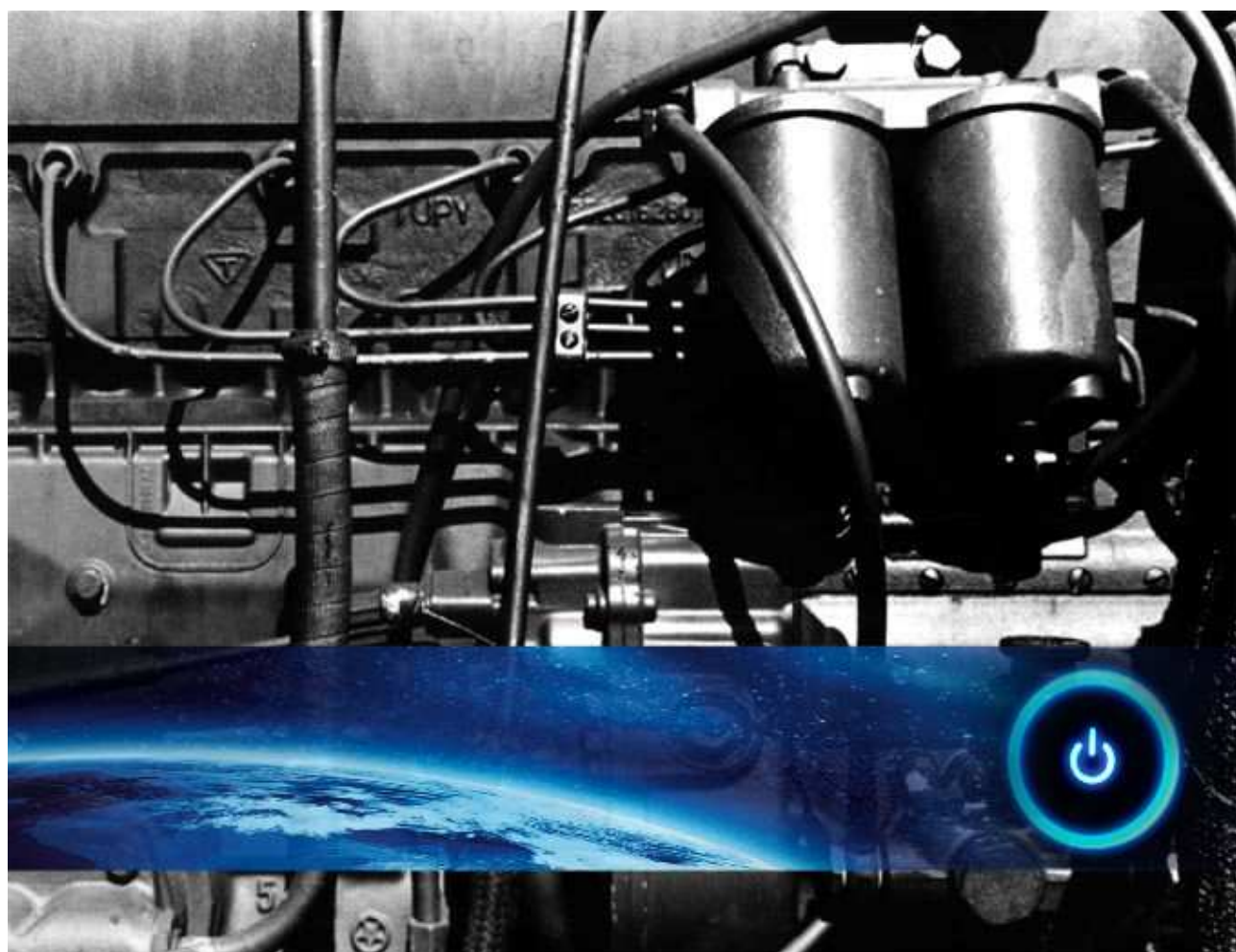


intellectus

REVISTA ACADÊMICA DIGITAL



ISSN 1679-8902

Ano IX | Nº. 23 | Ciências Exatas e Tecnológicas: Qual o papel do engenheiro perante as novas tecnologias?

ISSN 1679-8902

INTELLECTUS. Revista científica das seguintes instituições: Faculdade de Jaguariúna e Faculdade Max Planck.

Eletrônica

Trimestral

Inclui bibliografia

EDITORIAL

Geraldo Gonçalves Delgado Neto

Este primeiro volume especial na área das engenharias com a temática, - Qual o papel do engenheiro perante as novas tecnologias? - sinaliza o início de meu termo como parte do corpo editorial desta admirável revista acadêmica digital. Agradeço ao convite da estimada professora Dr^a. Ana Maria Girotti Sperandio, que através da sua evidente declaração de compromisso com este ambiente de intercâmbio de conhecimento, motivou-me a fazer parte deste corpo editorial.

A abertura deste volume especial da revista Intellectus, traz um questionamento para nos estimular a pensar sobre qual o papel do engenheiro perante as novas tecnologias, mas não se engane de visualizar apenas uma pergunta instigante e contemporânea sobre um assunto latente como o modo que os engenheiros se relacionam com a inovação e tecnologia.

Esta apresentação do tema em forma de questionamento nos remete ao ambiente acadêmico: alunos, professores e pesquisadores, que sempre buscam respostas as perguntas, o que nos leva a refletir sobre a importância e o impacto que afetará diretamente a indústria e o mercado está busca por respostas.

Em muitos contextos de trabalhos científicos, das diversas áreas do conhecimento, são apontados a importância de se atentar a dinâmica e rapidez de soluções para diversas demandas culturais e tecnológicas do mercado. Assim, em busca de responder esta demanda, a Revista Intellectus disponibiliza a publicação de artigos acadêmicos digitais de forma rápida e didática. Contemplando a participação de orientadores e orientados no desenvolvimento destes artigos acadêmicos que servirão como um meio de ajuda ao docente no ensino de engenharia, e ferramenta de apoio para os recém formados ou mesmo como interface para os pós-graduandos interagirem entre as formalidades acadêmicas de um trabalho científico e o material de interesse e compreensão dos profissionais da indústria.

Esta edição da Revista Acadêmica Digital Intellectus traz artigos com a participação de importantes equipes de pesquisa e pesquisadores. Com o

crescimento de dados digitais produzidos a cada minuto e elevado custo de transferência e armazenamento destes, o artigo intitulado Técnica de codificação de fala baseadas em análise por síntese, evidencia a importância estratégica de gerenciar a informação digital através da codificação de fala utilizando uma linguagem acessível. Este trabalho deixa claro o quanto é respeitável o preparo das equipes de pesquisa e seus pesquisadores, bem como a utilização de equipamentos de alta tecnologia para realizar estes experimentos e apresentarem seus resultados.

Com ênfase nas interações entre homem e máquinas, o trabalho Multibiometria: uma visão geral e aplicada a face e voz, proporciona uma breve introdução sobre sistemas multibiométricos e a usabilidade em armazenamento de dados biométricos com a finalidade de garantir acessibilidade ao usuário, bem como um maior nível de segurança.

Atualmente se pararmos para pensar o quanto investimos diariamente em conhecimento e informação e quanto custa a manipulação e armazenamento destas informações, vamos visualizar sua importância na nossa vida. Logo o artigo intitulado Suporte para metodologia de projeto do produto: gestão da informação e do conhecimento como forma de alavancar soluções inovadoras, aponta a acuidade da informação e documentação, assim como a estratégia do gerenciamento desta para garantir um desenvolvimento de projeto de forma embasada, simples e segura.

As tecnologias de impressão tridimensional aplicadas no processo produtivo trás novos desafios para o profissional de engenharia de controle e automação e o planejamento da manufatura. No ensaio Novas tecnologias e o papel do engenheiro perante a abundancia de possibilidades tecnologias, contribui no incentivo a participação do engenheiro de controle e automação junto a equipes multidisciplinares de desenvolvimento do projeto do produto a chamar à atenção para as novas tecnologias e processos produtivos da manufatura e para a importância do conhecimento das metodologias clássicas junto aos desafios dos avanços tecnológicos que trarão respaldo ao engenheiro.

O Artigo Planejamento de uma proposta metodologica de análise de qualidade dos produtos produzidos em impressoras 3D, mostra uma preocupação com a qualidade das novas propostas de manufatura aditiva e impressão 3D, que em breve estará em nossos lares e fará parte do nosso dia a dia. A impressão 3D que começa a despontar através de uma divulgação em massa pela mídia,

prometendo uma liberdade de criação e desenvolvimento de produtos surge com mais um recurso de inovação. Mas como avaliar a qualidade deste processo e dos produtos? Neste trabalho os autores buscaram despertar para as novas possibilidades de estudos científicos nesta área, que possam se somar as técnicas já conhecidas e implantadas na manufatura.

O desenvolvimento de produtos de forma rápida e eficaz é a chave para que as empresas possam crescer e sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo, para que isso possa ocorrer a palavra de ordem é inovação, porém o grande desafio é como desenvolver novos produtos com alta chance de ser bem sucedida. No trabalho científico Uma contribuição metodológica para melhoria do processo produtivo, os autores apresentaram uma proposta metodológica para disponibilizar um respaldo ao projetista através de estudo de caso mostrando a aplicação da metodologia em uma empresa do agronegócio.

Com a crescente demanda de ingressantes nos cursos de graduação é muito importante que estes, já no início das suas atividades acadêmicas, tenham contato com artigos e materiais de base científica de qualidade, assim no ensaio Qual o papel do engenheiro perante as novas tecnologias para minimizar possíveis impactos ambientais, a autora apresenta um ponto de vista sobre a contextualização das novas tecnologias e sua influência no meio ambiente.

Esperamos que com estes artigos estimulem novas contribuições e incentive a discussão do papel do engenheiro perante as novas tecnologias no sentido de aprofundar ainda mais as discussões da área de engenharia.

Boa leitura!

Editora Chefe: Prof^a. Dr^a. Ana Maria Girotti Sperandio

Assessora Acadêmica da Faculdade Jaguariúna

Pesquisadora do LABINUR / UNICAMP

Conselho Editorial

Prof^a. Dr^a. Adriana Nobre de Paula Simão – FAJ

Prof^a. Dr^a. Ana Maria Girotti Sperandio – UNICAMP e FAJ

Prof. Dr. André Mendeleck – FAJ

Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto – Max Planck

Prof^a. Dr^a. Angela Maria Montes Peral Valente – FAJ

Prof. Dr. Antonio Carlos Hilsdorf Cury - Max Planck

Prof. Dr. Carlos Otávio Ferreira de Almeida - PUCC

Prof^a. Dr^a. Celene Ferrari Audi – FAJ

Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha - UFJF

Prof^a. Dr^a. Daniela Miguel Marin - FAJ

Prof^a. Dr^a. Elisandra Villela Gasparetto Sé – FAJ

Prof^a. Dr^a. Erica Passos Baciuk – FAJ

Prof. Dr. Geraldo Gonçalves Delgado Neto - UNICAMP e FAJ

Prof. Dr. Glauco Barsalini - FAJ

Prof. Dr. Guilherme Franco Netto – Ministério da Saúde e FIOCRUZ/RJ

Prof. Dr. Jose Henrique Conti - FAJ

Prof^a. Dr^a. Karina Antero Rosa Ribeiro - FAJ

Prof. Dr. Lauro Luiz Francisco Filho - UNICAMP

Prof^a. Dr^a. Leoni Adriana de Souza - FAJ

Prof^a. Dr^a. Livia Fernanda Agujaro - CETESB

Prof^a. Dr^a. Luciane Orlando Raffa - FAJ

Prof. Dr. Luís Renato Vedovato – UNICAMP, PUCCAMP e FACAMP

Prof. Dr. Luiz José Maria Irias – FAJ

Prof^a. Dr^a. Maria Angela Lourençoni – Max Planck

Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Martins – Max Planck

Prof. Dr. Odail Pagliardi - FAJ

Prof. Dr. Omar Carvalho Branquinho - UNICAMP

Prof^a. Dr^a. Regina Maringoni de Oliveira - FAJ

Prof^a. Dr^a. Renata Alvares Gaspar - PUCCAMP

Prof^a. Dr^a. Sabrina Toffoli Leite - Max Planck

Prof. Dr. Samuel Mendonça – PUCCAMP

Prof^a. Dr^a. Simone Tiemi Takeda Bicalho – Max Planck

Prof^a. Dr^a. Vanessa Cristina Cabrelon Jusevicius – FAJ

Prof^a. Dr^a. Vera Sonia Nunes da Silva - FAJ

Prof. Dr. Wilson José de Oliveira - Max Planck

Correspondência

Núcleo de Publicação

Campus II – Rodovia Adhemar de Barros – km 127 – Pista Sul

Tanquinho Velho – Jaguariúna – SP – 13820-000

(19) 3837-8500 - <http://www.revistaintellectus.com.br>

Qual o papel do engenheiro perante as novas tecnologias?

ÍNDICE

EDITORIAL	3
MULTIBIOMETRIA: UMA VISÃO GERAL E APLICADA A FACE E VOZ	9
VIOLATO, Ricardo Paranhos Velloso; ANGELONI, Marcus de Assis; SIMÕES, Flávio Olmos; ULIANI NETO, Mário; PEREIRA, Tiago de Freitas	
TÉCNICAS DE CODIFICAÇÃO DE FALA BASEADAS EM ANÁLISE POR SÍNTESE	28
ULIANI NETO, Mário; VIOLATO, Ricardo Paranhos Velloso; SIMÕES, Flávio Olmos; COSTA, Bruno Ribeiro	
UM ESTUDO SOBRE A INFRAESTRUTURA EXISTENTE NO BRASIL PARA O TRANSPORTE DE	42
DIAS, Ana Carolina Sarti; RIBEIRO, Marialva Mota	
SUORTE PARA METODOLOGIA DE PROJETO DO PRODUTO: GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO COMO FORMA DE ALAVANCAR SOLUÇÕES INOVADORAS	65
DELGADO, Vivianne Vieira	
PLANEJAMENTO DE UMA PROPOSTA METODOLOGICA DE ANÁLISE DE QUALIDADE DOS PRODUTOS PRODUZIDOS EM IMPRESSORAS 3D	76
RIBEIROS, Adriel; MANOEL, Carlos Eduardo; SILVA, Marcio Gomes da; DELGADO NETO, Geraldo Gonçalves	
UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO	86
INÁCIO, Nilson Roberto; SANCHEZ, Joselita Gonçalves; FUREGATTI, Silvio Augusto; DELGADO NETO, Geraldo Gonçalves	
ENSAIO – NOVAS TECNOLOGIAS E O PAPEL DO ENGENHEIRO PERANTE A ABUNDÂNCIA DE POSSIBILIDADES TECNOLÓGICAS	98
TUCCI, Ednert Rafael Rozin	
ENSAIO – QUAL O PAPEL DO ENGENHEIRO PERANTE AS NOVAS TECNOLOGIAS PARA MINIMIZAR POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS	101
RODRIGUES, Danielle Gonçalves	
ENSAIO - A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO NO DESENVOLVIMENTO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	103
IDAGAWA, Hugo Sakai	

MULTIBIOMETRIA: UMA VISÃO GERAL E APLICADA A FACE E VOZ

Multibiometrics: An Overview and its Application to Face and Speaker Recognition

VIOLATO, Ricardo Paranhos Velloso

Fundação CPqD

ANGELONI, Marcus de Assis

Fundação CPqD

SIMÕES, Flávio Olmos

Fundação CPqD

ULIANI NETO, Mário

Fundação CPqD; Faculdade de Jaguariúna; Faculdade Politécnica de Campinas

PEREIRA, Tiago de Freitas

Fundação CPqD

Resumo: Esse trabalho apresenta uma visão geral sobre o tema multibiometria, destacando alguns aspectos de interesse específicos das biometrias de face e de voz. São descritas as diversas fontes de informação biométrica e de que formas essas informações podem ser combinadas para produzir um resultado final. Esse texto não busca fornecer detalhes matemáticos das técnicas mostradas, e, portanto, não pode ser usado como referência para implementação, mas sim servir de guia inicial sobre o tema.

Palavras-chave: Biometria; multibiometria; fusão; verificação de locutor; verificação de face.

Abstract: This work presents an overview about multibiometrics, highlighting some specific aspects of interests of face and voice biometrics. The various sources of biometric information are described, as well as how these evidences can be combined in order to produce a final result. This text is not supposed to provide mathematical details about the techniques and therefore is not intended to be used as an implementation reference, but rather to serve as an initial guide on the subject.

Key-words: Biometrics; Multibiometrics; fusion; speaker authentication; face authentication.

Introdução

A tarefa fundamental de um sistema de gerenciamento de identidades é a determinação (ou verificação) da identidade de uma pessoa (ou a identidade alegada). Tal tarefa pode ser necessária por diversas razões, mas o objetivo primário é, na maioria dos casos, prevenir que um impostor acesse algum tipo de recurso protegido (um computador, uma conta de banco, uma instalação de uma empresa, um país etc.).

Métodos tradicionais para estabelecer a identidade de um indivíduo são baseados em algo que a pessoa sabe (por exemplo, senhas) e/ou algo que a pessoa possui (por exemplo, seu documento de identidade ou o cartão de crédito). Entretanto essas representações da identidade podem ser facilmente perdidas, compartilhadas, manipuladas ou roubadas, comprometendo a segurança.

A biometria é uma forma de identificação baseada em características físicas (impressão digital, íris etc) e/ou comportamentais (assinatura, modo de andar etc) de uma pessoa. Nesse contexto, um sistema biométrico de gerenciamento de identidades apresenta uma opção natural aos métodos tradicionais, podendo substituí-los ou complementá-los, nesse último caso formando um sistema chamado de multifator.

Os sistemas biométricos podem usar uma gama de características físicas ou comportamentais de um indivíduo, incluindo impressão digital, face, geometria da mão, geometria dos dedos, íris, retina, assinatura, modo de digitar, modo de andar, impressão da palma da mão, voz, orelha, veias da palma da mão, odor ou DNA [12]. Na literatura da área, tais características são chamadas de traço, indicador, identificador, modalidade biométrica ou simplesmente de biometria, sendo esta última a nomenclatura usada preferencialmente ao longo deste texto.

Apesar dos sistemas biométricos apresentarem suas próprias limitações (ruído nos dados adquiridos, variações intra-classe, similaridade inter-classe, não-

universalidade e ataques de impostores) [11], um traço biométrico não pode ser facilmente perdido, roubado ou compartilhado. Além disso, também aumentam a comodidade do usuário, aliviando a necessidade de criar e lembrar senhas e/ou de carregar algo (token, cartão etc.).

Muitas das limitações dos sistemas unibiométricos podem ser contornadas ou atenuadas com o emprego de mais de uma biometria, formando um sistema biométrico multimodal. Mas o uso de mais do que uma biometria não é a única forma de multibiometria. Outras abordagens incluem o uso de mais do que uma amostra (por exemplo, uma imagem de face frontal, um perfil esquerdo e um perfil direito), mais do que um sensor, mais do que um algoritmo e/ou mais do que uma unidade (por exemplo, olho direito e olho esquerdo). Ademais, a fusão de todas essas informações pode se dar em diversos níveis (dados brutos, vetores de atributos, pontuações, rank, e decisão final).

Esse documento visa explorar o tema da multibiometria em suas diversas facetas, delineando as estratégias aplicadas em cada caso, mas detalhando os aspectos de maior interesse para as biometrias de face e voz destinadas à verificação.

O texto está organizado da seguinte forma: na Seção 1, são apresentados os problemas associados às tecnologias biométricas; na Seção 2 é introduzida a multibiometria e como ela pode evitar alguns dos problemas dos sistemas unibiométricos; e na Seção 3, são apresentados os níveis de fusão de múltiplas fontes de informação biométrica.

1. Biometria

Cada biometria possui suas vantagens e desvantagens ou prós e contras e, por isso, a escolha de uma biometria para uma aplicação em particular não depende apenas do seu desempenho em termos de taxas de erros. Em [6], são identificados sete fatores que influenciam a adequação de certa característica física e/ou comportamental a ser usada em uma aplicação biométrica:

a) Universalidade: todos os indivíduos que irão utilizar o sistema devem possuir a biometria;

- b) Unicidade: a biometria deve ser suficientemente diferente entre os indivíduos que irão utilizar o sistema;
- c) Permanência: a biometria deve ser suficientemente invariante ao longo de um período de tempo;
- d) Mensurabilidade: deve ser possível adquirir e digitalizar a biometria usando dispositivos que não causem incômodo aos usuários;
- e) Desempenho: a precisão do reconhecimento e os recursos necessários para atingir tal nível de precisão devem ser adequados às restrições da aplicação;
- f) Aceitabilidade: os indivíduos que irão utilizar o sistema devem estar dispostos a apresentar sua característica biométrica ao sistema;
- g) “Fraudabilidade”¹: deve-se considerar a facilidade com que determinada biometria pode ser falsificada (biometrias físicas) ou imitada (biometrias comportamentais), no cenário da aplicação.

Nenhuma biometria é capaz de atender integralmente a todos esses requisitos em todas as aplicações imagináveis. Alguns desses fatores são bastante subjetivos ou fortemente dependentes da aplicação desejada. Para as biometrias de face e voz, esse é o caso do desempenho, da aceitabilidade e das fraudes.

A aceitabilidade da biometria, em geral, está muito relacionada às questões de privacidade que vem sendo levantadas nos últimos tempos com a expansão dos sistemas biométricos. As pessoas querem saber se os dados biométricos poderão ser utilizados para rastrear ou seguir uma pessoa sem que ela saiba; se alguma doença pode ser detectada a partir dos dados biométricos; se os dados biométricos serão usados somente com o propósito definido ou se pode ser usado com outros objetivos, sem que isso estivesse previamente definido; se a condição social e financeira de uma pessoa pode ser deduzida a partir dos dados biométricos; e quais as consequências do comprometimento de uma base de dados biométricos.

Além disso, apesar das vantagens descritas na Introdução, o uso da biometria apresenta limitações que impõem desafios ao desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de identidades, especialmente em aplicações de larga escala. As

¹ Suscetibilidade a fraudes

próximas subseções descrevem essas limitações, com ênfase nas biometrias de face e de voz. Além disso são apresentadas outras vulnerabilidades e dificuldades enfrentadas por sistemas biométricos em geral.

1.1. Ruído nos dados

Dados ruidosos podem ser gerados em decorrência de sensores defeituosos, de baixa qualidade ou com manutenção ruim, de condições ambientais desfavoráveis e até mesmo devido a certa condição de saúde do usuário.

Para a biometria de voz, o ruído ambiente, por exemplo decorrente de uma gravação feita em uma rua movimentada, a voz de uma pessoa resfriada ou rouca e a utilização de microfones de baixa qualidade ou até mesmo com tecnologias diferentes (electret ou carbon-button) [8] podem ser vistos como fatores que inserem ruído nos dados e, portanto, possivelmente degradam o desempenho do sistema.

No caso de face, a qualidade da câmera utilizada, em termos de resolução, frequência de amostragem, “auto-foco” etc., e as condições de iluminação, como um ambiente muito escuro ou muito claro, ou uma iluminação inadequada produzem ruído nos dados, também com influência no desempenho do sistema.

O uso de dispositivos de captura (microfones e câmeras) diferentes é, na realidade, um problema que pode ser resolvido simplesmente impondo-se como requisito da aplicação certo aparelho de certa marca e fabricante. No entanto, uma solução como essa ficaria atrelada ao fornecedor do dispositivo e, caso este venha a ser substituído (por questões de custo, qualidade ou até mesmo pelo avanço da tecnologia dos sensores), seria necessário recadastrar todos os usuários do sistema.

Por isso o desenvolvimento de técnicas de extração de atributos e algoritmos de comparação que funcionem com diferentes sensores é fundamental para a operação do sistema, com grande impacto na usabilidade.

1.2. Variações Intra-Classe

Variações intra-classe podem ser causadas pela própria interação com o sensor ou por variações naturais do traço biométrico com o tempo ou com o estado psicológico do indivíduo, principalmente para as características comportamentais.

Essas variações podem ser tratadas armazenando-se múltiplas referências biométricas de cada usuário e através de mecanismos de atualização das referências biométricas.

No caso da voz, na interação com o microfone, o usuário pode falar mais próximo ou mais distante do microfone, e mais alto ou mais baixo. Também sabe-se que a voz de uma pessoa modifica-se com o passar do tempo, sendo imperativo mecanismos de atualização das referências biométricas. Além disso, a voz de indivíduo é fortemente influenciada pelo seu estado psicológico (descansado, estressado, embriagado etc.).

Para a biometria de face, a interação com a câmera pode produzir imagens de diferentes ângulos do rosto. Para estes casos, pode-se criar referências biométricas de várias poses do usuário, ou, em soluções mais elaboradas, modelos tridimensionais da face. Assim como a voz, a face das pessoas muda com o tempo, mas também através de outros fatores, como cabelo, barba, maquiagem etc., sendo novamente necessário mecanismos de atualização das referências biométricas.

1.3. Similaridade Inter-Classes

Do ponto de vista dos algoritmos de reconhecimento de padrões usados em sistemas biométricos, a similaridade inter-classes pode ser vista como uma sobreposição do espaço dos vetores de atributos de diferentes classes, ou, nesse caso, de diferentes indivíduos. Especialmente em sistemas de identificação, quanto mais indivíduos cadastrados no sistema, essa sobreposição será mais frequente e maior será a taxa de falsas aceitações. Por isso, para um certo conjunto de atributos e algoritmo de reconhecimento, há um limite superior para o número de usuários que podem ser cadastrados, em função da taxa máxima de falsa aceitação requerida pela aplicação.

Tanto a face como a voz não são considerados traços biométricos únicos, sendo que o exemplo mais claro são os gêmeos idênticos (para os quais o reconhecimento de face tem direcionado sua atenção para marcas faciais e singularidades, que podem diferenciá-los).

1.4. Não-universalidade

Para uma certa biometria, o sistema pode não ser capaz de capturar dados ou dados adequados de todos os indivíduos. Há, portanto, uma taxa de falha de cadastro, ou FTE (do inglês *Failure to Enroll*) associada a cada biometria.

Para a biometria de face, salvo raríssimas exceções de pessoas com deformidades graves, todos os indivíduos possuem dados adequados da biometria.

Já para a voz, há o caso de indivíduos mudos, para os quais não é possível capturar dados. Além disso, outros problemas associados à fala (gagueira, língua presa, doenças que interferem na produção da fala etc.) podem tornar os dados capturados inadequados para o reconhecimento do locutor.

1.5. Vulnerabilidades

Além das fraudes associadas especificamente à biometria, um sistema de autenticação biométrica está sujeito a ataques em diversos outros pontos de sua implementação, como identificado em [9]. A Figura 1 resume os ataques possíveis.

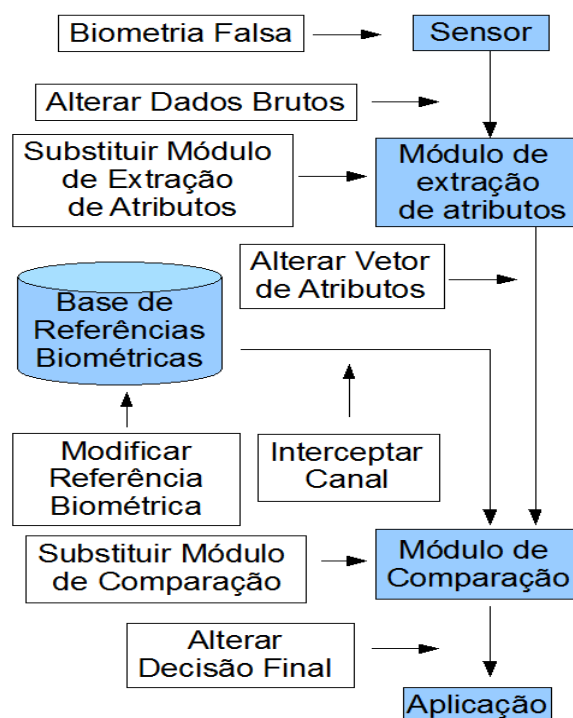


Figura 1: Pontos de Ataques em sistemas de autenticação biométrica (adaptada de [9]).

2. Multibiometria

Como descrito na Seção 1, o desenvolvimento e a aplicação de sistemas unibiométricos enfrentam vários empecilhos, muitos dos quais podem ser resolvidos ou amenizados com a multibiometria.

O termo multibiometria se refere a sistemas em que mais do que uma fonte de informação biométrica é utilizada na tarefa de reconhecimento. Essas múltiplas fontes de informação, ou de evidências, são então combinadas para produzir um resultado único. Há diversas formas de se combinar ou fundir as informações, como será visto na Seção 3.

A fusão de dados ou de informações é empregada em diversas áreas de pesquisa (mineração de dados, otimização, aprendizagem de máquina, robótica etc.), com diferentes terminologias, como, por exemplo, *ensembles*, *pool*, consenso etc. De forma geral, os sistemas desenvolvidos por essas áreas, inclusive a de biometria, podem ser chamados de sistemas de múltiplos classificadores.

Sistemas de múltiplos classificadores, ou MCS (do inglês *Multiple Classifier System*), buscam explorar as diferentes virtudes e escapar das diferentes fraquezas de diferentes classificadores, com objetivo de melhorar o desempenho global da aplicação. No caso da biometria, a palavra desempenho não está restrita ao sentido de precisão ou de taxas de erro do sistema, mas inclui fatores que serão listados a seguir.

Sistemas multibiométricos apresentam as seguintes vantagens em relação aos sistemas unibiométricos [11]:

- Sistemas multibiométricos podem ter desempenho significativamente superior, melhorando simultaneamente as taxas de falsa aceitação (FAR) e falsa rejeição (FRR);
- Em algumas situações, a disponibilidade de múltiplas fontes de informações aumenta o espaço dos atributos, aumentando assim também o número de indivíduos que podem ser cadastrados;
- O uso de múltiplas biometrias (um dos casos de sistema multibiométricos) aumenta a cobertura da população hábil a ser cadastrada;
- As possibilidades de fraudes biométricas são reduzidas. Além disso, permite maior liberdade na criação de mecanismos de desafio-resposta;

- Sistemas multibiométricos podem lidar melhor com o problema de ruído nos dados;
- Em situações de monitoramento ou rastreamento, sistemas multibiométricos permitem que o reconhecimento seja contínuo ou dure mais tempo;
- Um sistema multibiométrico pode ser visto como um sistema tolerante a falhas, uma vez que se certa fonte de informação biométrica falhar (um sensor, um software etc.) outras serão usadas.

As próximas subseções apresentam as muitas fontes de informação biométricas possíveis, de acordo com [11]. Além delas, há os sistemas híbridos, que integram mais do que um dos cenários que serão vistos.

Também não podemos nos esquecer de citar os sistemas multi-fator, em que a biometria é combinada com as formas tradicionais de autenticação, como senhas e tokens, aumentando a segurança.

2.1. Sistemas Multi-Amostras

Um único sensor pode ser usado para capturar múltiplas amostras da mesma biometria. Com isso, consegue-se descrever variações naturais do traço biométrico ou obter uma representação mais completa da biometria. Um aspecto importante neste caso é determinar quantas amostras devem ser capturadas, para que nelas esteja presente a variabilidade e a tipicidade da biometria naquele indivíduo.

Para a biometria de voz, pode-se dizer que os sistemas são inerentemente multi-amostras, já que o sinal de voz é sempre analisado por partes (dividido em quadros e, para cada quadro, é calculado um vetor de atributos). Quanto tempo um usuário deve falar e o que ele deve falar, para que suas amostras representem adequadamente a variação natural da sua voz, são questões que devem ser consideradas em um sistema de reconhecimento de locutor.

No caso da face, um sistema multi-amostras poderia, por exemplo, usar uma imagem frontal da face e imagens do perfil lateral de um indivíduo. Também poderia ser usado um vídeo, ou seja, diversas amostras da face, para a tarefa de reconhecimento.

2.2. Sistemas Multi-Sensor

Uma mesma biometria pode ser capturada por diferentes sensores, cada um com características específicas e produzindo informações diferentes.

No caso da biometria facial, há sensores para obter imagens tridimensionais, câmeras tradicionais e sensores para gerar imagens térmicas, sendo que a combinação desses dois últimos já se mostrou vantajosa [2].

Quanto à voz, sabe-se que diferentes tipos de microfones introduzem diferentes comportamentos no sinal capturado [8]. No entanto, geralmente essas variações são tratadas com técnicas de processamento de sinal ou de parâmetros.

2.3. Sistemas Multi-Algoritmo

Esses sistemas podem usar múltiplos algoritmos para extração de atributos ou para comparação, processando o mesmo dado biométrico. Contudo a adição desses módulos pode aumentar a complexidade computacional do sistema, exigindo mais recursos. Os fatores que podem influenciar um sistema multi-algoritmo incluem a correlação entre esses algoritmos, a disparidade de precisão das comparações e a metodologia de fusão adotada.

No campo do reconhecimento de face, há uma grande variedade de abordagens para a extração de atributos. Já no processamento de fala, a grande maioria dos trabalhos na área utiliza como atributos os coeficientes mel-cepstrais.

Quanto aos algoritmos de comparação, novamente a área de reconhecimento de locutor está limitada a apenas duas abordagens, GMM (do inglês *Gaussian Mixture Model*) e SVM (do inglês *Support Vectors Machines*). Enquanto isso, para a biometria de face há diversas estratégias, incluindo, além do GMM e do SVM, o OPF (do inglês *Optimum-Path Forest*), Máxima Verossimilhança (baseada na Regra de Decisão de Bayes), K-Vizinhos Mais Próximos, ou KNN (do inglês *K-Nearest Neighbors*), medidas de dissimilaridade mais simples (tais como Qui-quadrado, Intersecção de Histograma, Distância Euclidiana, Mahalanobis), entre outras.

2.4. Sistemas Multi-Unidade

São sistemas que usam mais do que uma instância do mesmo traço biométrico. Exemplos dessa abordagem são sistemas que utilizam mais de um dedo para impressão digital ou a íris dos dois olhos de um indivíduo. Esse caso não se aplica para face nem para voz.

Nesses sistemas não é necessário existir mais do que um sensor (apesar de poder ajudar na usabilidade) e também não são necessários novos algoritmos de extração de atributos ou de comparação. Além disso eles aumentam a cobertura da população, a capacidade de um sistema de identificação (número de usuários cadastrados) e, naturalmente, a precisão do sistema.

2.5. Sistemas Multimodais

Sistemas multimodais não se referem a uma biometria individualmente, mas a combinação de múltiplas biometrias. Um sistema biométrico multimodal poderia, por exemplo, requerer dados da voz e da face de um usuário.

Esses sistemas envolvem maior custo de desenvolvimento e da aplicação final, já que necessitam de diferentes sensores, diferentes algoritmos de extração de atributos e provavelmente diferentes algoritmos de comparação, além de poder ter um impacto negativo em termos de usabilidade.

No entanto, eles contemplam as vantagens das outras formas de multibiometria, isto é, têm um grande potencial de ganho de desempenho, eles aumentam a cobertura da população, dificultam fraudes biométricas, são mais robustos a ruídos, apresentam menor variação intra-classe e maior separação inter-classes e, especialmente para sistemas de identificação, podem armazenar mais usuários.

3. Níveis de Fusão

As diversas fontes de informação biométrica descritas na Seção 2 podem ser combinadas de diferentes formas, ou em diferentes estágios de um sistema multibiométrico, desde dados brutos até o resultado final.

Nesta seção, será descrita a fusão nos níveis de dados brutos, de atributos, de pontuação, de rank (para sistemas de identificação) e de decisão final (geralmente para sistemas de verificação). Nessa ordem, a quantidade de informação disponível diminui a cada etapa do processo de reconhecimento, partindo dos dados brutos, em que teoricamente está disponível toda a informação, até a decisão final, que pode ser representada por apenas 1 bit.

Deve-se atentar para o fato de que nem sempre a disponibilidade de mais do que uma fonte de informação biométrica implica que a fusão deve ser feita. Primeiramente, é necessário analisar a correlação entre essas informações. Combinar informações correlacionadas pode não trazer ganho algum, enquanto espera-se que a fusão de informações com correlação negativa ou descorrelacionadas produza maiores ganhos.

3.1. Fusão no Nível do Sensor

A fusão no nível do sensor consiste em combinar dados brutos de diferentes fontes de informação biométrica. Geralmente é aplicada em uma mesma biometria, obtida ou com sensores diferentes (multi-sensor) ou com várias amostras capturadas com o mesmo sensor (multi-amostras).

Uma técnica conhecida como combinação em mosaico (do inglês *mosaicing*) é aplicada para impressões digitais e faces, e consiste em uma combinação de múltiplas amostras. Esse é o caso dos sistemas de impressão digital que utilizam um sensor, no qual se rola o dedo, comum em algumas marcas de notebook. Para face, conforme mencionado na Seção 2.1, imagens de poses diferentes podem ser combinadas em uma única imagem.

Além do caso de *mosaicing*, existem exemplos de sistemas multi-sensores com fusão no nível do sensor para biometria de face, os quais empregam uma combinação de imagens bi- e tridimensionais, citado também na Seção 2.2.

3.2 Fusão no Nível dos Atributos

Fusão no nível dos atributos significa combinar múltiplos vetores de atributos obtidos do mesmo indivíduo. Algumas dificuldades surgem ao se tentar implementar a fusão neste nível:

- A relação entre os espaços dos atributos pode ser desconhecida;
- Os múltiplos vetores de atributos podem ser incompatíveis. Por exemplo, cada elemento de vetores de minúcias de impressões digitais parametriza a posição relativa das minúcias e o vetor tem tamanho variável, de acordo com a quantidade de minúcias detectadas. Esses dados não poderiam ser combinados com um vetor de tamanho fixo, constituído de escalares, como é o caso dos auto-coeficientes de uma face;
- Ainda que os vetores sejam de mesmo tamanho, concatená-los pode aumentar muito a dimensão final do vetor de atributos, propiciando o surgimento do mal da dimensionalidade;
- Poucos sistemas biométricos comerciais fornecem acesso aos atributos usados, dificultando o progresso das pesquisas na área.

Duas possibilidades devem, então, ser consideradas.

Uma delas ocorre se os vetores de atributos foram obtidos pelo mesmo algoritmo de extração, e portanto advindos da mesma biometria, e a referência biométrica é o próprio vetor de atributos, como na biometria de impressão digital ou de geometria da mão, por exemplo. A outra situação ocorre quando os vetores de atributos foram gerados por algoritmos de extração diferentes, geralmente associados a biometrias diferentes.

No primeiro caso, a fusão no nível dos atributos pode ser usada para o aperfeiçoamento da referência biométrica (adição de características não observadas anteriormente e remoção de dados espúrios) ou para sua atualização (para acomodar variações temporais do traço biométrico).

Na segunda situação, os atributos devem ser primeiramente normalizados para que assumam valores em um mesmo intervalo válido e para que suas distribuições sejam também próximas. Em seguida, recomenda-se o uso de alguma técnica de redução de dimensionalidade, como a seleção de atributos ou a transformação de atributos.

Para a biometria de face, há exemplos de sistemas multi-algoritmo e multi-sensor que realizam a fusão no nível dos atributos [10]. Este aplica uma análise de discriminantes lineares, ou LDA (do inglês *Linear Discriminant Analysis*), independentemente em três canais de cores diferentes e combina os resultados. Naquele são combinados atributos de um algoritmo baseado em análise de componentes principais, ou PCA (do inglês *Principal Component Analysis*), com outro baseado em LDA.

Para a biometria de locutor, já foi proposto combinar os atributos da voz com o formato dos lábios [3].

3.3 Fusão no Nível do *Rank*

A fusão no nível do *rank* só se aplica a sistemas de identificação. A saída desses sistemas é uma ordenação, ou *ranking*, dos usuários cadastrados, em que a identidade que está sendo avaliada é associada mais provavelmente ao primeiro indivíduo da lista (*rank* 1) e assim por diante.

Há três métodos de combinar os *rankings* gerados por diferentes sistemas [4]:

Método do maior *rank*: como o próprio nome diz, cada usuário cadastrado recebe o maior *rank* fornecido pelos sistemas disponíveis. Nos casos em que ocorre empate (sistema A indica *rank* 1 para o usuário x e o sistema B indica *rank* 1 para o usuário y), o *rank* final é escolhido aleatoriamente (escolhe-se aleatoriamente se o *rank* 1 será o usuário x ou y).

Método da soma (*Borda Count Method*): nesse método, o *rank* de cada usuário é dado pela soma dos *ranks* obtidos por cada sistema.

Método da regressão logística: é uma generalização do método da soma, em que o *rank* gerado por cada sistema recebe um peso diferente, de acordo com a precisão de cada um deles. O peso é determinado por uma regressão logística e esse método depende de uma etapa de treinamento para ajustar os pesos.

3.4. Fusão no Nível da Decisão

Em sistemas de verificação, pode-se usar apenas o resultado final, ou a decisão, de diversos algoritmos de comparação, ou classificadores, e combiná-los para melhorar o desempenho do sistema como um todo. Além disso, a fusão no nível da decisão pode ser utilizada mesmo em um sistema de identificação, pois muitas vezes só é disponibilizada a classe vencedora e não o ranking completo.

Exemplos de técnicas simples empregadas para a fusão no nível da decisão são:

- Regra do “E” ou Regra do “OU”: esses são os métodos mais simples de fusão no nível da decisão. No caso da regra do “E”, a resposta do sistema confirmará a autenticidade do indivíduo somente se todos os algoritmos de comparação utilizados concordarem. No caso da regra do “OU” basta que apenas 1 dos classificadores confirme a autenticidade, mesmo que os outros neguem;
- Voto majoritário: este é provavelmente o método mais comum de fusão no nível da decisão e funciona da seguinte forma: a resposta do sistema é dada pelo resultado da maioria dos algoritmos de comparação;
- Voto majoritário ponderado: similar ao voto majoritário, mas sendo que o resultado de cada classificador recebe um peso, conforme sua precisão. A decisão final é dada em função da soma ponderada dos resultados de cada algoritmo.

Além dessas abordagens mais imediatas, algumas técnicas empregadas para a fusão no nível da decisão envolvem uma etapa de treinamento, na qual o sistema utiliza uma base de dados para “aprender” como fundir os resultados dos classificadores. Exemplos são a teoria de evidências de Dempster-Shafer [13], o espaço de conhecimento do comportamento, ou BKS (do inglês *Behavior Knowledge Space*) [5], e o método de decisão Bayesiano [13].

3.5. Fusão no Nível de Pontuação

A fusão no nível da pontuação ocorre quando as pontuações geradas por diferentes algoritmos de comparação são consolidadas para se produzir a decisão

final. A pontuação é uma medida de similaridade entre o vetor de atributos de entrada e uma referência biométrica.

Três fatores fazem com que a fusão no nível da pontuação seja uma tarefa desafiadora. Primeiro, alguns algoritmos de comparação podem produzir uma medida de distância ou de dissimilaridade, enquanto outros podem retornar uma medida de similaridade. Segundo, as pontuações podem estar em escalas numéricas e intervalos válidos diferentes. Por fim, as pontuações podem ter distribuições de probabilidade diferentes.

Do ponto de vista do reconhecimento de padrões, a tarefa de um sistema biométrico é designar um dado padrão de entrada a uma das possíveis classes disponíveis. Dado que, em um sistema multibiométrico com diferentes classificadores, são gerados diferentes vetores de atributos para cada classificador, deve-se atribuir o padrão de entrada àquela classe que maximiza a probabilidade conjunta dos diversos vetores de atributos.

Considerando que os vetores de atributos dos diferentes classificadores são estatisticamente independentes, em [7] foram propostas cinco estratégias, ou regras, de combinação de classificadores: regra do produto, regra da soma ou da média, regra do máximo, regra do mínimo e regra da mediana.

A hipótese de independência estatística é naturalmente válida em um sistema multimodal, mas, por exemplo, em um sistema multi-amostras, as diferentes amostras de uma mesma biometria tendem a ser muito correlacionadas.

Essas regras são aplicáveis somente se a saída dos algoritmos de comparação forem a probabilidade a posteriori de cada classe, dado o padrão de entrada. Geralmente, os classificadores retornam uma pontuação, que, de forma geral, podem ser consideradas como uma função da probabilidade adicionada de um erro. Foram então propostas técnicas para se estimar as probabilidades a posteriori, a partir das pontuações produzidas pelos algoritmos de comparação. Essas técnicas podem ser divididas em três grandes categorias [11]:

- Fusão de pontuações baseada em densidade: nessa abordagem, considera-se que as probabilidades a posteriori das classes, dados os vetores de atributo, podem ser diretamente aproximadas pelas probabilidades, dadas as pontuações. A conversão de pontuações em probabilidades requer

implicitamente a estimação das densidades condicionais da pontuação dada a classe, de onde vem o nome dessas abordagens;

- Fusão de pontuação baseada em transformação: estimar as densidades condicionais das pontuações, dada a classe, só é possível quando há uma quantidade grande de dados de treinamento. Além disso, as probabilidades a posteriori das classes, dados os vetores de atributo, normalmente não podem ser diretamente aproximadas pelas probabilidades, dadas as pontuações, pois deve-se somar o termo de erro de aproximação diferente de zero. Nessa abordagem, as pontuações geradas pelos diferentes algoritmos de comparação são transformadas para um espaço comum, tornando-as comparáveis. Essa abordagem é conhecida como normalização de pontuação e, geralmente, as pontuações normalizadas não tem interpretação probabilística;
- Fusão de pontuação baseada em classificador: nessa abordagem, a relação entre as pontuações geradas e as probabilidades a posteriori das classes, dadas as pontuações, são aprendidas por um algoritmo de reconhecimento de padrões.

Técnicas de normalização de pontuação são usadas em sistemas reconhecimento de locutor, mesmo sem a finalidade de fusão, pois muitas vezes facilitam a análise dos resultados e a escolha de limiares. As técnicas mais comuns são Z-norm e T-norm [1].

Além disso, a fusão no nível da pontuação é mais comum em sistemas multimodais. Por exemplo, o projeto MOBIO² tinha o objetivo de justamente desenvolver sistemas de reconhecimento de locutor e de face e, por conseguinte, de combiná-los.

De forma geral, todas as técnicas citadas podem ser aplicadas para ambas as biometrias, face e voz.

Um ponto a ser destacado é que, no caso dos sistemas de verificação, as técnicas de fusão no nível da pontuação são aplicados da mesma forma, sendo que existem apenas duas classes, “genuíno” ou “impostor”, ao contrário de sistemas de

² <http://www.mobiproject.org/>

identificação em que as classes são tantas quanto o número de usuários cadastrados.

Em um sistema multibiométrico, a pontuação fornece o melhor compromisso entre a quantidade de informação disponível e a facilidade com que é possível fazer a fusão. Por isso, a fusão no nível da pontuação é a técnica dominante nos sistemas multibiométricos, sendo a mais estudada e, portanto, para a qual há mais material disponível.

Considerações Finais

Nesse documento foi apresentada uma visão geral dos sistemas multibiométricos, ou seja, sistemas em que mais do que uma fonte de informação biométrica é combinada para tarefa de reconhecimento.

Foi fornecida uma contextualização dos fatores que devem ser levados em conta na implantação de um sistema biométrico, mostrando os problemas e desvantagens relacionados a sistemas unibiométricos e como eles podem ser contornados, ou pelo menos atenuados, com sistemas multibiométricos.

Foram descritas essas fontes de evidências, multi-amostras, multi-sensor, multi-algoritmo, multi-unidade e multimodal, destacando-se fatores que se aplicam nas biometrias de voz e de face.

Também foram analisados de que modos as múltiplas fontes de informação biométrica podem ser combinadas, ou seja, os níveis de fusão: fusão no nível sensor, ou dos dados brutos, no nível dos atributos, no nível da pontuação, no nível do rank e no nível da decisão final. Novamente, foram salientados, quando necessário, os aspectos relativos as biometrias de face e de voz.

Esse documento não se aprofundou em detalhes matemáticos das técnicas apresentadas, haja vista que, como o título sugere, seu objetivo é fornecer uma visão geral sobre o tema multibiometria, levantando alguns pontos de interesse específicos para as biometrias de face e de voz.

Portanto, esse texto deve ser usado como material de consulta inicial e não como um guia para implementação das técnicas aqui citadas.

Bibliografia

- [1] R. Auckenthaler, M. Carey e H. Lloyd-Thomas. **Score Normalization for Text-Independent Speaker Verification Systems**. *Digital Signal Processing*, vol. 10, nos. 1–3, 2000.
- [2] X. Chen, P. J. Flynn e K. W. Bowyer. **IR and Visible Light Face Recognition**. *Computer Vision and Image Understanding*, 99(3), pp. 332-358, 2005.
- [3] C. C. Chibelushi, J. S. D. Mason e F. Deravi. **Feature-level Data Fusion for Bi-modal Person Recognition**. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Image Processing and Its Applications*, vol. 1, pp. 399-403, Dublin, Ireland, 1997.
- [4] T. K. Ho, J. J. Hull e S. N. Srihari. **Decision Combination in Multiple Classifier Systems**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 16(1), pp. 66-75, 1994.
- [5] Y. S. Huang e C. Y. Suen. **Method of Combining Multiple Experts for the Recognition of Unconstrained Handwritten Numerals**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 17(1), pp. 90-94, 1995.
- [6] A. K. Jain, R. Bolle e S. Pankanti (editors). **Biometrics: Personal Identification in Networked Society**. *Kluwer Academic Publishers*, 1999.
- [7] J. Kittler, M. Hatef, R. P. Duin e J. G. Matas. **On Combining Classifiers**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20(3), pp. 226-239, 1998.
- [8] N. Malayath, H. Hermansky, S. Kajarekar e B. Yegnanarayana. **Data-Driven Temporal Filters and Alternatives to GMM in Speaker Verification**. In *Digital Signal Processing*, vol. 10 (1-3), pp. 55-74, 2000.
- [9] N. K. Ratha, J. H. Connell e R. M. Bolle. **An Analysis of Minutiae Matching Strength**. In *Proceedings of Third International Conference on Audio- and Video-Based Biometric Person Authentication (AVBPA)*, pp. 223-228, Halmstad, Suécia, 2001.
- [10] A. Ross e R. Govindarajan. **Feature Level Fusion Using Hand and Face Biometrics**. In *Proceedings of SPIE Conference on Biometric Technology for Human Identification II*, vol. 5779, pp. 196-204, Orlando, USA, 2005.
- [11] A. Ross, K. Nandakumar e A. K. Jain. **Handbook of Multibiometrics**. Springer, 2006.
- [12] J. L. Wayman, A. K. Jain, D. Maltoni e D. Maio (editors). **Biometric Systems: Technology, Design and Performance Evaluation**. Springer, 2005.
- [13] L. Xu, A. Krzyzak e C. Y. Suen. **Methods for Combining Multiple Classifiers and their Applications to Handwriting Recognition**. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22(3), pp. 418-435, 1992.

TÉCNICAS DE CODIFICAÇÃO DE FALA BASEADAS EM ANÁLISE POR SÍNTESE

Speech Codification Techniques Based on Analysis-by-Synthesis

ULIANI NETO, Mário

Faculdade de Jaguariúna; Faculdade Politécnica de Campinas; Fundação CPqD

VIOLATO, Ricardo Paranhos Velloso

Fundação CPqD

SIMÕES, Flávio Olmos

Fundação CPqD

COSTA, Bruno Ribeiro

Fundação CPqD

Resumo: O presente artigo apresenta uma revisão bibliográfica de técnicas de codificação de sinais de fala baseadas em um paradigma conhecido na área de processamento de sinais como análise por síntese. Os codificadores de análise por síntese são baseados em um modelo fonte-filtro de produção de fala; a extração dos parâmetros da fonte e do filtro é feita sintetizando-se um sinal de fala e comparando-o com o sinal de fala original que se deseja codificar, escolhendo-se o conjunto de parâmetros que gerou o sinal menos distorcido. Ou seja, a análise é feita através da síntese.

Palavras-chave: Análise por síntese; codificação de fala; modelo fonte-filtro; predição linear.

Abstract: This paper presents a bibliographic review of speech signal coding techniques based on an approach known in the signal processing area as analysis-by-synthesis. Analysis-by-synthesis encoders are based on source-filter speech model; source and filter parameters calculation is made by synthesizing a speech signal and comparing it with the original speech signal to be encoded, parameters are chosen

so as to minimize the distortion error. In other words, the analysis is made by synthesis.

Key-words: Analysis by synthesis; speech codification; source-filter model; linear prediction.

Introdução

Historicamente, as tecnologias de codificação de fala têm sido dominadas pelos codificadores baseados em predição linear [4]. Para atingir uma boa qualidade do sinal de fala, a maioria dos codificadores padronizados (codificadores que se tornaram referência) realizam uma aproximação da forma de onda do sinal de fala, e usam predição linear para explorar a redundância presente na forma de onda.

As técnicas utilizadas nos codificadores de fala padronizados não são as únicas existentes: há várias outras técnicas de codificação propostas na literatura que não são utilizadas nos codificadores padronizados. Porém, os codificadores padronizados baseados em predição linear se tornaram a técnica de codificação dominante.

A predição linear recebe este nome pois considera que cada amostra do sinal de fala pode ser aproximada a partir de uma combinação linear de amostras passadas. Os pesos dados às amostras passadas nesta combinação são denominados coeficientes de predição linear e definem o chamado filtro de predição linear, cuja ordem é determinada pelo número de amostras passadas utilizadas.

Os codificadores baseados em predição linear podem ser encarados como uma classe das técnicas chamadas de análise por síntese. Estas são baseadas em um modelo fonte-filtro de produção da fala e o decodificador é composto basicamente por um gerador de excitação e por um filtro de síntese.

Para promover uma visão geral acerca das técnicas de codificação baseadas em análise por síntese, este artigo apresenta uma introdução à teoria acústica de produção da fala e aos conceitos básicos da codificação por modelo fonte-filtro. São apresentadas algumas técnicas de codificação baseadas em análise por síntese e técnicas baseadas em modelos senoidais.

1. Teoria Acústica da Fala

Um sinal de fala é produzido a partir da passagem do ar pelo aparelho fonador humano, constituído basicamente pelos pulmões, laringe e trato vocal. A Figura 1 ilustra os principais componentes do aparelho fonador humano.



Figura 2: Aparelho fonador humano.

Os pulmões controlam a intensidade do fluxo de ar que passa pela laringe, onde se encontram as pregas vocais. Estas últimas são formadas por dois pares de músculos. Durante a respiração normal, as pregas estão relaxadas e abertas; no processo de produção de voz, ao contrário, as pregas ficam tensas e vibram com a passagem do ar.

A taxa de vibração das pregas vocais é chamada de frequência fundamental (F_0) do sinal de voz. Nos sons mais agudos, as pregas estão mais contraídas e, portanto, vibram mais depressa; já nos sons mais graves, a taxa de vibração é menor. O comprimento das pregas também influi na taxa de vibração; é por isso que as mulheres, cujas pregas vocais são geralmente mais curtas que as dos homens, possuem um tom de voz normalmente mais agudo. A região do trato vocal onde se encontram as pregas vocais é chamada de glote e, por isso, a onda sonora ali produzida forma os chamados pulsos glotais.

O trato vocal é formado pela faringe, véu palatino, cavidade nasal, palato, língua, dentes e lábios, chamados genericamente de articuladores. Ele funciona como uma *caixa de ressonância*, que atenua ou amplifica certas frequências do pulso produzido na glote. As inúmeras configurações adotadas pelos articuladores

possibilitam a geração dos diversos sons da língua, modificando a onda acústica advinda da laringe.

Deve-se ressaltar que nem todos os sons são formados a partir de pulsos glotais. Nos chamados sons não-vozeados, não ocorre vibração das pregas vocais e o trato vocal recebe da laringe um fluxo de ar turbulento. No caso em que há vibração das pregas vocais, os sons são chamados de vozeados. Há ainda os chamados são mistos, compostos por parte sonora e não sonora.

De forma resumida, as características do sinal de fala em um dado instante dependem da configuração momentânea do aparelho fonador do falante, ou seja, da abertura dos lábios e da mandíbula, da posição da língua, da taxa de vibração das pregas vocais etc. Ao proferir uma sentença, o falante modifica continuamente a configuração de seu aparelho fonador, de forma a produzir uma sequência de sons que transmite uma mensagem ao ouvinte.

2. Conceitos Básicos da Codificação por Modelo Fonte-Filtro

Dadas as colocações da seção anterior, pode-se dizer que o sinal de fala é gerado por uma fonte ou sinal de excitação (fluxo de ar advindo da laringe) que passa por um filtro (trato vocal). Isso serviu de inspiração para a criação de codificadores de fala baseados em um modelo fonte-filtro de produção da fala. A Figura 2 ilustra esse modelo.

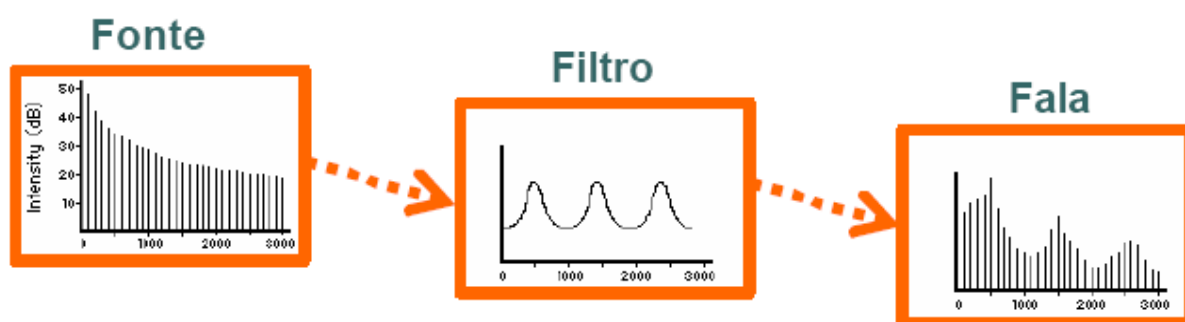


Figura 3: Visão pictórica do modelo fonte-filtro de produção da fala.

No domínio da frequência, o sinal de excitação obtido a partir da vibração das pregas vocais pode ser aproximado por uma sequência de pulsos igualmente espaçados, uma vez que se trata de um sinal periódico. Estes pulsos são chamados

de harmônicas e estão localizados nas frequências múltiplas inteiras de F_0 , como mostra a imagem da esquerda da Figura 2.

A conformação instantânea do trato vocal define um filtro, que pode ser representado em termos de sua resposta em frequência, como mostra a imagem central da Figura 2. As frequências que são amplificadas por esse filtro são chamadas de formantes (frequências de ressonância do trato vocal), correspondendo a frequência central e largura de banda dos picos mostrados na curva da figura.

Por fim, o resultado obtido é o sinal de fala, cujo contorno é chamado de envoltória espectral, e que pode ser caracterizado simplificadaamente pelo valor de F_0 e pelos formantes. As Figuras 3 e 4 ilustram a diferença entre esses conceitos.

Na Figura 3, é ilustrada a diferença entre os espectros de um mesmo som da língua (mesmo envoltória espectral), por exemplo a vogal “a”, com diferentes valores de F_0 .

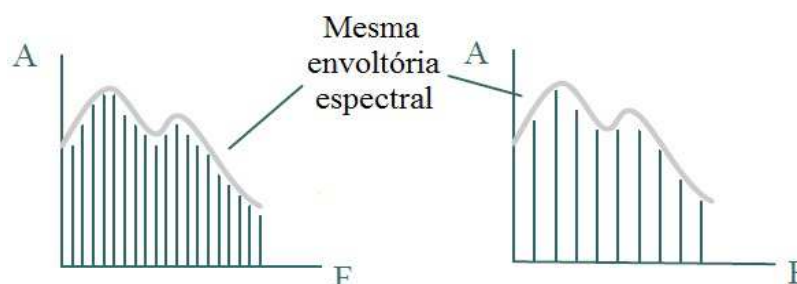


Figura 4: Espectros de um mesmo som da língua com diferentes valores de F_0 . O primeiro é mais agudo (F_0 maior) e o segundo mais grave (F_0 menor).

Já na Figura 4, é ilustrada a diferença entre sons diversos da língua (envoltória espectral diferente), mas com o mesmo F_0 (mesmas frequências harmônicas). A figura da esquerda representa uma vogal (e.g. a vogal “a”), enquanto a figura da direita representa uma vogal diferente (e.g. a vogal “i”).



Figura 5: Espectros de sons diversos da língua com o mesmo F_0 .

Nos codificadores baseados no modelo fonte-filtro, primeiramente o sinal de fala é dividido em trechos de curta duração, geralmente entre 10 ms e 20 ms, denominados *quadros*. Nesse intervalo de tempo, considera-se que o sinal de excitação e a configuração do trato vocal não variam. Cada quadro então é analisado isoladamente, extraindo-se do sinal a informação da fonte e do filtro. A forma como essa separação é feita depende do modelo adotado, sendo comum o emprego de um modelo de predição linear.

Dessa forma, não é necessário transmitir ou armazenar a forma de onda do sinal de fala. Ao invés disso, são necessários apenas um índice para o sinal de excitação (fonte), e os parâmetros requeridos para gerar o que passaremos a chamar de filtro de síntese.

3. Técnicas de Codificação Baseadas em Modelo Fonte-Filtro

Os codificadores de análise por síntese são baseados no modelo fonte-filtro de produção de fala. Essas técnicas receberam esse nome porque o cálculo dos parâmetros da fonte e do filtro é feito sintetizando-se um sinal de fala e comparando-o com o sinal de fala original que se deseja codificar, escolhendo-se o conjunto de parâmetros que gerou o sinal menos distorcido. Ou seja, a análise é feita através da síntese. A Figura 5 apresenta uma ilustração simplificada de um codificador baseado em análise por síntese.

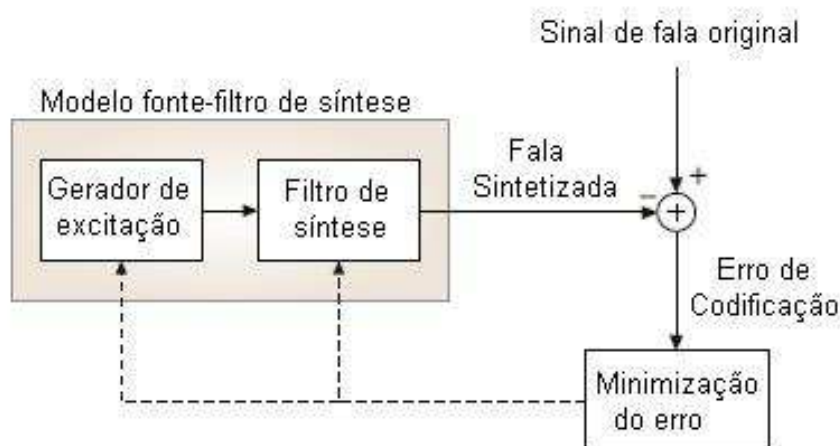


Figura 6: Codificador baseado em análise por síntese.

O sinal de fala é analisado quadro a quadro. Por isso, o sinal de excitação é quantizado também quadro a quadro, obtendo-se blocos de amostras que formam um vetor de tamanho fixo K . Se cada amostra for representada por r bits, cada vetor de excitação é composto por Kr bits. Assim, o sinal de excitação de cada quadro pode ser quantizado em um dos 2^{Kr} vetores possíveis.

Na prática, o filtro de síntese é derivado diretamente do sinal de entrada e diversos vetores de excitação candidatos são submetidos ao filtro de síntese, conforme um algoritmo de otimização. O sinal de fala sintetizado resultante para cada vetor de excitação é comparado com o sinal de entrada e aquele que minimizar determinado critério de distorção tem seu vetor de excitação selecionado para ser transmitido ou armazenado.

O decodificador é composto basicamente pelo gerador de excitação e pelo filtro de síntese (exatamente como no codificador) que são os componentes destacados na Figura 5. Ao receber os parâmetros do filtro de síntese e o sinal de excitação, o sinal de fala sintetizado é gerado e, considerando ausência de erros de transmissão, esse sinal é idêntico ao que foi avaliado no codificador e, portanto, seu erro de codificação (sua distorção) é conhecido.

3.1 Técnicas baseadas em predição linear

Predição linear (LPC – *Linear Prediction Coding*) é uma ferramenta utilizada em diversas áreas, tais como filtragem adaptativa, economia e geofísica. Em processamento de fala, a predição linear é talvez a forma mais comum de análise do sinal e desempenha um papel fundamental em diversas aplicações (reconhecimento de fala, reconhecimento de locutor, compressão, modelagem etc.) [6]. Isso por que o sinal de fala pode ser muito bem modelado por meio da predição linear.

A predição linear recebe esse nome por considerar que cada amostra do sinal de fala pode ser aproximada (*predita*) a partir de uma combinação *linear* de amostras passadas. Os pesos dados às amostras passadas nesta combinação são denominados coeficientes de predição linear e definem o chamado filtro de predição linear, cuja ordem é determinada pelo número de amostras passadas utilizadas [5].

Retomando os conceitos da seção anterior, técnicas de codificação baseadas em predição linear funcionam da seguinte forma: inicialmente faz-se a análise de

predição linear [4][10][11] do sinal que se deseja codificar, obtendo-se os coeficientes do filtro de predição. Com esse filtro e o sinal de entrada, pode-se obter o sinal estimado pelo preditor e, assim, calcular o erro de predição (diferença entre o sinal original e o sinal predito).

Esse sinal de erro é também chamado de resíduo. Uma propriedade dos filtros de predição linear é que se o sinal de resíduo for usado como sinal de excitação do filtro, o sinal obtido é indistinguível do sinal original. Ou seja, com a predição linear obtém-se tanto o sinal de excitação quanto o filtro necessário para a síntese do sinal de fala.

O desafio dos codificadores LPC está em implementar formas eficientes para transmissão ou armazenamento dos coeficientes do filtro e, principalmente, do sinal de excitação. A seguir, são apresentadas algumas das técnicas de codificação mais importantes baseadas nesse paradigma.

3.1.1 Code Excited Linear Prediction (CELP)

A partir de sua criação na década de 80, o codificador CELP [7] e suas variações se tornaram a técnica dominante dos padrões de codificação de fala. Isso fica evidente pela família de codificadores que se criou a partir dele, mostrada na Figura 6 [4]. Neste relatório é apresentado apenas o CELP original.

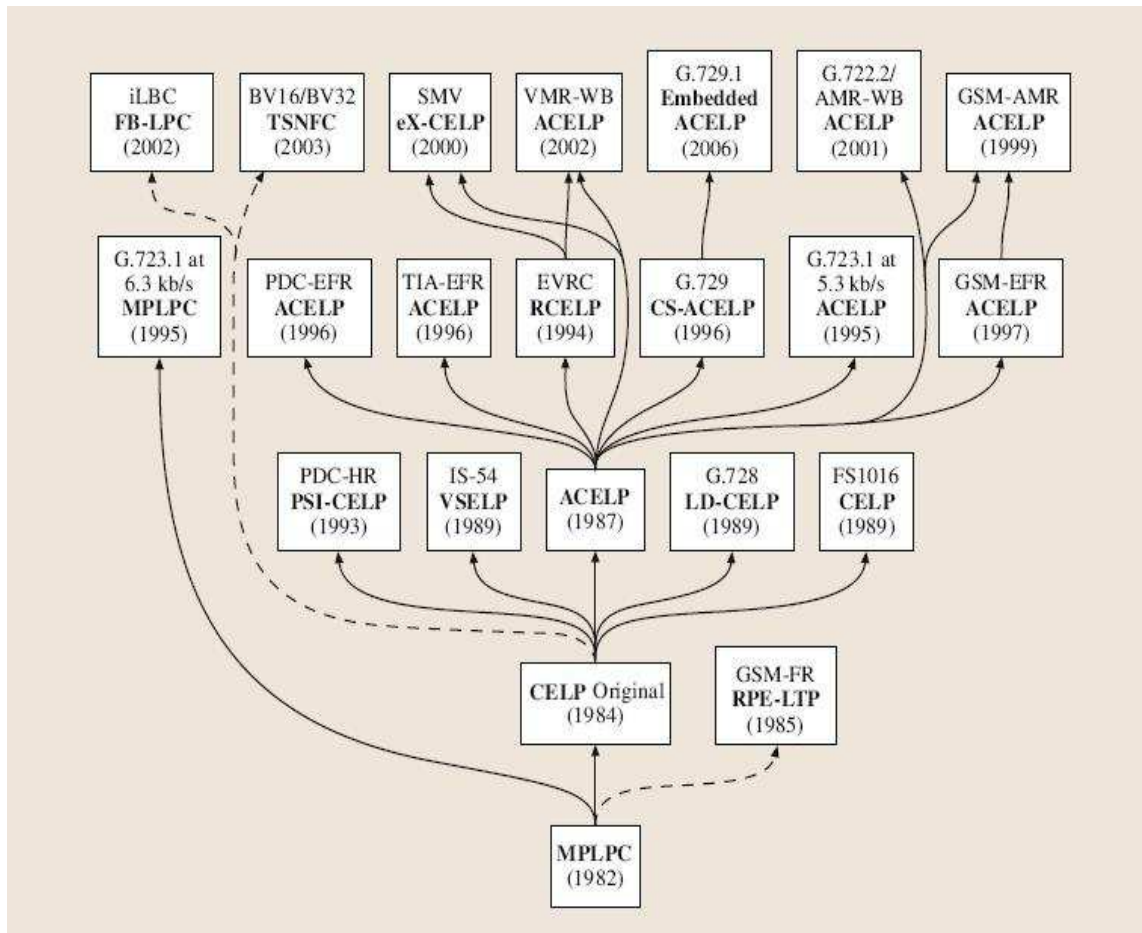


Figura 7: Família de codificadores CELP [4].

A principal contribuição desse codificador é o emprego de um dicionário (*codebook*) para quantização vetorial (VQ – *Vector Quantization*) do sinal de excitação, permitindo sua codificação com poucos bits. No codificador CELP, o sinal de fala é analisado em blocos de 40 amostras. O dicionário empregado contém 1024 vetores de 40 amostras cada e, portanto, o sinal de excitação pode ser codificado com apenas 10 bits.

O filtro de síntese é constituído, na verdade, por dois filtros distintos, um de predição de longo prazo (*long-term*) e outro de predição de curto prazo (*short-term*). Além disso, o resíduo da predição passa por um filtro de ponderação perceptual [4]. A estrutura do codificador CELP original está mostrada na Figura 7.

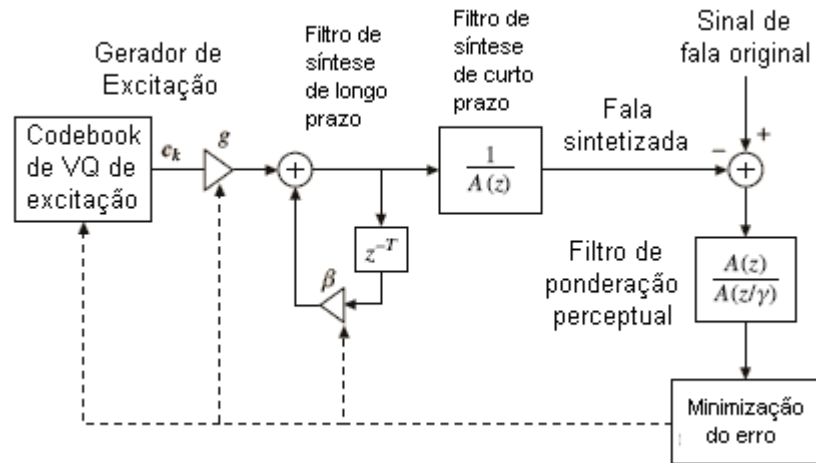


Figura 8: Estrutura do codificador CELP original.

No entanto, o codificador apresentado na Figura 7 requer uma complexidade computacional muito elevada para a busca no *codebook*. Por isso, nos anos subsequentes à publicação do CELP, foram propostos diversos codificadores estruturados especialmente para permitir uma busca rápida.

Como não cabe aqui entrar em detalhes, genericamente esses codificadores dividem o *codebook* em um *codebook* fixo e um *codebook* adaptativo e rearranjam a estrutura dos filtros, de forma a obter um codificador matematicamente equivalente, mas computacionalmente mais eficiente.

3.1.2 Mixed Excitation Linear Prediction (MELP)

Conforme visto na seção 1, o sinal de fala pode ser vozeado ou não vozeado. Nos trechos vozeados, o sinal de excitação pode ser bem representado por uma sequência de pulsos, ou um trem de impulsos, com frequência igual a F_0 . Nos trechos não-vozeados, o sinal de excitação pode ser modelado simplesmente como um ruído. A Figura 8 ilustra um modelo simplificado de síntese LPC.

Do sinal de entrada são extraídos, portanto: (i) se o sinal é vozeado ou não e, em caso afirmativo, a frequência fundamental (F_0), (ii) os coeficientes do filtro LPC e (iii) um ganho para regular a amplitude do sinal sintetizado. Esses parâmetros são otimizados para obter o sinal sintetizado mais próximo do sinal de entrada. O decodificador executa as operações (i), (ii) e (iii), mostradas na Figura 8, obtendo assim o sinal desejado.

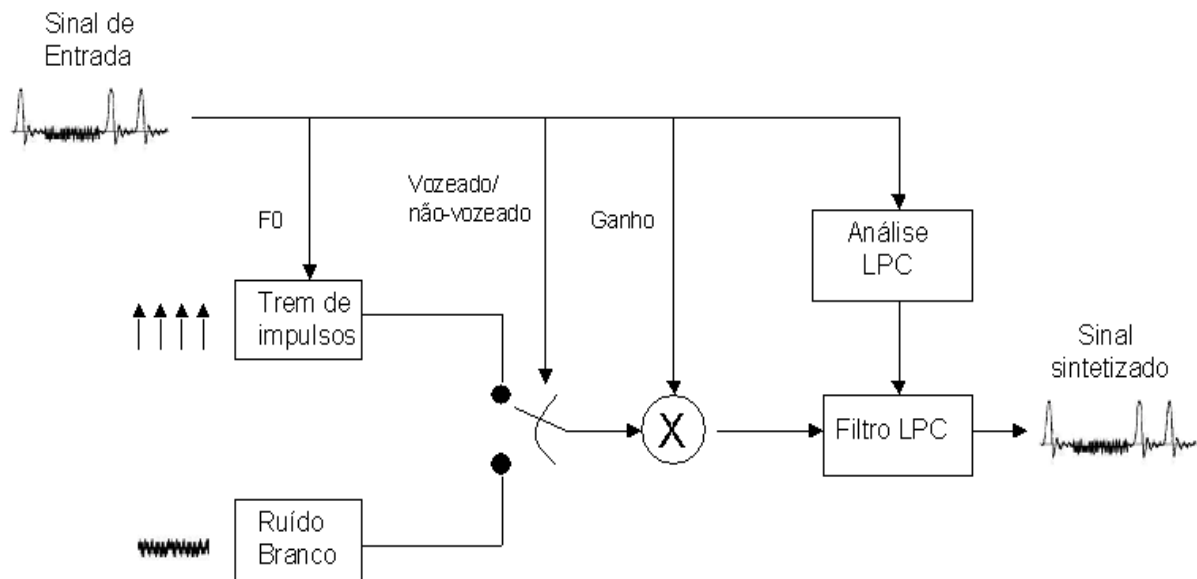


Figura 9: Modelo simplificado de síntese LPC.

Esse modelo apresenta algumas limitações. A maior delas vem do fato de que o sinal de fala nunca é puramente vozeado ou não vozeado. Por isso, a excitação deveria ser constituída sempre de uma “combinação” de pulsos e ruído. Basicamente, essa é a ideia por trás codificador MELP [8].

No entanto, a codificação MELP não se restringe a isso. Antes de serem combinados, o trem de impulsos e o ruído branco são submetidos a filtros passa-banda. Para formar o sinal de excitação do filtro de síntese LPC, o sinal resultante é submetido ainda a uma etapa de aprimoramento espectral (para realizar uma conformação espectral). O ganho só é incorporado ao sinal após o filtro de síntese. Por fim, o sinal é submetido a mais um filtro para produzir o sinal de fala sintetizado.

4. Técnicas Baseadas em Modelos Senoidais

As técnicas baseadas em modelos senoidais assumem que a forma de onda de um sinal qualquer é composta pela soma de um determinado número de senoides com amplitude, frequência e fase variantes no tempo. Os modelos senoidais foram propostos como uma alternativa ao uso da predição linear e são capazes de produzir fala sintetizada perceptualmente indistinguível do sinal original [4].

4.1 ABS/OLA

O modelo ABS/OLA incorpora a técnica de análise por síntese (Analysis-By-Synthesis) para estimar os parâmetros do modelo senoidal e um processo de síntese que utiliza uma técnica conhecida como *OverLap-Add*, surgindo o nome ABS/OLA [9]. Neste modelo, o sinal de fala é aproximado por uma função que depende de uma modulação da envoltória do sinal, introduzida para levar em consideração as variações da energia silábica, depende de um termo que corresponde a uma janela de síntese complementar condicionada a uma restrição, e de um termo correspondente a componentes senoidais, com amplitude, frequência e fase variáveis. Dadas as frequências senoidais, é possível estimar os parâmetros de amplitude e fase ótimos que minimizam o erro quadrático médio entre o sinal analisado e o sinal obtido através do modelo, através de uma aproximação recursiva. As frequências senoidais ótimas são obtidas através de busca exaustiva sobre o conjunto de frequências candidatas uniformemente distribuídas. A síntese é obtida utilizando a técnica de *overlap-add* [9].

4.2 HNM

A técnica de codificação de fala conhecida como HNM (*harmonic-plus-noise model*) é largamente utilizada em sistemas de conversão texto-fala baseados em síntese concatenativa, na etapa de síntese do sinal de fala, devido à sua capacidade de suavizar descontinuidades e de comprimir o sinal.

Esse modelo considera que o sinal de fala é composto pela adição de dois componentes: um componente harmônico (banda inferior) e um componente de ruído (banda superior), o que corresponde a uma separação do espectro da fala em duas bandas.

O limite entre essas bandas é determinado por um limiar de frequência máxima para trechos vozeados. Na banda inferior, o sinal é representado como uma soma de ondas senoidais, cujas amplitudes e frequências variam lentamente. Os valores das amplitudes, das fases e das frequências dessas componentes senoidais são estimadas a partir do sinal de fala original [12].

A banda superior é modelada por um ruído branco gaussiano, que é submetido a um filtro normalizado apenas com polos e é multiplicada por uma função de envoltória [4].

Essa análise é feita para cada quadro do sinal (a uma taxa constante de quadros por segundo), permitindo assim uma representação mais compacta do sinal e a suavização de eventuais discontinuidades que surgiram na concatenação (OLA – *overlap-add*). A Figura 9 ilustra a síntese baseada no modelo HNM.

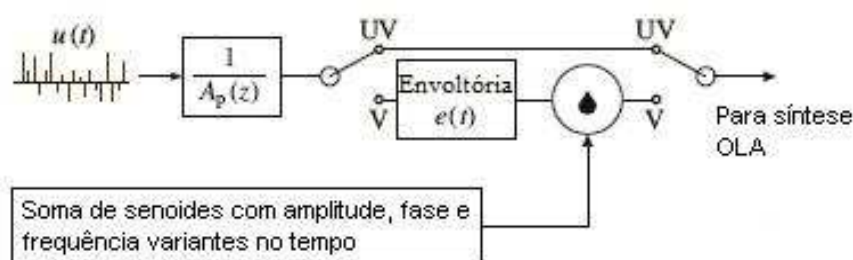


Figura 10: Síntese baseada no modelo HNM.

Considerações Finais

Nesse documento foi apresentada uma visão geral das técnicas de codificação de sinais de fala baseadas em análise por síntese. Esse tipo de codificação baseia-se em um modelo fonte-filtro de produção de fala, e a extração dos parâmetros da fonte de excitação e do filtro do trato vocal é feita sintetizando-se um sinal de fala e comparando-o com o sinal de fala original que se deseja codificar.

Foram apresentadas uma introdução à teoria acústica de produção da fala e aos conceitos básicos da codificação por modelo fonte-filtro, bem como algumas técnicas de codificação baseadas em análise por síntese e técnicas baseadas em modelos senoidais.

Esse documento não se aprofundou em detalhes matemáticos das técnicas apresentadas; desta forma, seu objetivo é fornecer uma visão geral sobre o tema de codificação de fala, levantando alguns pontos de interesse específicos para a

técnica de análise por síntese. Portanto, esse texto deve ser usado como material de consulta inicial e não como um guia para implementação das técnicas aqui citadas.

Bibliografia

- [14] P. Taylor. **Text-to-Speech Synthesis**. Cambridge University Press, 2009.
- [15] F. O. Simões. **Implementação de um Sistema de Conversão Texto-Fala para o Português do Brasil**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Maio 1999.
- [16] Notas de aula da disciplina F105 - **Física da Fala e da Audição**. Prof. Dr. Marcelo Knobel, IFGW, Unicamp, 2004.
- [17] J. Benesty, M. M. Sondhi e Y. Huang, editors. **Springer Handbook of Speech Processing**. Springer, 2008.
- [18] J. D. Markel e A. H. Gray Jr. **Linear Prediction of Speech**. Springer, 1976.
- [19] B. S. Atal. **The History of Linear Prediction**. In IEEE Signal Processing Magazine, vol. 23, pp. 154–161, March 2006.
- [20] M. R. Schoroeder e B. S. Atal. **Code-Excited Linear Prediction (CELP): High Quality Speech at Very Low Bit Rates**. In Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, pp. 937–940, March 1985.
- [21] A. McCree e T.P. Barnwell III. **A mixed excitation LPC vocoder model for low bit rate speech coding**. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, vol. 3(4), pp. 242–250, 1995.
- [22] R. Crochiere. **A weighted overlap-add method of short-time Fourier analysis/synthesis**. IEEE Trans. Acoust. Speech 28(1), pp. 99–102, 1980.
- [23] J. Makhoul. **Linear prediction: A tutorial review**. Proceedings of the IEEE, 63 (5):561–580, abril de 1975.
- [24] M. H. Hayes. **Statistical Digital Signal Processing and Modeling**. J. Wiley & Sons, Inc., Nova York, 1996.
- [25] Y. Stylianou. **Applying the harmonic plus noise model in concatenative speech synthesis**. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, vol. 9(1), pp. 21–29, 2001.

UM ESTUDO SOBRE A INFRAESTRUTURA EXISTENTE NO BRASIL PARA O TRANSPORTE DE CARGAS

A study on the existing infrastructure in Brazil for the transportation of loads.

DIAS, Ana Carolina Sarti

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

RIBEIRO, Marialva Mota

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Resumo: com este trabalho objetiva-se identificar as características da atual infraestrutura existente no Brasil para o transporte de cargas por meio da utilização dos modais rodoviário e ferroviário. Destaca-se que no país a utilização do modal rodoviário é expressivamente maior do que a do ferroviário. A fim de atingir o objetivo proposto utilizou-se dos tipos de pesquisa bibliográfica, documental e descritiva. Com a pesquisa realizada foi possível constatar que há necessidade da realização de melhorias na legislação e na fiscalização e monitoramento, pelo governo federal e estadual, em relação à infraestrutura existente no país para o transporte de carga.

Palavras-chave: Transporte de carga nacional; Modal rodoviário e ferroviário; Governo.

Abstract: This work aims to identify the characteristics of today's existing infrastructure in Brazil to transport loads through the use of modal road and rail. It is noteworthy that in the country to use the road system are much larger than the rail. To reach that goal we used the types of literature, documentary and descriptive. With the survey it was established that there is need to carry out improvements in legislation and supervision and monitoring by federal and state government, in relation to existing infrastructure in the country to transport loads

Keywords: National transportation of loads; Modal road and rail; Government.

INTRODUÇÃO

O transporte é uma das principais atividades logísticas, representando cerca de 60% do custo total logístico em grande parte das organizações (BARAT, 2007). Além disto, ele é considerado dentre as funções logísticas a mais notória, por ser uma atividade básica responsável tanto pela movimentação de matérias primas quanto pela distribuição do produto final.

Mediante a relevância do transporte, tanto em movimentação de produtos quanto ao seu custo logístico, torna-se indispensável analisar, além dos fatores referentes à eficiência da gestão e o desempenho das operações logísticas, a qualidade e oferta da infraestrutura atual para os modais de transporte existentes: ferroviário, rodoviário, hidroviário, dutoviário e aéreo.

Tendo como foco deste trabalho o transporte de carga nacional, mensura-se que no Brasil os percentuais de utilização dos principais modais, se dividem em: rodoviário 61,1%; ferroviário 20,7%; aquaviário 13,6%; dutoviário 4,2% e aéreo 0,4% (NEIVA, 2009). Verifica-se que o modal que possui maior participação é o rodoviário, que se tornou predominante no Brasil em virtude do modelo implantado desde o período do governo Juscelino Kubitschek, em que governar era sinônimo de abrir estradas. (RIBEIRO, HENRIQUE, CORDEIRO, 2011).

Em participação no transporte de cargas no Brasil, o modal ferroviário se apresenta em seguida do modal rodoviário. Apesar destes modais de transporte terrestre ter maior representatividade em relação aos outros modais, torna-se necessário entender porque no Brasil o modal rodoviário apresenta 3 (três) vezes maior participação em relação ao modal ferroviário.

Deste modo, enfatizando o transporte de carga terrestre nacional, neste trabalho busca-se identificar as características e as necessidades da infraestrutura existente para o transporte de cargas no Brasil, por meio da utilização dos modais rodoviário e ferroviário.

A participação da logística direcionada para os transportes na economia brasileira é significativa, tendo o valor adicionado pelo referido setor no PIB – Produto Interno Bruto - de R\$ 42 bilhões (RIBEIRO, HENRIQUE, CORDEIRO, 2011).

Mediante este cenário, questiona-se: quais são as características da infraestrutura existente no Brasil para a operacionalização dos modais rodoviário e ferroviário no transporte de cargas?

Ressalta-se, entretanto, que por infraestrutura para os modais em questão se consideram neste trabalho as vias de acesso – rodovias e ferrovias, desconsiderando a infraestrutura de apoio.

A PARTICIPAÇÃO DO TRANSPORTE NO SETOR LOGÍSTICO

A Logística possui como conduta preconceber a obtenção, o deslocamento e o depósito de matérias-primas, peças, produtos acabados e os fluxos de informação com a finalidade de potencializar os lucros, atendendo aos pedidos a baixo custo conforme o anseio do cliente (GOMES & RIBEIRO, 2004). Desta forma, sendo fundamental para o comércio por auxiliar no padrão econômico de vida geral, além de sua gestão eficiente ser vital para a empresa que deseja atingir as necessidades de seus clientes, estando à frente de seus concorrentes e operando nos mercados de âmbito nacional e até mesmo internacional (BALLOU, 2001). Sobretudo, a logística é o gerenciamento de movimentação de recurso de uma empresa nos locais e tempo planejado, buscando minimizar os custos e aumentar os benefícios (LEONE & LEONE, 2007).

O transporte eficiente possibilita que muitos produtos perecíveis que só são encontrados em algumas épocas do ano, devido seus padrões sazonais e condições de cultivo, possam ser encontrados em qualquer parte do mundo independente da época de cultivo (BALLOU, 2001). Desta forma, o transporte é a atividade mais importante das cadeias logísticas que demandam processos modernos de preservação, manuseio, estocagem, transferência e movimentação das mercadorias (BARAT, 2007), além de representar o componente mais importante em termos de custos logísticos totais.

A administração do fluxo de transportes é um dos grandes desafios das organizações. A crescente demanda no escoamento de produtos e serviços em um *lead time* reduzido gerou uma valorização para o sistema logístico nos últimos 20 anos (RIBEIRO, HENRIQUE & CORDEIRO, 2011).

Devido à participação do transporte no setor logístico, uma infraestrutura de transporte adequada é capaz de potencializar a competência dos setores produtivos, favorecendo maior integração regional entre empresa e cliente, aumentando o fluxo de mercadorias e pessoas, minimizando o tempo despendido em trânsito elevando assim o bem-estar da sociedade (BETARELLI JUNIOR, 2007). Neste sentido

uma adequada infraestrutura de transporte é condição necessária para o desenvolvimento de um país ou região, visto que é indispensável uma rede bem estruturada de transportes para induzir à maior integração inter setorial e regional em toda a economia de uma nação (BANISTER & BERECHMAN apud BETARELLI JUNIOR, 2001).

A importância de uma infraestrutura adequada para o transporte se revela primordial em um país de grandes extensões territoriais como o Brasil, sobretudo quando se consideram as assimetrias econômicas regionais existentes em pontos mais distantes no país. Assim tornam-se necessários ações e objetivos dos planejadores governamentais focando em investimentos no transporte com o intuito de interligar pontos longínquos e reduzir desigualdades (BETARELLI JUNIOR, 2012).

As vias de acesso para transporte de cargas no Brasil são caracterizadas da seguinte forma: 72 mil km de rodovias federais (com 58 mil km pavimentados, em que desse total, 35% estão em estado regular e 47% em péssimas condições de conservação) e 28 mil km de ferrovias (operadas pelo setor privado em regime de concessão) (ANA apud RODRIGUES, 2009). O sistema de transporte no Brasil, que ficou vários anos sem receber investimentos, passa por transição em relação às possibilidades de utilização de mais de um modal na movimentação de cargas por toda a cadeia de suprimento. Isto está ocorrendo pelo processo de privatização de ferrovias e portos, execução de obras infraestruturais e também pela decisão de vários embarcadores e prestadores de serviços logísticos (NAZÁRIO, 2000).

Verifica-se que o Brasil está em um momento de explorar as potencialidades do setor de transportes, devido à contribuição do transporte intermodal, a privatização das ferrovias e a preocupação com os impactos ambientais para reduzir a participação do modo rodoviário na matriz de transportes (MOURA & PEREIRA, 2011).

O mais expressivo modal de cargas no Brasil é o modal rodoviário, atingindo quase todos os pontos do território nacional, que teve maior disseminação na

década de 50 devido à instalação da indústria automobilística no país e a pavimentação das rodovias (RIBEIRO & FERREIRA, 2002). Este modal apresenta maior relevância por se caracterizar muito flexível, principalmente se a malha rodoviária for extensa e tiver em boas condições. Além disto, é versátil, podendo transportar produtos de diversos tamanhos e permitir a entrega ponto a ponto, facilitando o sistema *Just-in-time* (BARAT, 2007). Possui como vantagem apresentar custos fixos baixos (rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos), porém seu custo variável (combustível, manutenção, etc.) é médio (RIBEIRO & FERREIRA, 2002). Apesar de apresentar tais características benéficas, o transporte rodoviário brasileiro se agrava pelo fato de que partes essenciais das estradas brasileiras se encontram em péssimo estado de conservação, o que reduz 40% da velocidade média dos veículos transportadores (CARVALHO, 2007), além de aumentar o consumo de combustíveis e a ocorrência de acidentes, podendo ou não envolver terceiros.

Segundo o levantamento das condições das rodovias pavimentadas pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) realizado em 2009, 69,1% (61.839 km) da extensão pesquisada de infraestrutura rodoviária apresenta problemas no pavimento e na sinalização. Além disto, existe a participação da iniciativa privada no setor de infraestrutura rodoviário, transferindo o governo a ela a obrigação de manutenção das rodovias com a tentativa de melhorar a situação do setor. Mensura-se que o Programa de Concessão de Rodovias Federais abrange 13.780,78, sendo que o país possui 1.711.958,4 km de rodovias, no qual apenas 212.442,0 km são pavimentados (CURI, 2009). A malha rodoviária brasileira é apresentada na Figura 1, com destaque para as rodovias federais.

Figura 11 - Malha rodoviária brasileira - rodovias federais

Fonte: **MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES** *apud* UNICAMP, 2012.

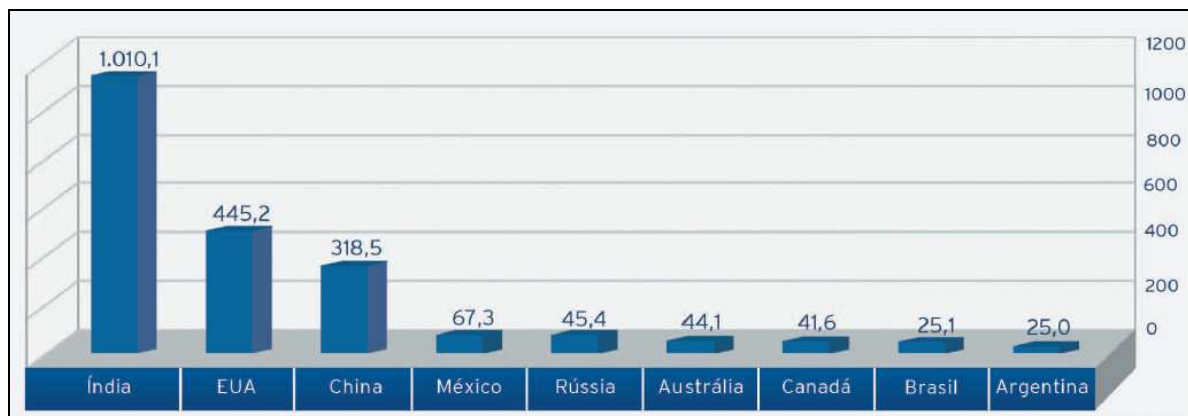
Verifica-se que o setor de transporte de carga rodoviário nacional convive com uma série de dificuldades estruturais, tais como a informalidade e a fragmentação, em que se constata uma frota com veículos antigos e carentes de manutenção, roubo de cargas, falta de regulamentação e principalmente prática comum de dirigir com excesso de peso, de horas trabalhadas e velocidade, resultando em altos índices de acidentes. Outro fato a se considerar é a inexistência de barreiras de entrada e regras de permanência no segmento rodoviário, existindo um excesso de oferta, preços deprimidos e práticas operacionais condenáveis (PEREIRA, 2006).

O sistema de transporte de cargas brasileiro incide sobre o modal rodoviário, atingindo cerca de 65% da carga transportada, mesmo sendo considerado pelos especialistas o menos eficiente para longas distâncias. Para Paulo Godoy, atual presidente da ABDIB (Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústria de Base) o transporte rodoviário de cargas é indicado apenas quando o trajeto não ultrapassa 300 km. Já para distâncias entre 300 km a 500 km, o desejável é utilizar o modal ferroviário, em que no Brasil atende apenas a 15 % da carga transportada (CARVALHO, 2007).

Sendo assim constata-se que as rodovias nacionais possuem infraestrutura viária deficiente e ao se comparar a malha rodoviária brasileira com a de outros países de grandes dimensões, em desenvolvimento ou desenvolvidos, é possível

perceber a escassez da densidade da malha rodoviária do Brasil, medida pelo número de quilômetros de infraestrutura existente dividido pela área do país (CNT RODOVIAS, 2011). (GRÁF. 1).

Gráfico 1: Densidade do transporte rodoviário



Fonte: CNT RODOVIAS, 2011.

As ferrovias foram importantes no século XIX em que se destacava em relação ao transporte hidroviário, que não carregava cargas pesadas e não percorria grandes distâncias e nem montanhas, não atingindo as localidades desejáveis. Em meados do século XX houve um movimento das nações favorecendo o crescimento das rodovias, coincidentemente o da indústria automobilística. Isto ocorreu devido às ferrovias terem grande extensão, possuir forte regulação estatal e um sistema de tarifas com base no valor das mercadorias transportadas, diferentemente das rodovias que possuíam baixa escala com pouca intervenção governamental e fretes com base nos custos (MARTINS & CAIXETA FILHO, 1998). A ferrovia diferencia da rodovia principalmente em relação à sua construção, ou seja, a ferrovia necessita de rampas de aclive com menos ladeiras e raios de curvas maiores do que a rodovia, por possuírem outros veículos de operação. Apesar disto, os veículos ferroviários possuem maior capacidade de carga diferenciando a maneira de operar e de manutenção em relação ao rodoviário (BETARELLI JUNIOR, 2012). Mesmo tendo maior capacidade de carga, o modal ferroviário se caracteriza por possuir menos versatilidade em relação à carga a transportar e por ser menos flexível que o rodoviário, se limitando ao serviço terminal-terminal (BARAT, 2007). Possuindo custos fixos altos em relação a equipamentos e terminais, mas com custos variáveis baixos (BOWERSOX, COOPER, CLOSS, 2002).

No Brasil o modal ferroviário foi privatizado há aproximadamente 10 anos e vem mostrando avanços significativos. Apesar de tais avanços, esse modal passa por uma série de restrições, limitando a sua contribuição ao desenvolvimento do país. Uma dessas limitações é a extensão da malha, que se apresenta com pouco mais de 28 mil km de linha, além de ser restrito, possui baixa produtividade. A baixa produtividade das ferrovias nacionais ocorre principalmente pela pequena distância média em que as cargas são transportadas, devido à concepção antiga que foi mantida pelo modelo de privatização, no qual a ferrovia possui um escopo regional em vez da integração nacional no sentido norte-sul e leste-oeste (PEREIRA, 2006).

Os desafios enfrentados pelas ferrovias são inúmeros, como as condições geométricas deficientes de grande parte das linhas, as invasões de faixa de domínio, as passagens em nível e os gabaritos desatualizados. (SETTI, 2008). Além disso, as ferrovias nacionais possuem baixa velocidade média praticada pelas diversas concessionárias, em função de traçados antigos e desfavoráveis, do uso de bitola métrica na maior parte das linhas e da má conservação das vias (PEREIRA, 2006).

Um dos principais problemas nas ferrovias nacional é o uso de diferentes bitolas (distância entre as faces internas das duas filas de trilhos), principalmente a bitola métrica (1,00 m) e a bitola larga (1,60m), impedindo a unificação eficiente da malha ferroviária nacional. Estas bitolas surgiram no início do século XIX, com uma falta de coordenação do governo em aceitar as construções de ferrovias sem uma padronização (CURI, 2009). Além das bitolas, destaca-se, também, como uma dificuldade para o modal ferroviário no Brasil o relevo acidentado, principalmente na região Sudeste, em que se concentram as principais atividades industriais e comerciais do país.

As ferrovias de carga nacional distribuem-se desde o Pará até o Rio Grande do Sul, incluindo no conjunto aquelas isoladas de caráter industrial e dedicadas ao transporte de cargas especializadas: as ferrovias da Companhia Vale do Rio Doce e as operadoras concessionárias das malhas da antiga Rede Ferroviária Federal S. A. e da Fepasa (Ferrovia Paulista Sociedade Anônima) (SETTI, 2008). A malha ferroviária não abrange grande parte do país como norte, nordeste e centro-oeste que estão praticamente fora do mapeamento do sistema ferroviário nacional, devido à falta de grandes investimentos no setor. (FIG. 2).

Figura 12: Malha ferroviária brasileira



Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES *apud* UNICAMP, 2012.

Percebe-se que o investimento por km de linha férrea no Brasil é cerca de 1/3 daquele das ferrovias norte-americanas como demonstra o Gráfico 2, além de que os investimentos nos Estados Unidos são apenas aqueles necessários para manutenção do sistema, já no Brasil o investimento deveria recuperar o sistema, e expandi-lo (CNT TRANSPORTE DE CARGA NO BRASIL, 2011). (GRÁF. 2).

Gráfico 2: Investimentos Privados: U\$ por km de linha



Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES *apud* CNT TRANSPORTE DE CARGA NO BRASIL, 2011.

Além disso, esses subinvestimentos tem relação direta com o alto custo de capital associado a enormes incertezas microeconômicas do país. Nos EUA era possível captar empréstimos de longo prazo a uma taxa de 6,6% a.a., e já no Brasil os empréstimos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.) para as ferrovias tiveram custo de 22,4% em 2001.

Além dos altos custos financeiros existentes no Brasil, existe o alto índice de incertezas microeconômicas, envolvendo questões como lentidão e ineficácia da burocracia estatal, incertezas regulatórias, lentidão do Poder Judiciário e incertezas sobre o verdadeiro custo de capital no longo prazo (PEREIRA, 2006). É necessário verificar que mesmo com a concessão das ferrovias, continua a responsabilidade do governo em promover a expansão da malha ferroviária nacional, assim como solução de todos os problemas do setor.

Assim constata-se que a mais importante dimensão a ser analisada no transporte de cargas brasileiro é a econômica, em que um transporte eficiente economicamente gera grande valor para o desenvolvimento regional e internacional de um país (CNT TRANSPORTE DE CARGA NO BRASIL, 2011).

METODOLOGIA

Para a elaboração desse trabalho foram utilizados os tipos de pesquisa Bibliográfica, documental e descritiva.

A pesquisa de caráter descritiva, de acordo com Gressler (2004), é utilizada para descrever acontecimentos e circunstâncias existentes, detectar problemas, explicar condições, fazer comparações com situações similares em que se podem obter maiores clareza nas informações, com a finalidade de esclarecer situações para possíveis planos e decisões futuras. Com a sua utilização, descreveu-se a infraestrutura e custos existentes para os modais rodoviários e ferroviários no Brasil, identificando as suas fragilidades, comparando com outros países, analisando as condições existentes e explanando observações e sugestões para o modal de transporte rodoviário e ferroviário.

O estudo apresentado neste trabalho tem com base a pesquisa bibliográfica, que, segundo Matos e Vieira (2001), foi realizado a partir do levantamento de

referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de web site, possibilitando visualizar o cenário e realizar o estudo sobre o setor de transporte ferroviário e rodoviário no Brasil, que influencia no desempenho das empresas situadas no país.

Por fim foi realizada a pesquisa documental, no qual Reis (2008) a caracteriza por utilizar de documentos que não são científicos apesar de serem fontes importantes de dados, captando informações em documentos institucionais como os Relatórios da Confederação Nacional de Transportes além de reportagens que apresentaram dados primordiais para este artigo.

INFRAESTRUTURA DOS MODAIS RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO NO BRASIL

A importância do transporte de carga e a necessidade de atenção para este setor no país muitas vezes é colocada em questão apenas em circunstâncias drásticas, como foi verificado na manifestação dos caminhoneiros com uma paralisação de alcance nacional. Do período de 25 a 31 de julho de 2012 os caminhoneiros reivindicavam por meio de uma greve a revogação da Resolução 3056/09 pela ANTT, que alterou a Lei 11442/07 (PARALISAÇÃO..., 2012). Esta alteração ocasionou a inclusão de vários transportadores no mercado de fretes motivando uma concorrência desleal, gerando fretes abaixo do custo operacional. Também estavam descontentes com a carga horária e o tempo de descanso definido pelo Estatuto do Motorista (Lei 12619/12) que estabelecia que o caminhoneiro tivesse onze horas de descanso diário, assim os motoristas alegavam a dificuldade de se encontrar pontos de apoios para os caminhões pararem na rodovia (GREVE..., 2012). Além disso, afirmavam que as exigências impostas pela lei eram impraticáveis pela falta de infraestrutura nas estradas. De acordo com Confederação Nacional dos Trabalhadores em Transportes (CNTT, 2012) a greve na verdade era patronal e de coação contra caminhoneiros, por parte das empresas do setor que se viam obrigadas com a lei contratarem mais motoristas e aumentarem a frota (SINDICATOS... 2012). Por fim o governo federal entrou em acordo com os grevistas para instalar a mesa de negociação (CRISTALDO, 2012).

A greve provocou perigo de acidentes, cargas perecíveis estragando, ameaça no fornecimento e a alta nos preços para o consumidor. Este fato proporcionou uma visão clara do quanto o Brasil depende do transporte de carga rodoviário, e que a sua falta reflete imediatamente atingindo toda a população nos mais diferentes pontos do País. Tal dependência pelo transporte de carga rodoviário faz com que muitas vezes desconsidere a utilização de outros modais, visto que o percentual de participação do modal rodoviário é três vezes maior que o ferroviário no país (rodoviário 61,1% contrastando com 20,7% de participação no ferroviário). Esta falta de aproveitamento do modal ferroviário ocasiona perdas em diversos setores, principalmente no mercado de *commodities*.

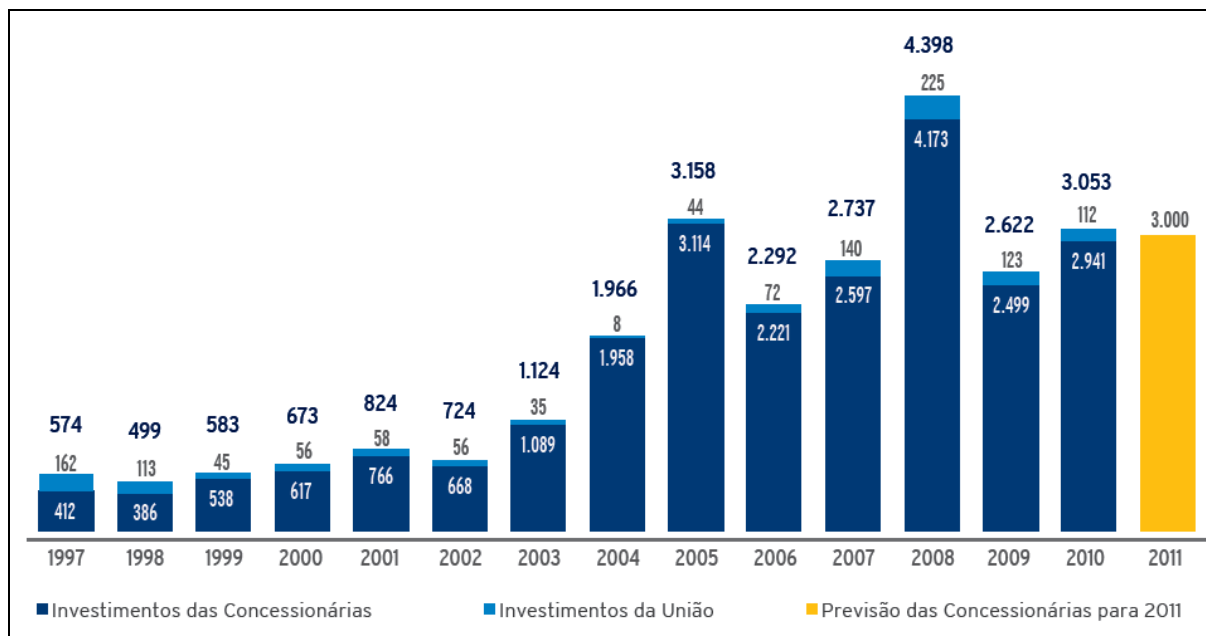
Apesar de o Brasil ser um grande produtor de *commodities*, o aumento do volume das exportações está relacionado com a infraestrutura logística. O país, sendo de dimensões continentais, demanda de melhoria na infraestrutura de transporte a partir da revitalização da ferrovia nacional, sendo essencial para o escoamento das produções. Estima-se que a perda de grãos no Brasil é cerca R\$ 2,7 bilhões a cada safra com o derrame de grãos durante o transporte rodoviário, o que equivalem a aproximadamente 488 caminhões totalmente carregados (TRAVASSOS et. al. 2011). Isto ocorre devido à conservação precária das estradas e a inadequação do transporte. Além disso, constata-se que o Banco Mundial estima que as empresas dos mais diversos setores economizariam mais de 50 bilhões de dólares por ano se a logística do Brasil se equiparasse a média dos países desenvolvidos (KROEHN, 2012).

De acordo com dados da CNT Transporte de Carga no Brasil (2011) existe o risco do transporte de carga nacional ser incapaz de acompanhar o crescimento da demanda com qualidade. Já existindo indícios deste risco como a atual frota rodoviária com idade média de 17,5 anos e estradas com condições péssima, ruim ou deficiente em 78% dos casos. Além da atual baixa disponibilidade de infraestrutura ferroviária com locomotivas com idade média de 25 anos.

Apesar da criação da Rede Ferroviária Federal - RFFSA - em 1957 que permitiu a unificação da malha ferroviária nacional, fortalecendo o investimento estatal e favorecendo o gerenciamento e manutenção e ampliação das estradas de ferro. Mas devido à alta competitividade pelas rodovias houve o declínio do transporte ferroviário no país, conduzindo a privatização entre 1996 a 1998, desta

forma o governo se isenta da culpa total da atual infraestrutura e baixa capacidade das ferrovias nacionais. Retratando a falta de políticas para o setor associado à falta de investimentos do governo na manutenção. (GRÁF. 3).

Gráfico 3 - Investimentos realizados após a concessão (R\$ Milhões)



Fonte: CNT FERROVIAS, 2011

De acordo com os dados apresentados no Gráfico 3, verifica-se que em 1997, logo após a concessão das ferrovias, o governo brasileiro investiu 162 milhões de reais, após este investimento os valores da União destinado as ferrovias foram decaindo, só foi realizado outro investimento expressivo de 225 milhões de reais em 2008, ficando evidente a falta de auxílio para as concessionárias durante este período de 11 anos. O Sistema Ferroviário Brasileiro atualmente totaliza 30.051 km de extensão, distribuído pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, praticamente não atendendo o Centro-Oeste e Norte do país, sendo a parcela destinada ao transporte ferroviário de cargas 28.614 km, relativamente pequena considerando a grande extensão territorial do país comparando com países de mesmo porte (CNT FERROVIAS, 2011).

Um grande problema do transporte ferroviário nacional é a reduzida velocidade média de operação das malhas, o tempo de entrega da mercadoria

também depende da programação das concessionárias, podendo assim atrapalhar nos prazos dos clientes. O valor do frete possui competitividade apenas para as distâncias médias e curtas, dependendo da extensão disponível na malha da concessionária, mas para distâncias maiores perde competitividade devido o baixo custo do frete rodoviário que não é regulamentado e não possui garantia de carga, diferentemente do ferroviário que apresenta tais características mais agrega valor ao frete. Além disto, as faixas de domínio que se refere à faixa de terreno em que se localiza a via férrea e demais instalações da ferrovia estão muitas vezes sendo invadidas por comunidades que se instalam perto destas áreas. Similares à faixa de domínio existe outro fator agravante que é a passagem em nível (cruzamento de uma ou mais linhas com uma rodovia) as duas situações são bastante complicadas, pois impõem risco à vida das pessoas.

Curi (2009) relata que o principal fator que limita o transporte ferroviário nacional é o uso de diferentes bitolas (distância entre as faces internas das duas filas de trilhos) que impede a unificação eficiente da malha, necessitando de paradas em terminas para continuar o trajeto por não existir uma integração entre as malhas ferroviárias nacionais. O que ocorre é que na malha ferroviária concedida ao transporte de carga, aproximadamente 80% é em bitola estreita (a bitola estreita mais utilizada é a de 1,0 m) que permite o uso de curvas com raios mínimos menores sendo na época de construção da malha ferroviária conveniente para o país que se satisfazia com estradas econômicas de péssimas condições técnicas, trilhos leves e locomotivas com fracas potências. No entanto, a bitola larga (1,6 m) é superior por permitir maior capacidade de tráfego, maiores velocidades e menores resistências. Como a bitola estreita possui maior participação acaba limitando a capacidade de carga e elevando o frete, sendo o problema mais difícil de solucionar devido aos equipamentos ferroviários que precisariam ser trocados no caso de unificação de bitolas.

Além do uso de bitolas diferentes, outro elemento que impossibilita o desenvolvimento da malha ferroviária no Brasil é a configuração geográfica do país, que apesar de possuir grande extensão, possui relevos desiguais impedindo que a ferrovia atinja certas regiões. Apesar de tais dificuldades enfrentadas o transporte ferroviário nacional apresenta aspectos positivos como a segurança da carga que apresenta um índice de perda de 0,2%, sendo expressivamente mais seguro que o

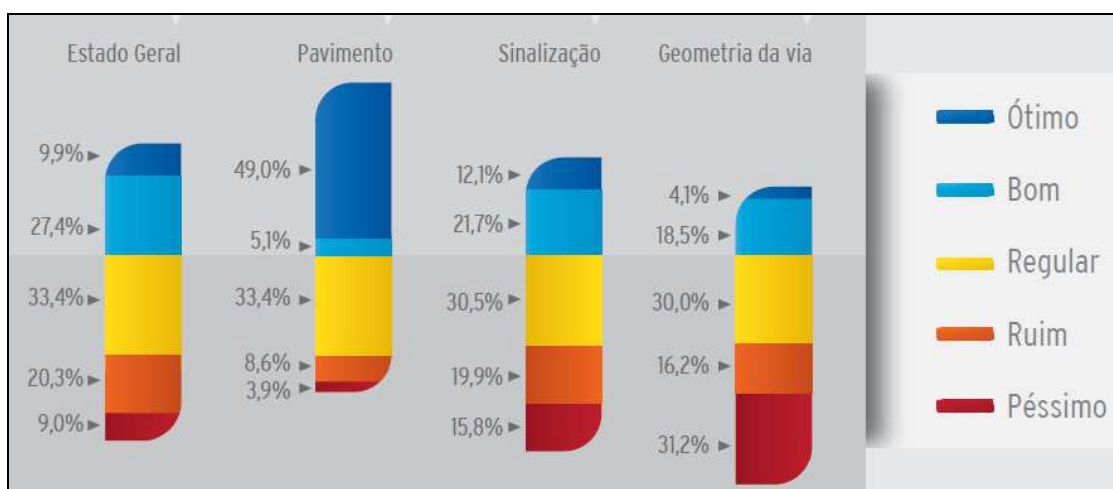
modal rodoviário. Além disso, com o uso da tecnologia de informação é possível monitorar a carga durante o trajeto. Outro fato importante é que o custo do frete não se mostra como fator para decisão sobre qual modal transportar, assim as concessionárias estão agregando serviços de coleta, entrega e fretes porta a porta tornando o modal ferroviário mais competitivo.

Atualmente constata-se que existem no país 1.691.226 km de rodovias, dos quais apenas 201.831 km são pavimentados o que representa 11,9% da malha, 80,4% (1.359.069 km) da malha são rodovias não pavimentadas e o restante 7,7% (130.323) são rodovias planejadas. Destes 201.831 km de rodovia que são pavimentados foi realizada a pesquisa CNT (Confederação Nacional do Transporte) rodovias com 95.707 km no qual suas características estão de acordo com os dados apresentados no Gráfico 4 (CNT RODOVIAS, 2012) .

Diante do Gráfico 4 constata-se que a maioria das rodovias pavimentadas é considerada deficiente (Regular, Ruim ou Péssimo), ou seja, necessita de melhoria, mas ao mesmo tempo não se encontra totalmente ruim já que desta parcela a maior percentagem foi a de regular e no item de pavimentação a grande percentagem de 49,0% esta caracterizada como ótimo.

Em relação ao estado geral das vias, a maior percentagem foi caracterizada como regular pela estrutura do pavimento das rodovias no Brasil não atender as necessidades técnicas das camadas do pavimento.

Gráfico 4: Características das rodovias pavimentadas



Fonte: CNT RODOVIAS, 2012.

Mesmo tendo sido nos últimos dez anos destinados 72,2% do total de investimentos dos recursos públicos de infraestrutura de transporte para projetos rodoviários, não foi suficiente para a manutenção correta da malha rodoviária, já que a maioria da extensão apresenta alguma deficiência. Outro fato interessante é que a melhoria da qualidade das rodovias pode resultar em uma economia de até 5,0% no consumo de combustível, favorecendo a diminuição de custos operacionais do modal rodoviário. No modal rodoviário existem dois tipos de custos relevantes, que são os custos fixos (motorista, seguro do veículo, IPVA/ seguro obrigatório) no qual com o tempo de viagem diminui já que o transportador tem a possibilidade de realizar mais viagens reduzindo a participação deles no custo operacional por viagem e os custos variáveis que diminuem à medida que a qualidade da via melhora é os gastos com pneus, combustível e manutenção da frota. Assim, tendo tais custos significativamente baixos fazem com que ocorra uma alta concorrência, muitas vezes desleal.

Também é importante constatar a insegurança existente nas rodovias, em que os números de acidentes e mortes são muito elevados, que ocorrem muitas vezes pelo excesso no peso de carga, veículos muito antigos, caminhoneiros trabalhando muitas horas sem descanso e até mesmo pelo estado das vias. Além disso, outra insegurança que o setor rodoviário apresenta são os roubos de cargas que aumentam em torno de 7% no Brasil ano após ano (CALDA, 2012). Assim certifica-se que apesar do transporte de carga rodoviária apresentar maior participação não significa que este é o mais apropriado e possui condições favoráveis para uso, ficando explícita a necessidade de investimentos para o setor. Além disso, constata-se que as rodovias são utilizadas também para veículos de passeio e pedestres, que sobrecarregam as rodovias, enquanto que nas ferrovias o transporte é segmentado, sendo utilizados veículos de carga e passeio de modo separado. Devido à falta de planejamento e controle do setor de transportes nacional, muitas empresas se veem obrigadas a manter excesso de estoque ao longo da cadeia produtiva para se proteger da incapacidade do transporte, o grande problema é que esta prática ocasiona atrasos, acidentes e roubos de carga.

Um setor de transportes mais confiável e eficiente poderia diminuir investimentos do governo estadual e federal, liberando recursos da ordem de bilhões de reais que poderiam ser reinvestidos em atividades produtivas. Os baixos índices

de eficiência no transporte de carga nacional se dão pela necessidade de modernização. É imprescindível utilizar novas tecnologias criando infraestruturas necessárias para uma maior agilidade nas operações. Os programas de financiamento para o setor são muitas vezes insuficientes, além disto, é primordial que os recursos destinados para o transporte seja utilizado adequadamente.

O Brasil apresenta uma cultura direcionada para utilização do modal rodoviário, desconhecendo as vantagens dos demais modais e, apesar de ter tal priorização o transporte, rodoviário não é regulamentado. Faltam regras que intimidem a concorrência desleal no transporte rodoviário de cargas, devido aos preços ofertados que muitas vezes são mais baixos que os custos operacionais afetando na economia do setor. É necessário o esforço legal, fiscal e de monitoramento além de regras mínimas para que um transportador rodoviário de carga obtenha a permissão para operar e se manter atuante neste mercado. A fiscalização deve ser mais intensa para evitar que problemas como o excesso de peso nos caminhões causem acidentes e degradação nas estradas. Mas para uma melhora efetiva na fiscalização seria necessária a implantação de novas tecnologias, facilitando o processo e melhorando principalmente na agilidade. Visto que muitas frotas se encontram em situações deploráveis, verifica-se a ausência do Poder Público para criar linhas de financiamento estabelecidas por agências governamentais, que poderia favorecer às empresas na aquisição de novas tecnologias e equipamentos de rastreamento diminuindo a insegurança. Além disso, sendo possível a fusão de transportadoras revertendo a atual concorrência. Por fim o governo deveria levar em consideração como critério das próximas concessões a concorrência que estipular o menor preço de pedágio.

É imprescindível o sistema ferroviário para o desenvolvimento de um país com grandes extensões e expressivo produtor de *commodities* como Brasil, apesar disso sua infraestrutura atual não atende totalmente as necessidades da demanda. O fato mais relevante que afeta no desenvolvimento nas ferrovias é a burocracia, devido às ações (título de cada sócio) o processo decisório para mudanças acaba sendo complexo, por envolver sócios com visões muito diferentes do negócio. Além disso, é importante destacar que falta ao governo oferecer negociações entre as concessionárias para que a malha ferroviária possa operar como um sistema único visando à eficiência como todo e tentando diminuir a construção antiga das bitolas

diferente que impedem a unificação da malha. Os altos custos em relação a equipamentos impedem uma melhor estruturação da malha ferroviária sendo necessária a reavaliação das alíquotas incidentes sobre material ferroviário, tendo um melhor enquadramento tarifário sobre as peças, partes e materiais ferroviários que são importados considerados excessivamente caros para as concessionárias. Assim falta um modelo de financiamento do governo, que consiga reduzir o custo médio de capital e proporcione investimentos em construção por meio da iniciativa privada. O último fator a se constatar em relação às ferrovias nacionais é a remoção de ocupações de áreas de domínio das ferrovias, que deveria ser feita a partir de programas específicos pelo Governo com a ajuda de recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Fundo de Garantia por Tempo de Serviço ou caixa por envolver questões sociais.

Realizando um paralelo do transporte rodoviário e com o ferroviário verifica-se que, apesar de cada um ter suas peculiaridades, a dificuldade que impede o desenvolvimento de ambos é a mesma: falta de ações a serem tomadas pelo governo estadual e federal. Ou seja, pra existir o progresso destes modais no Brasil o poder público precisa tomar as frentes e impor regras e não ficar isento de atitudes devido à privatização. Como visto é indispensável um sistema tributário adequado, existindo um esforço por parte do governo legal, fiscal e de monitoramento com indicadores de desempenho de cada modal. Para existir uma modernização no setor é vital ter programas de financiamento para facilitar tamanho investimento. E, principalmente, o mínimo que se deve fazer e se ter o controle sobre os recursos da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico- CIDE, que são previstos para ser utilizados apenas na infraestrutura de transporte e não aplicados para outros fins.

O governo brasileiro anunciou no dia 15 de agosto de 2012 um pacote de concessão para duplicar 5.700 km de rodovias e construir 10 mil km de ferrovias, tendo valores estimados em R\$ 133 bilhões ao longo dos próximos 30 anos, no qual serão R\$ 42 bilhões em investimentos em rodovias e R\$ 91 bilhões em ferrovias (SCHREIBER, PRADO, MATOS, 2012). Alguns pontos nesta concessão são bastante interessantes e demonstram um alto crescimento na infraestrutura do transporte rodoviário e ferroviário. Dentre eles estão o fato de as empresas ganhadoras da concessão das rodovias serão aquelas que apresentarem menor custo de pedágio. No caso das ferrovias, oferecerá condição para menores custos

utilizando uma malha rodoviária compartilhando os direitos das passagens para diversas empresas e não para apenas a gestora. Além disso, o governo está colocando metas para o término das obras. É indiscutível que este pacote de concessão surgiu na hora certa, no qual, como verificado, o país estava prestes a sofrer uma hipertrofia devido à oferta não suprir o tamanho da demanda. Diante do enunciado pelo o governo nota que este projeto apresenta condições favoráveis, mas é imprescindível que para uma significativa mudança e desenvolvimento no setor haja sempre a intervenção do setor público impondo regras, mantendo o monitoramento e principalmente fiscalizando, como já foi constatado.

CONCLUSÃO

O transporte é um serviço que se não bem estruturado atinge a qualidade de vida das pessoas e principalmente o desenvolvimento econômico de um país. Visto que com sua ausência indústrias não produzem não existindo comércio exterior, além de produtos não chegarem aos consumidores.

Constatado que a gestão do transporte é um dos pontos da gestão estratégica na logística mais importante e com maior custo é primordial, tanto para os produtores quanto para os empresários, se inserir em um meio que minimize os custos e ofereça maior eficiência em todo o processo logístico.

Para o modal ferroviário é fundamental a ampliação da malha ferroviária, novas moradias destinadas às pessoas que invadiram a faixa de domínio, melhor sinalização nas passagens em nível, estado adequado dos trilhos e das locomotivas e monitoramento da carga. Além disso, se tratando do modal rodoviário a infraestrutura adequada é a pavimentação das rodovias, sinalização, monitoramento do estado de conservação dos caminhões, controle sobre a velocidade permitida nas vias, intensificação do policiamento, devido ao número de roubos e acidentes, e aumento no número de locais para descanso dos caminhoneiros.

É necessário que exista uma reestruturação do transporte de carga nacional, O modal ferroviário torna-se essencial principalmente pelo país se caracterizar como produtor de *commodities* agrícolas e minerais como café, soja, milho, açúcar e minério de ferro, que necessitam de um modal que transporte grande

volume de cargas com alta segurança e adequado para deslocamento de médias e grandes distâncias.

Verifica-se que o governo por privatizar o transporte muitas vezes se vê isento de assumir o controle, além de ser difícil ele possuir o total domínio devido o Brasil ser um país muito extenso dividido por diversos Estados. Mas que somente com sua intercessão por meio de leis, fiscalização e monitoramento poderia se ter um transporte de carga exemplar satisfazendo a todos, principalmente para a economia do país. Além disso, é vital ter programas de financiamento e principalmente controle sobre os recursos destinados ao setor. Por fim espera-se que a medida de concessão tomada atualmente pelo o governo continue sendo um projeto bem desenvolvido como se tem mostrado, mas para isto ocorrer é necessário manter continuidade com o governo apoiando e vistoriando as concessionárias.

Com este trabalho não se almejou esgotar as discussões sobre a temática abordada, mas apresentar informações que gerem discussões e análise por parte dos administradores existentes no Brasil, independentemente da instância ou importância.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARAT, J. (Org.). **Logística e transporte no processo de globalização: oportunidades para o Brasil**. São Paulo: Ed. UNESP/ IEEI, 2007.

BETARELLI JUNIOR, A. A. Análise dos modais de transporte pela ótica dos blocos comerciais: uma abordagem intersetorial de insumo-produto. Juiz de Fora, MG: **Revista do BNDES**, 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/premio/pr322.pdf> Acesso em: 16 de set, 2012.

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimento**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

CALDA, S. L. D. **Roubo de Cargas do Brasil: – generalidades** . Disponível em: <<http://www.de-seguranca.com.br/index.php/artigos/gestao-de-riscos/seguranca-empresarial/494-roubo-de-cargas-do-brasil-generalidades>>. Acesso em: 25 out. 2012.

CARVALHO, C. E. V. **Regulação de serviços públicos**: na perspectiva da constituição econômica. Belo Horizonte, MG: Editora Del Rey, 2007.

CNT FERROVIAS, Confederação Nacional do Transporte: **Pesquisa CNT de ferrovias 2011**: relatório gerencial. Brasília. DF: SEST SENAT, 2011. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Pesquisas_Detalhes.aspx?p=7>. Acesso em: 25 de agosto de 2012.

CNT RODOVIAS, Confederação Nacional do Transporte: **Pesquisa CNT de rodovias 2011**: relatório gerencial. Brasília. DF: SEST SENAT, 2011. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Pesquisas_Detalhes.aspx?p=3>. Acesso em: 25 de ago. de 2012.

CNT RODOVIAS, Confederação Nacional do Transporte: **Pesquisa CNT de rodovias 2012**: relatório gerencial. Brasília. DF: SEST SENAT, 2012. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Relatorios/2012/RelatorioGeral2012_BaixaResolucao.pdf>. Acesso em: 5 de nov. de 2012.

CRISTALDO, H. **Greve dos caminhoneiros é suspensa após acordo com o governo**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-07-31/greve-dos-caminhoneiros-e-suspensa-apos-acordo-com-governo>>. Acesso em: 07 out. 2012.

CURI, M. L. C. **Análise Comparativa de Custos dos Modais Ferroviário e Rodoviário para o Transporte de Cargas na Amazônia**. São José dos Campos, SP: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009.

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

GRESSLER, L. Al. **Introdução à pesquisa**: projetos e relatórios. 2 ed. rev. atual. São Paulo: Loyola, 2004.

GREVE de caminhoneiros causa transtornos em estradas: Paralisação de motoristas bloqueou rodovias. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2012/07/greve-de-caminhoneiros-causa-transtornos-em-estradas.html>>. Acesso em: 06 out. 2012.

KROEHN, M. Se não fazem deixe fazer. **Exame**. São Paulo, Ano 46 n. 7, p 68-70, Abril, 2012.

LEONE, G. S. G.; LEONE, R. J. G. **Os 12 mandamentos da gestão de custos**. Rio de Janeiro: FGV, 2007. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=5Dj4nJG0BJkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 25 de ago. de 2012.

MARTINS, R. S.; CAIXETA FILHO, J. V. **O desenvolvimento dos sistemas de transporte**: auge, abandono e reativação recente das ferrovias. Passo Fundo, RS: FEA, Ed. Universitária UPF, vol. 6, no. 11, p. 67-89, nov. 1998.

MATOS, K. S. L.; VIEIRA, S. L. **Pesquisa educacional: o prazer de conhecer.** Fortaleza: ED. UECE/ Fundação Demócrito Rocha, 2001.

MOURA, D. L. S.; PEREIRA, A. R. **Avaliação da Intermodalidade (rodoviária) e do modal rodoviário no transporte de fio máquina à São José dos Campos.** São José dos Campos, SP: Faculdade de Tecnologia de São José Dos Campos, 2011. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/62015233/AVALIACAO-DA-INTERMODALIDADE-RODO-FERROVIARIA-E-DO-MODAL-RODOVIARIO-NO-TRANSPORTE-DE-FIO-MAQUINA-A-SAO-JOSE-DOS-CAMPOS>> Acesso em: 16 de set, 2012.

NAZÁRIO, P. **Intermodalidade: Importância para a logística e estágio atual no Brasil.** Rio de Janeiro, RJ: Ilos, 2000.

NEIVA, G. S. **Custos Logísticos.** 2009. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/custos-logisticos/31332/>> Acesso em: 16 de set, 2012.

PARALISAÇÃO de caminhoneiros provoca transtornos em MG e RS Disponível em: <http://economia.terra.com.br/noticias/noticia.aspx?idNoticia=201207250755_TRR_81436838>. Acesso em: 25 jul. 2012.

PEREIRA, L. C. B. **Economia Brasileira Na Encruzilhada.** Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2006.

REIS, L. G. **Produção De Monografia: da Teoria a Prática: O método educar pela pesquisa.** Brasília. DF: Editora Senac, 2008.

RIBEIRO, P. C. C.; FERREIRA, K. A. **Logística e Transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro.** Curitiba, PR: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.

RIBEIRO, R. B.; HENRIQUE, E. C. S.; CORDEIRO, L. A. **Análise da logística terceirizada do transporte rodoviário de cargas: um estudo teórico.** Revista de Administração da Fatea, v. 4, n. 4, p. 69-80, jan./ dez., 2011.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística.** São Paulo, SP: Aduaneiras, 2009.

SCHREIBER, M.; PRADO, M.; MATOS, K.. Pacote do governo para concessões de rodovias e ferrovias soma R\$ 133 bi . **Folha de São Paulo.** Brasília. DF. 15 de agosto 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1137602-pacote-do-governo-para-concessoes-de-rodovias-e-ferrovias-soma-r-133-bi.shtml>> Acesso em: 6 de outubro 2012.

SETTI, J. B. **Ferrovias no Brasil: um século e meio de evolução.** Rio de Janeiro, RJ: Memória do Trem, 2008.

SINDICATOS: greve de caminhoneiros tem participação de empresários. Disponível em:

<http://economia.terra.com.br/noticias/noticia.aspx?idNoticia=201207272328_ABR_81448410>. Acesso em: 07 out. 2012.

TRAVASSOS, C.; SILVA, D.; SILVA, F. C. S. G; EDUARDA, M.; EMÍDIO, S. **A perda dos grãos no Brasil**. Jacareí, SP: ETEC Cônego José Bento, 2011.

UNICAMP. **Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte**. Disponível em: <<http://pessoal.utfpr.edu.br/arildo/arquivos/UNICAMPaula03.pdf>> Acesso em: 23 set. 2012.

SUPOORTE PARA METODOLOGIA DE PROJETO DO PRODUTO: GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO COMO FORMA DE ALAVANCAR SOLUÇÕES INOVADORAS

Support for product design methodology: information and knowledge management as a way to leverage innovative solutions

DELGADO, Vivianne Vieira

Faculdade de Jaguariúna

Resumo: Este trabalho apresenta as vantagens do uso de ferramentas de metodologia no desenvolvimento de projeto aliadas às ferramentas de gestão da informação e do conhecimento como forma de alavancar soluções inovadoras, transformando dados em conhecimentos para o projeto. O processo de projeto do produto gera inúmeros documentos para registrar todas as fases do projeto. Com o uso de ferramentas de gerenciamento de projetos em conjunto com as de metodologia de desenvolvimento de produtos pode-se otimizar o processo de desenvolvimento de produtos. Neste processo há muita geração de informação, havendo necessidade de ao explicar um conceito para outras pessoas, que se saiba com clareza o que se conhece e o que ainda não se conhece sobre os conceitos e tecnologias envolvidas no produto. As informações devem ser tratadas como apoio as decisões, sejam elas de áreas estratégicas, gerenciais ou de operações. Há também a necessidade de sistematização, o que permite ganho que normalmente não é percebido pelas organizações, porém, ela melhora a tomada de decisões, como um método de auxílio. Por este motivo, a informação deve ser tratada como um diferencial, as interpretações presentes no processo de desenvolvimento de produtos devem ser dinâmicas, evitando-se filtros que podem prejudicar o fluxo correto das informações do projeto. As vantagens comprovadas do uso de ferramentas de metodologia no desenvolvimento de um projeto em conjunto com as ferramentas citadas do gerenciamento de projetos são, entre outras, a melhora o fluxo de informações, assim como o aumenta a visão global do projetista, permitindo a saída do pensamento convencional na procura de soluções originais e inovadoras.

Palavras-chave: gerenciamento de projeto; desenvolvimento de produto; planejamento estratégico

Abstract: This paper presents the advantages of using tools in project development methodology combined with the tools of information and knowledge management as a way to leverage innovative solutions transform data into knowledge for the project. The product design process generates several documents to record all project phases. Using project management tools in conjunction with the product development methodology can optimize the process of product development. In this process there are a lot of information generation, being necessary to explain a concept to others, who know clearly what is known and what remains unknown about the concepts and technologies involved in the product. The informations should be treated as supporting decisions, whether strategic areas, management or operations.

The systematization allows gain that is not usually seen by the organizations, however, it improves the decision-making as an approach aid. For this reason, the information should be treated as a differential interpretations present in the product development process must be dynamic, avoiding filters that can disrupt the correct flow of project information. The proven benefits of the use tools of project development methodology in conjunction with the cited tools of project management are, among others, improving the flow of information, as well as increases the overall vision of the designer, allowing the output of conventional thinking in the search for original and inovative solutions.

Key-words: project management, product development, strategic planning

Introdução

A metodologia de projeto do produto tem por objetivo auxiliar o projetista com um roteiro de projeto com maior segurança. Esses projetos acabam por gerar inúmeras saídas de informações, havendo necessidade de que as mesmas sejam sistematizadas para que não se percam e que possam se tornar claras para todos os envolvidos no projeto em suas várias etapas. Este trabalho procura mostrar então a importância do gerenciamento da informação para que ela se torne conhecimento acessível à equipe de projeto.

A informação precisa de sistematização para que se torne conhecimento, uma vez que sem troca e sem disseminação ela se perde. Há necessidade de um plano de comunicações bem definido através de determinação de periodicidade e formas de disseminação e divulgação das informações pertinentes ao projeto, garantindo-se o seu correto fluxo, evitando-se informações desnecessárias a cada parte interessada e afetada do projeto. A informação só é benéfica se for bem gerenciada. O fluxo das informações deve acontecer de forma dinâmica, evitando-se que aconteça apenas conforme os marcos do projeto ocorram, nos entregáveis do projeto, ao final de cada fase. Evitando-se isto, espera-se que as equipes possam atuar pró-ativamente, evitando-se que as informações se percam durante o processo (Nonaka e Takeuchi, 1997).

Mudanças, competição e incertezas são cenários que fazem com que seja necessário que todo tipo de organização tenha capacidade de aprender a adquirir novos conhecimentos (através de capital humano, capital intelectual e gestão de pessoas). Com isso, faz-se necessário que a informação gerada nos vários

processos seja adequadamente interpretada, transformando-se, através de técnicas, em conhecimento. Ao adquirir novos conhecimentos propicia-se que aconteça o processo de aprendizagem. A gestão de conhecimento é um legado da reengenharia e do enxugamento (sistema lean); e foi também alavancada pela tecnologia da informação e pela comunicação. (Bukowitz e William, 2002).

O novo cenário organizacional busca um comportamento holístico, a visão do todo, mais generalista, baseada na teoria dos sistemas. Isso faz com que haja maior espaço para criatividade e a inovação faça parte do processo de pensar, uma vez que a organização passa a ser vista como um organismo, um sistema vivo.

Houve necessidade de transformação do paradigma reducionista para o paradigma holístico, trazendo à tona temas como criatividade, inovação e flexibilidade. Com isto, passou a haver maior investimento no desenvolvimento das pessoas (Mintzberg, 2008).

Algumas características do comportamento holístico: aumento do foco em funções e não em cargos; hierarquia horizontalizada; respeito à individualidade; formação de profissionais especialista-generalista; espírito empreendedor; livre iniciativa para pensar e repensar o processo de trabalho; estímulo à tomada de decisões; não tem gerentes e sim líderes; preocupação com a organização como um todo. Integração, parceria e espírito de equipe passam a ser palavras de ordem (Mintzberg, 2008).

A Multidisciplinaridade do Processo de Desenvolvimento de Produtos

De acordo com Laidens (2007), o desenvolvimento de produtos é um processo multidisciplinar, composto não apenas das áreas funcionais, como a engenharia, o marketing, produção, P&D (pesquisa e desenvolvimento), mas também envolve outros ambientes internos da empresa (como por exemplo, recursos humanos, logística, financeiros, controle da qualidade, etc.), assim como o externo (mercado, fornecedores). Desta forma, as diversas áreas vêem o produto de âmbitos não somente diferentes, mas também complementares.

Para que o processo de desenvolvimento de produto ocorra de maneira ordenada pode se utilizar metodologias de projeto. As metodologias de projeto existem para auxiliar o projetista no trabalho de desenvolvimento de produtos, através da identificação da necessidade do cliente gerada por um mercado.

Segundo Delgado Neto (2009), o desenvolvimento do produto envolve as seguintes fases de projeto: Estudo de Viabilidade, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. Percebe-se assim que no processo de desenvolvimento de produtos há a geração de um grande número de informações.

De acordo com Probst (2002), as instituições precisam aprender a administrar seus ativos intelectuais para sobreviver e competir na sociedade do conhecimento. Por isto, o conhecimento é visto como um fator competitivo, um recurso que gera o fator básico de sucesso.

A Gestão do Conhecimento e da Informação no Gerenciamento de Projeto do Produto

Os processos de informação são amplamente influenciados pela estrutura organizacional das instituições, o que influencia na geração do conhecimento.

Mintzberg (2008) divide as estruturas organizacionais em cinco configurações e em cada uma delas a informação é tratada de uma maneira. As cinco configurações e principais características são:

- Estrutura Simples: possui estrutura pequena; divisão de trabalho não rigorosa; pequena hierarquia gerencial; pouca formalização; supervisão direta; processos altamente intuitivos; comunicação informal.

- Burocracia Mecanizada: trabalho operacional rotineiro; processos e canais de comunicação altamente padronizados; hierarquia administrativa elaborada; fluxo de trabalho altamente racionalizado.

- Burocracia Profissional: coordenação da padronização das habilidades; foco em treinamento (núcleo operacional); categorização das necessidades; estrutura funcional é baseada no mercado; altamente democrática; presença de colegiados; base de conhecimento sofisticados.

- Forma Divisionalizada: baseada no mercado; sistema de controle de desempenho; descentralização limitada; instabilidade.

- Adhocracia: estrutura orgânica; descentralizada, com o poder igualmente distribuído por todas as partes da organização; processos de informação flexíveis e informais.

Cada vez mais é necessário se obter a informação certa e saber usá-la de forma adequada. A gestão do conhecimento contribui para o aumento e melhoria da qualidade da informação, gerando mais competitividade. Nesse contexto a gestão do

conhecimento passa a ser um diferencial competitivo para as organizações, em que os novos conhecimentos adquiridos passam a ser fontes para provocar mudanças.

O PMI (2004) lembra que o planejamento das comunicações do projeto está estreitamente ligado aos fatores ambientais da empresa e às influências organizacionais causando efeito importante nos requisitos de comunicações no projeto.

Conforme Bukowitz e Williams (2002), a gestão do conhecimento fornece uma nova lente, através da qual a organização e o próprio processo de gestão podem ser vistos. Ela traz o foco para diferentes aspectos da organização, que por sua vez, terão impacto tanto no que é gerenciado quanto em como isso é feito.

Estes autores enfatizam que a gestão do conhecimento apresenta dois objetivos: criar valor para o cliente e sustentar a vantagem competitiva, utilizando-se da informação como um recurso estratégico.

A informação e os dados passam a ser vistos como um recurso estratégico e quando a informação é processada, gera-se conhecimento, Fig.1. Esse conhecimento, quando utilizado de forma adequada acaba por agregar valor aos seus produtos. Se o conhecimento gerado não for utilizado, então não tem valor algum.



Figura 1 - O processo de geração do conhecimento

Para Bukowitz e Williams (2002), a gestão do conhecimento vai além da gestão de pessoas, não está atrelada somente aos indivíduos. É um campo de rápida evolução que foi criado pela colisão de diversos outros – recursos humanos, desenvolvimento organizacional, gestão de mudança, tecnologia de informação, gestão da marca e reputação, mensuração e avaliação de desempenho. Todos os dias são geradas novas compreensões, conforme as organizações têm experiências, aprendem, descartam, retêm, adaptam-se e avançam.

Com as mudanças ocorrendo de maneira mais rápida, a gestão do conhecimento vem para fazer com que o acesso à informação e a produção de conhecimento seja popularizada, democratizada. E, portanto, para que a gestão do conhecimento seja eficaz, deve ocorrer tanto no nível individual como no organizacional. Para que se atinjam as metas da empresa, a gestão do conhecimento deve atuar com os indivíduos, com a história e a cultura da organização e do meio em que está inserida.

Rosini e Palmisano (2008) destacam que muita atenção está sendo dada ao processo de geração do conhecimento (dado, informação, conhecimento), descobrindo-se o que antes era negligenciado, ou seja, o valor dos recursos intangíveis (marcas, imagens, conhecimento), deixando-se para trás a visão do homem-máquina, passando-se a falar do trabalhador do conhecimento, que deixa cada vez mais de fazer coisas e passa a tomar as devidas decisões.

Havendo a democratização do conhecimento nas empresas, há maior oportunidade de melhorar a sua imagem, cria-se a possibilidade de atrair e reter os melhores talentos. A gestão do conhecimento acaba por criar valor para o cliente e sustenta a vantagem competitiva da empresa, conforme explicam Bukowitz e Williams (2002).

De acordo com Zhao e Huang (2009), a tecnologia não é a única fonte de vantagem competitiva, assim como a inovação, uma vez que assim que os produtos estão disponíveis no mercado, os concorrentes rapidamente imitam os melhores produtos e ideias fazendo com que novos serviços e produtos surjam, dificultando cada vez mais a manutenção da vantagem de fabricação. Por isso há necessidade cada vez maior de que as empresas estejam preparadas para obter conhecimento e saber gerenciá-lo trazendo continuamente a melhoria da qualidade, da criatividade, eficiência e valor para o cliente mantendo, desta forma, a vantagem competitiva.

A proposta destes autores para a melhoria do processo de aquisição de conhecimento e aumento da vantagem competitiva é o uso do gerenciamento do conhecimento juntamente com a ferramenta de projeto do produto TRIZ (Theory of the Solution of Inventive Problems). Esta ferramenta, através da matriz de contradições não resolve os problemas diretamente, mas fornece uma maneira melhor de resolvê-los, uma vez que é um método baseado no conhecimento.

A informação, segundo Machado e Toledo (2008), é o produto que flui ou o objeto de trabalho que deverá fluir de forma ininterrupta no desenvolvimento de

produto. Este ideal faz com que a informação seja democratizada e possa tornar-se conhecimento. Isto permite que projetos futuros também sejam beneficiados, uma vez que este conhecimento fica disponibilizado a toda equipe de desenvolvimento.

Para Rosini e Palmisano (2008), a melhoria contínua através do gerenciamento do conhecimento ocorre através do compartilhamento das melhores práticas, experiências e lições aprendidas dos projetos da organização. O conhecimento é adquirido através do processo de comunicação existente na organização. Este processo gera as informações e, com base nessas informações, podemos adquirir ou não o conhecimento esperado.

A organização precisa adotar uma metodologia e um sistema de gerenciamento de projetos para que as ferramentas de gestão do conhecimento possam ser implementadas. Rosini e Palmisano (2008) dizem que isto faz com que a equipe permaneça envolvida estimulando o compartilhamento das informações e desta forma todos os membros do grupo do projeto ficam a par do que está ocorrendo em um determinado projeto específico, facilitando o rastreamento de mudanças e problemas quando ocorrerem.

Para o PMI (2004), a área responsável pela gestão do conhecimento e das informações está ligada ao gerenciamento das comunicações do projeto, conforme verificado na Fig. 2.

Ainda de acordo com o PMI (2004), o gerenciamento das comunicações do projeto é a área do conhecimento que emprega os processos necessários para garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto de forma oportuna e adequada. Ainda segundo o PMI (2004), um fator importante para o sucesso do projeto é identificar as necessidades de informações das partes interessadas e determinar uma maneira adequada para atender a essas necessidades. No gerenciamento das comunicações deve ser levado em conta o planejamento dessas comunicações, determinando-se as necessidades de informações das partes interessadas do projeto e qual é a maneira adequada de atender a essas necessidades.

Gerenciamento das comunicações do projeto	
10.1 Planejamento das Comunicações	<i>Atividades das etapas:</i> Entradas Ferramentas e Técnicas Saídas
10.2 Distribuição das Informações	
10.3 Relatório de desempenho	
10.4 Gerenciar as partes interessadas	

Figura 2 - Etapas da visão geral do gerenciamento de comunicações do projeto, adaptado de PMI, 2004.

Agindo assim, através do tratamento adequado das informações há a geração do conhecimento. A Fig. 3 representa o ciclo do conhecimento.

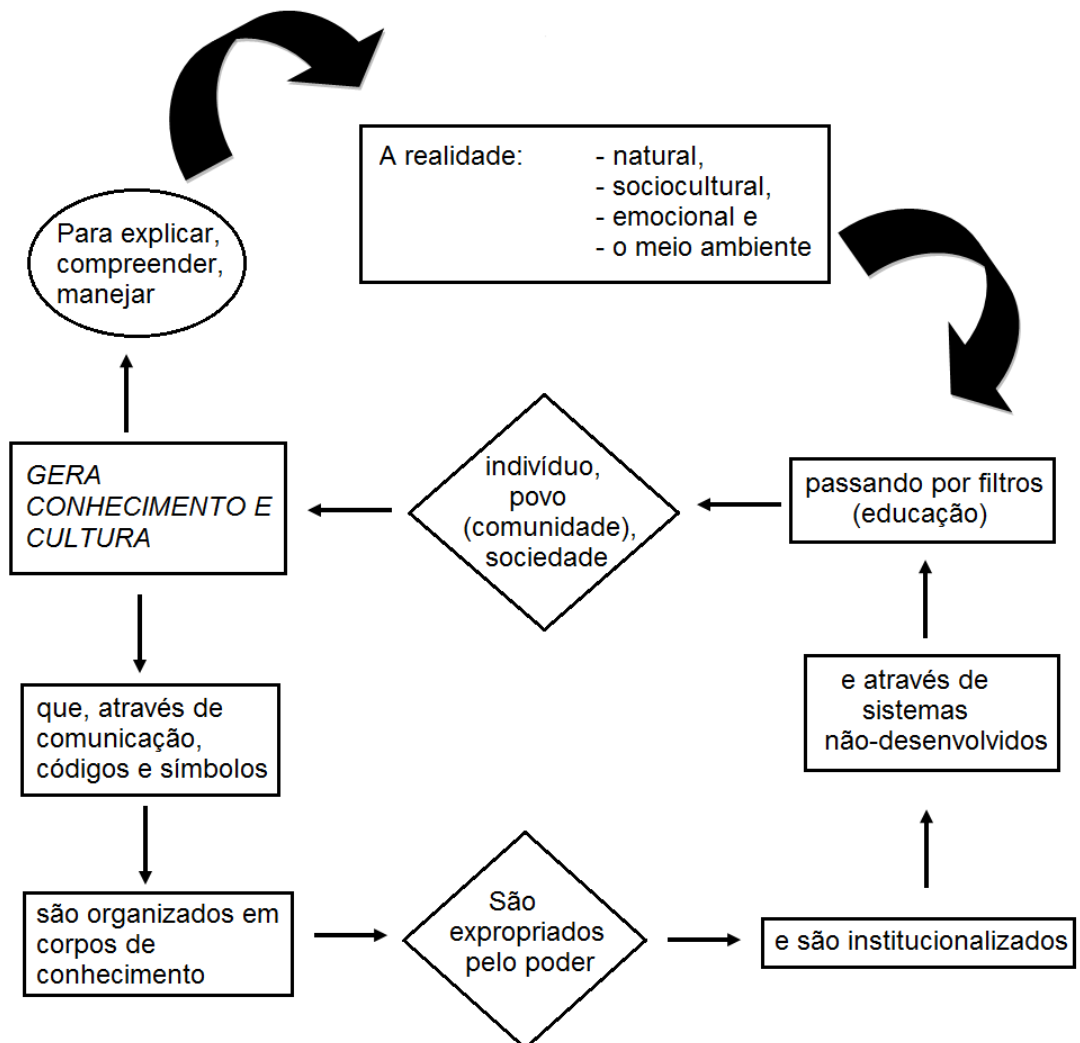


Figura 3 - O ciclo do conhecimento. (Rosini e Palmisano, 2008)

Para Nonaka e Takeuchi (1997), o processo de desenvolvimento de produtos é simplesmente a essência da criação do novo conhecimento organizacional, é um derivado desse processo. O desempenho da empresa no processo de desenvolvimento de novos produtos é o fator crítico para a criação do conhecimento organizacional.

Os autores apresentam três características para o sucesso do desenvolvimento de novos produtos. A abordagem altamente adaptativa e flexível de desenvolvimento, reconhecendo que ele raramente ocorre de maneira linear e estática, sendo um processo iterativo, dinâmico e contínuo. A segunda característica é a necessidade de haver uma equipe que possua autonomia no processo de desenvolvimento de novos produtos para que as informações fluam sem barreiras proporcionando, desta forma, um maior poder criativo da equipe trazendo a criação de novos conhecimentos. E a terceira é a de estimular a formação de equipes multidisciplinares, estimulando-se a variedade ao processo.

Deve-se lembrar também que ao falarmos de ideias inovadoras geralmente se está associando ao nível tecnológico que as empresas possuem. Mas somente ela não basta. De acordo com Trott (2012), “as organizações precisam converter intelecto, conhecimento e tecnologia em coisas que os consumidores queiram”. Por isso, há necessidade de que a organização possua habilidades de discernir as atividades que realmente agregam valor ao produto final daquelas que não fazem parte da expressão efetiva da necessidade do consumidor, desenvolvendo desta forma competências organizacionais específicas.

Processo de Desenvolvimento do Produto e a Gestão do Conhecimento: alavancando soluções inovadoras

As empresas efetivamente inovadoras são aquelas que possuem gerenciamento de seus processos de acumulação e aplicação de conhecimento, fazendo com que o processo de inovação seja bem-sucedido, demonstrando desta forma a sua habilidade na gestão do conhecimento através da aprendizagem organizacional.

Falando sobre desenvolvimento de novos produtos (DNP), Trott (2012) diz que:

“Desenvolver novos produtos compreende a gestão de disciplinas envolvidas no DNP. Essas disciplinas desenvolveram suas próprias perspectivas acerca do DNP, que são profundamente influenciadas por suas experiências de desenvolvimento no processo. Portanto, a

gestão de produção examina o desenvolvimento de novos produtos a partir de uma perspectiva manufatureira, ou seja, como se pode fabricar com maior eficácia o produto em questão? A gestão de marketing, por outro lado, abordaria este tópico sob uma perspectiva ligeiramente diferente e estaria mais preocupada em tentar entender as necessidades dos clientes e como empresas poderiam supri-las melhor”.

Inicialmente discutiu-se sobre a necessidade de a equipe de projeto do produto adotar forma de atuação interdisciplinar e interfuncional. Trott (2012) diz que “é comum, por exemplo, que uma ideia técnica seja informalmente discutida com colegas do *marketing*, a fim de obter conselho comercial embasado”. E normalmente, isto não é formalmente percebido pela equipe como informação e geração de conhecimento para o projeto. É importante que esse tipo de colaboração seja cada mais incentivada, fazendo com que todos os envolvidos no projeto do produto percebam o seu papel na disseminação do conhecimento e colaboração com o produto final em atender às especificações e necessidades do consumidor.

Conclusão

A informação deve ser tratada como um diferencial, as interpretações presentes no processo de desenvolvimento de produtos devem ser dinâmicas.

A análise e acompanhamento do fluxo de informações e do gerenciamento do conhecimento gerado propõe-se a mostrar uma melhoria do projeto do produto, registrando-se os passos que realmente agregam valor para o final do processo e contribuindo com os benefícios para a sua implementação e acompanhamento gerencial da equipe de projeto. Um ponto importante a observar é que sem o mapeamento e o gerenciamento tanto do fluxo de informações como do conhecimento gerado, os membros do projeto geralmente não tem percepção do envolvimento e contribuições para que o fluxo ocorra de forma mais eficiente.

Uma das maneiras de serem colocadas em prática o apoio à metodologia de projeto do produto pelas ferramentas de gerenciamento da informação e do conhecimento é através do planejamento das comunicações, conforme exposto no Guia PMBOK (PMI, 2004). Assim, utilizam-se fatores da tecnologia das comunicações que podem afetar o projeto do produto, entre elas: a disponibilidade e regularidade das informações, as tecnologias usadas, a experiência e especializações dos membros do grupo de projeto, a duração do projeto e o

ambiente para que as informações sejam transmitidas e trocadas (presencial ou virtual).

Com isso, cria-se a possibilidade de gerar um cruzamento de informações para promover a inovação e facilitar a sua mensuração, mostrando que a inovação, assim como a criatividade, pode ser aprendida eliminando-se o pensamento comum de que são atividades intuitivas e que dependem do dom de algumas pessoas.

Referências bibliográficas

Bukowitz, W. R., William, R. L. “Manual de Gestão do Conhecimento”, Bookman, Porto Alegre, 2002.

Laidens, G. “Modelo conceitual de integração de ferramentas no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios utilizando os princípios da gestão do conhecimento”. 2007. 132f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

Machado, M. C., Toledo, N. N. “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos: uma abordagem baseada na criação de valor”, Atlas, São Paulo, 2008.
Mintzberg, H. “Criando Organizações Eficazes: estruturas em cinco configurações”, Atlas, São Paulo, 2008.

Nonaka, I., Takeuchi, H. “Criação de Conhecimento na Empresa”, Elsevier, Rio de Janeiro, 1997.

PMI. “Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos” (Guia PMBok®) 3.ed. Newton Square, Pennsylvania, EUA, 2004.

Probst, G. “Gestão do Conhecimento: os elementos construtivos do sucesso”, Bookman, Porto Alegre, 2002.

Rosini, A. M., Palmisano, A. “Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento”, Cengage Learning, São Paulo, 2008.

Trott, Paul. “Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos”, Bookman, Porto Alegre, 2012.

Zhao, L. e Huang, X. “The Study about Enterprise Knowledge Management Model based on TRIZ”, Proceedings of International Conference on Management Service Science, MASS, 2009.

PLANEJAMENTO DE UMA PROPOSTA METODOLOGICA DE ANÁLISE DE QUALIDADE DOS PRODUTOS PRODUZIDOS EM IMPRESSORAS 3D

A Methodological Proposal of Quality Analysis of the Produced Products in 3D Printers

RIBEIROS, Adriel

Faculdade de Jaguariúna

MANOEL, Carlos Eduardo

Faculdade de Jaguariúna

SILVA, Marcio Gomes da

Faculdade de Jaguariúna

DELGADO NETO, Geraldo Gonçalves

Faculdade de Jaguariúna

Resumo: Este trabalho contribui com as metodologias de avaliação de qualidade existentes para aplicação em alta tecnologia, principalmente voltada para área de impressoras 3D também conhecida como manufatura aditiva. O trabalho não tem a pretensão de ser um método único como ferramenta de avaliação da qualidade para a tecnologia de manufatura aditiva, que desponta em muitos países como inovação e vem mudando os paradigmas do ensino e meios de produção consagrados para os engenheiros de produção, mas busca despertar para as novas possibilidade de estudos científicos que possam se somar as técnicas já conhecidas e implantadas na manufatura. Também almeja-se alcançar através desse trabalho, dados que salientem como são avaliadas a qualidade dos produtos produzidos em impressora 3D através da manufatura aditiva.

Palavras-Chaves: manufatura aditiva; metodologia de projeto; qualidade.

Abstract: This work contributes to the quality evaluation methodologies exist for application in high technology, mainly focused on the area of 3D printers also known as additive manufacturing. The work does not claim to be a unique method as a tool for assessing the quality of additive manufacturing technology that is emerging in many countries as innovation is changing the paradigms of education and means of production devoted to manufacturing engineers, but search awakening to the possibility of new scientific studies that can be added techniques already known and implemented in manufacturing. It also aims to achieve through this work, highlighting how data are evaluated the quality of the products produced in 3D printer by additive manufacturing.

Key-Words: additive manufacturing, design methodology, quality.

Introdução

Volpato 2007 afirma que a prototipagem rápida como tecnologia 3D, não é algo novo, ela começou a ser desenvolvida a partir da topografia e a fotoescultura. São existentes hoje três tipos principais de tecnologias de impressoras 3D, baseadas em líquido, sólido e em pó, e sua principal característica é a construção de objetos por adição de material e não por remoção do mesmo como a grande parte dos processos atuais. Uma de suas vantagens é a independência de complexidade, uma vez que o objeto à ser fabricado é feito camada por camadas, logo ela pode reproduzir um objeto que descreva uma complexidade geométrica que para processos de usinagem seriam impossíveis.

Segundo Ulbrich (2013) “Ela consiste na construção de um objeto tridimensional, formado por camadas sucessivas de material”, ainda afirma Ulbrich (2013) essa tecnologia tem amplo campo de utilização inclusiva nas indústrias.

Segundo Volpato (2007) a prototipagem rápida é uma tecnologia em ascensão , tanto nas indústrias, como também no ambiente comercial e acredita-se que deve se tornar uma forma bastante rápida e de baixo custo para se produzir produtos.

Segundo Wohlers (2008) citado por Souza e Ulbrich (2009) a distribuição da utilização de prototipagem rápida pela indústria é a de eletrônicos de consumo (20,8%) seguida pela automobilística (16,8%) e que com a evolução da tecnologia esse processo já é utilizado para produzir a peça final.

Volpato (2007) presume então que essa tecnologia poderá tornar-se mais comum no cotidiano das pessoas, e devido a sua facilidade e rapidez de produção acredita se tornar uma ferramenta de manufatura sendo denominada então de manufatura ou produção rápida .

Os processos de produção e sua padronização permitem uma avaliação de qualidade mais rápida e prática durante todo o processo de fabricação, em um ambiente de produção por prototipagem rápida ou manufatura aditiva, a avaliação da qualidade também necessita de uma padronização de métodos e ferramentas, assim segundo Volpato (2007) ainda pode ser dito que ainda não exista uma boa qualidade dessa tecnologia, mas existe um crescente avanço principalmente na área de

qualidade do processo que procura aperfeiçoar os resultados de peças obtidas por tal processo.

Veras (2009) “São recursos que identificam e melhoram a qualidade dos produtos, serviços e processos. As ferramentas não são unicamente para solucionar problemas, elas devem também fazer parte de um processo de planejamento para alcançar objetivos.”

Segundo Williams (1995) citado por Veras (2009) “As ferramentas devem ser usadas para controlar a variabilidade, que é a quantidade de diferença em relação a um padrão, sendo que a finalidade das ferramentas é eliminar ou reduzir a variação em produto e serviço.”

A ferramenta 5W1H segundo Veras (2009) “É um documento de forma organizada que identifica as ações e as responsabilidades de quem era executar, através de um questionamento, capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas.”

O diagrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe) é definido da seguinte forma:

Consiste em uma forma gráfica usada como metodologia de análise para representar fatores de influência (causa) sobre um determinado problema (efeito). Também é denominado Diagrama de Ishikawa, graças ao seu criador, ou Diagrama Espinha de Peixe, pela sua forma. Basicamente o resultado é fruto de um brainstorming sendo o diagrama o elemento de registro e representação de dados e informações. (MIGUEL, 2006).

Assim Miguel (2006), também nos mostra que “Dentro as normas de certificação, a ISO 9001, conforme descrito anteriormente, é a mais completa.” Assim sendo a ISO 9001 uma norma de certificação de qualidade.

Conforme Volpato (2007) , grande parte dessa tecnologia 3D, esta em posse das grandes e médias indústrias, e nas pequenas e micro empresas há, muitas disseminação da tecnologia, redução de custos e a presença cada vez mais comum dessa tecnologia no mercado, ela se tornará presente até mesmo em pequenas, micro empresas e escritórios comerciais.

Metodologia

Definir qualidade é algo difícil, suas definições são das mais variadas, podendo ir de encontro com especificações das peças, até a satisfação dos clientes, dentro dessa grande gama de definições a qualidade pode tomar aspectos diferentes, assim tenta-se objetivar esse trabalho para uma avaliação da qualidade em um desses aspectos.

Para Garvin (1998) citado por Miguel (2006) , qualidade está dividida em sete dimensões, podendo ser representadas assim segundo a tabela 1:

Tabela 1 – 7 dimensões da qualidade

Características / Especificações	Refere-se às características ou especificações que diferenciam um produto em relação aos seus concorrentes. Podem ser especificações de engenharia que envolvem, por exemplo, o uso da tecnologia, ou características complementares que superam as funções básicas (características básicas) do produto.
Desempenho	É o aspecto operacional básico de qualquer produto. No caso de um automóvel, por exemplo, são características de aceleração, retomada, estilo, acabamento, conforto, etc.
Conformidade	Reflete a visão mais tradicional da qualidade, isto é, o grau em que um produto está de acordo com as especificações (padrões) incluindo características operacionais.
Confiabilidade	Está associada ao grau de isenção de falhas de um produto. Ou seja, a confiabilidade é a probabilidade de que um item (componente, equipamento ou sistema) possa desempenhar sem falhas sua função requerida por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições de uso (Pinto e Xavier, 1998).
Durabilidade	Consiste numa medida da vida útil de um produto, analisada tanto por aspectos técnicos quanto econômicos. Tecnicamente, a durabilidade está relacionada com quantidade de tempo de uso que pode ser obtida de um produto, antes deste deteriorar-se fisicamente.
Imagem	Partiu-se da junção de duas outras: Estéticas e Qualidade Observada. Entende-se que essas duas dimensões , refletem uma imagem imediata e outra ao longo do tempo , respectivamente.
Atendimento ao Cliente	Objetiva assegurar a continuidade dos serviços (além das funções) oferecidos pelo produto após sua venda, podendo ser, em certos casos, considerado como sinônimo de Assistência Técnica.

Para Juran citado por Miguel (2006) “a qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, dessa forma, proporcionam a satisfação em relação ao produto”, sendo assim a qualidade do

produto seria mais funcional do que dimensional e uma vez que o produto atenda as necessidades e a satisfação do cliente ela seria alcançada.

Segundo Miguel (2006), “O conceito de qualidade parece ser de fácil entendimento mas, na realidade, é difícil defini-la. Não parte de uma ideia o conceito absoluto mas sim relativo a alguma coisa e, frequentemente, técnicas e metodologias se misturam a sua definição”, então analisando por Miguel a qualidade tem pontos técnicos e metodológicos, e assim a qualidade estaria ligada a algum ponto específico onde técnicas e metodologias seriam essenciais para sua obtenção.

Mas como avaliar a qualidade de um produto que pode ser único no mundo? Será que essa qualidade está mais relacionada à satisfação do cliente que à qualidade intrínseca real do produto?

É difícil afirmar que a qualidade do produto independa de sua perfeição, estando mais relacionada à satisfação do cliente. A qualidade do produto seria então mais funcional do que dimensional.

Um estudo aprofundado em tal campo como uma proposta de discussão, ainda que prematuro, pode começar a definir padrões a serem seguidos por um comportamento comercial que tende a crescer nos próximos anos: o da produção por manufatura rápida, podendo também incluir produtos que muitas vezes podem ser produzidos apenas uma vez. Imprimir objetos pode parecer simples, mas como qualquer produto, necessita da avaliação da qualidade, e socialmente falando como também olhando pelo aspecto da qualidade dimensional dos produtos, uma metodologia para essa avaliação torna-se importante.

O trabalho, tendo por base um estudo bibliográfico para coletar informações, e entender o processo de prototipagem rápida. Pretende descobrir se atualmente é feita e como é feita a inspeção da qualidade em objetos produzidos por prototipagem rápida, se alguma metodologia é usada, ou se mesmo ferramentas de uso comum em indústrias, para avaliação de qualidade se encaixam na proposta da metodologia.

Segundo Gil (1999), uma pesquisa bibliográfica tem por base partir de materiais já existentes em sua grande maioria de artigos científicos e livros. É claro que em quase todos os estudos necessita-se desse tipo de pesquisa, há pesquisa

estritamente elaboradas a partir de fontes bibliográficas.

Ainda conforme Gil (1999) pesquisas exploratórias procuram o desenvolvimento, esclarecimento e a modificação de conceitos e idéias, assim formulando problemas ou hipóteses para um futuro estudo, podendo envolver levantamento de bibliografia e documental, entrevista sem padrão e estudos de casos, geralmente quando o assunto é pouco explorado e dificulta a formulação de hipóteses precisas e funcionais.

Uma vez que o trabalho tem a proposta de uma metodologia como uma hipótese e baseada em um estudo teórico-conceitual, buscando através de bibliografia a relação causa e efeito dos defeitos dos produtos produzidos a partir de impressoras 3D, para que de modo metodológico essa proposta possa viabilizar uma forma de contribuir para reduzir esses defeitos temos que:

As abordagens de pesquisa tradicionais são as chamadas quantitativas, com natureza empírica e hipóteses "fortes" e bem formuladas. Baseiam-se em métodos lógico-dedutivos, buscam explicar relações de causa/efeito e, através da generalização de resultados, possibilitar replicações.(BERTO e NAKANO, 2000).

Assim, a proposta metodológica busca uma nova forma de avaliar o produto não repetindo algo já proposto, mas sim dando uma nova finalidade a ferramentas e metodologias já existentes ou adequando ferramentas não frequentemente utilizadas pela indústria de forma a encaixá-las no contexto do presente estudo.

“Dessa forma, a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.” (LAKATOS e MARCONI, 2003).

Conta-se com a ajuda de um check list fornecido pelo CTI (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer), cuja a qual, forneceu a informação para o melhor entendimento e desenvolvimento do presente trabalho, e que é atualmente utilizado para produzir produtos em impressoras 3D de modo a evitar que as peças saiam com alguma não conformidade. O documento foi expresso da seguinte maneira:

- Obtenção dos arquivos CAD das peças em formato .stl;
- Análise e verificação da qualidade dos arquivos STL;
- Montagem do build com todas as peças levando em consideração seu posicionamento com o que se deseja priorizar na peça (necessidade do cliente);

- Aplicação de escala e offset no arquivo da peça (se necessário);
- Configuração dos parâmetros do build no equipamento;
- Abastecimento da matéria prima no equipamento;
- Início e verificação visual do processo;
- Monitoramento e registro de informações durante processo;
- Remoção do build do equipamento;
- Limpeza e pós processamento das peças;
- Análise qualitativa das peças (resistência mecânica e acabamento);
- Análise dimensional da peça;
- Fotos das peças para documentação e rastreabilidade do build;
- Embalagem, identificação e expedição das peças;
- Limpeza do equipamento de PR;
- Registro de todas informações do processo.

A partir dessas informações será proposta uma metodologia de análise da qualidade baseada em uma metodologia ou em ferramentas da engenharia, que possa ser aplicada por uma indústria para objetos produzidos por impressoras 3D.

Na figura 1 são apresentados os principais pontos relevantes para análise e avaliação da qualidade de impressão 3D. Através de um Mapa Mental os pontos a serem estudados ficam mais claros e melhor organizados:

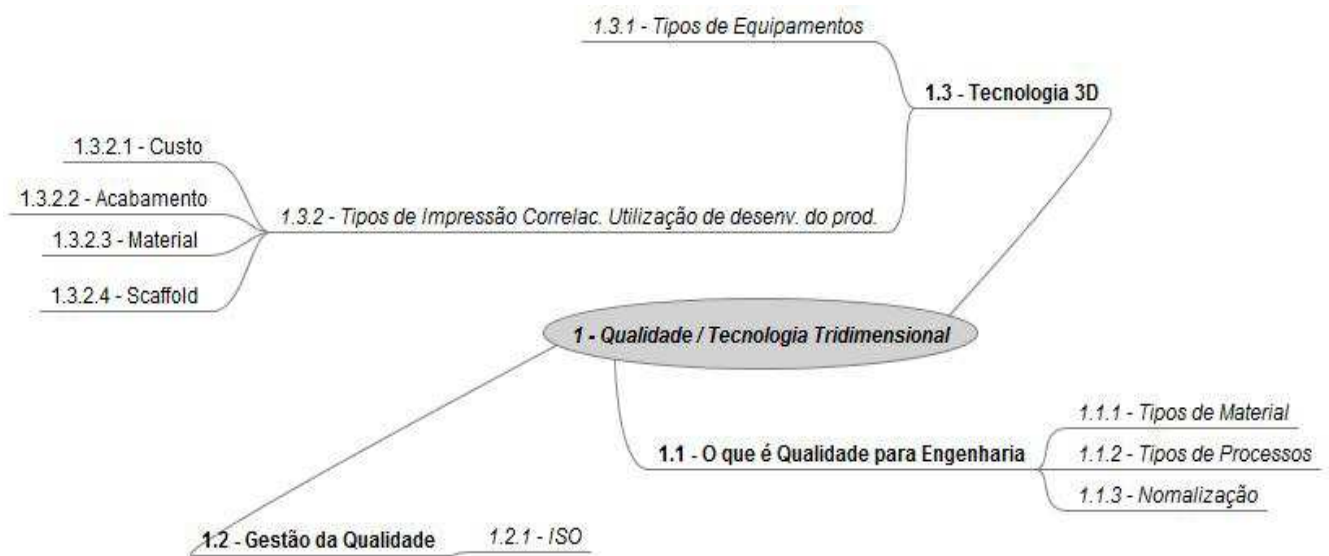


Figura 1: Mapa Mental dos assuntos que serão explorados

A proposta do Mapa Mental é apontar os pontos mais relevantes para o início da implementação da qualidade na manufatura aditiva, dentre os pontos se destacaram os itens a partir do item central; Qualidade/ Tecnologia Tridimensional e ramificando para os itens: 1.1-Qualidade para engenharia, 1.2-Gestão da Qualidade e 1.3-Tecnologia 3D de impressão.

Em muitos casos o Mapa Mental é utilizado como uma forma de acessibilidade para que todos que participem do ato de projetar e desenvolver produto em equipes multidisciplinares possam entender todas etapas importantes de um projeto, de baixa complexidade ou mesmo com alta complexidade. E assim apresentar suas ideias e contribuições de forma clara e almejando uma melhor qualidade do produto final.

Este trabalho é o início de uma proposta de consolidação do conhecimento e aplicação de ferramentas de projeto e manufatura perante as novas tecnologias que despontam em um mercado cada vez mais dinâmico.

Considerações finais

Os meios de produção na manufatura vem sofrendo mudanças constantes, sempre a associadas a cultura, tecnologia e necessidades do consumidor. É perceptível que se torna mais rápida estas mudanças embarcadas nos novos avanços tecnológicos, muitos conceitos ensinados e aplicados durante muito tempo na manufatura devem ser revistos e reavaliados perante este novo cenário que vislumbra para o setor. Neste contexto apresentou-se uma forma de começar a planejar como atuar e identificar os itens mais relevantes para a avaliação da qualidade de produtos dentro da plataforma de manufatura aditiva e impressão 3D utilizando o Mapa Mental que é uma ferramenta de projeto que torna o ato de planejar e projetar acessível visualmente para as novas equipes multidisciplinares que participam de projeto de desenvolvimento de produto e sua implementação na manufatura.

Através do planejamento da proposta dos principais itens relevantes que devem ser levantados para o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação da qualidade de produtos produzidos com a tecnologia de impressão 3D também conhecida como manufatura aditiva, vislumbrar-se uma nova forma de pensar e

realizar atividade de projeto e planejamento da manufatura pelo engenheiro de produção.

A proposta desse trabalho e despertar o engenheiro de produção para as novas formas e ferramentas de projeto aplicadas na manufatura e o novo perfil da tecnologia e mesmo dos grupos de trabalho, logicamente sem ter a pretensão de ser um caminho único para o início do planejamento do desenvolvimento de projeto do produto, mas apontar um caminho mais seguro e com maior qualidade.

Referências bibliográficas

BERTO, R.M.V.S., NAKANO, D. N. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa.** *Produção*, v. 9, n. 2, 2000. CTI, (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer).

GARVIN, D. **Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge.** Free Pass, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

JURAN, J. M. **Quality Control Handbook.** Mcgraw-Hill Book Company, New York, 1962.

LAKATOS, Eva M., MARCONI, Marina A. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed.. São Paulo : Atlas, 2003.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas.** São Paulo: Artliber Editora Ltda, 2006.

NBR ISO 9001. **Sistemas da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados.** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, dezembro de 1994.

OLIVEIRA, M. F. **Aplicações da Prototipagem Rápida em Projetos de Pesquisa.** 2008. 128f. Trabalho Final de mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica)- Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SOUZA, A. F. e ULBRICH, C. B. L. **Engenharia Integrada por Computador e Sistemas CAD/CAM/CNC - Princípios e Aplicações.** São Paulo: Artliber Editota, 2009.

VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida: Técnicas e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

ULBRICH, C. B. L. **Inspeção por Digitalização em Aplicações de Prototipagem Rápida na Medicina**. 2007. 283f. Tese de Doutorado (Doutora em Engenharia Mecânica)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

ULBRICH, C. B. L. **Tecnologia também é cultura**. Máquina e Metais, Aranda Editora, ano 49, nº567, abril, 2013.

WOHLERS, T. T. **Wohlers Report**. 2008.

UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO

A contribution methodology for improving the production process.

INÁCIO, Nilson Roberto

Faculdade de Jaguariúna - FAJ

SANCHEZ, Joselita Gonçalves

Faculdade de Jaguariúna - FAJ

FUREGATTI, Silvio Augusto

Faculdade de Jaguariúna - FAJ

DELGADO NETO, Geraldo Gonçalves

Universidade Estadual de Campinas - FEAGRI

Resumo: O desenvolvimento de produtos de forma rápida e eficaz é a chave para que as empresas possam crescer e sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo, para que isso possa ocorrer a palavra de ordem é inovação, porém o grande desafio é como desenvolver novos produtos com alta chance de ser bem sucedida. A solução está no forte planejamento do produto e no estabelecimento de um processo sistêmico e crítico de desenvolvimento do produto e processo sem negligenciar a criatividade. Este trabalho apresenta como uma empresa do setor de agronegócio tem dificuldades em seus processos devido à falta de metodologia no desenvolvimento do produto, o objetivo é através de pesquisas teóricas propor uma metodologia para que esses problemas sejam identificados e posteriormente resolvidos de acordo com as suas necessidades.

Palavras-Chaves: Metodologia de Projeto; Manufatura; Inovação.

Abstract: The products development quickly and efficiently is the key for companies to grow and survive in an increasingly competitive market, to this occur the watchword is innovation, but the challenge is how to develop new products with high chance of being successful. The solution is strong in product planning and the establishment of a systemic and critical process and product development without neglecting creativity. This work shows how a company's agribusiness sector has difficulties in their processes due to lack of methodology in product development, the goal is through theoretical research proposing a methodology for these problems to be identified and subsequently resolved according to their needs.

Key-Words: Project Methodology; Manufacture; Innovation.

Introdução

O objetivo deste trabalho é contribuir, propondo um caminho para melhorar as chances de sucesso do processo produtivo no desenvolvimento do produto, através de uma sequência passo à passo, pré-determinado de acordo com metodologia consagradas de autores como Pahl e Beitz, Rozenfeld e outros como Machado e Kotler.

Desenvolver produtos é um item principal da competitividade na manufatura. O aumento da concorrência, rápidas mudanças tecnológicas e diminuição do ciclo de vida dos produtos ocorrem devido à exigência por parte dos consumidores, isso faz com que as empresas, tenham mais agilidade, produtividade e alta qualidade e para isso dependem de sua eficiência e eficácia neste processo. (Rozenfeld, 2006)

Para Rozenfeld (2006) o desenvolvimento de produto está ligado às necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas que de acordo com a estratégia da empresa e do produto, a empresa precisa saber as especificações de projeto de um produto e o seu processo de fabricação para que a manufatura possa produzi-lo.

O desenvolvimento de um produto em um mercado cada vez mais competitivo deve-se segundo Chase (2006) a uma palavra chave que é inovação. Sobretudo além de se criar algo totalmente novo, segundo Carvalho (2009) inovar é gerar melhorias em características funcionais do produto existente, para isso pode-se usar novos conhecimentos e tecnologias existentes aliadas às novas.

No Brasil o desenvolvimento de produto é um meio de alavancagem competitiva e a inovação ainda é tratada de forma distinta.

[...] as empresas industriais brasileiras, com poucas exceções, não desenvolveram capacitação inovativa própria. O esforço tecnológico acumulado ao longo do processo de substituição de importações limitou-se àquele necessário à produção propriamente dita. (COUTINHO, 1996, p. 52).

Mesmo para as filiais de grandes e médias multinacionais instaladas no Brasil o problema de inovação está presente. Para Bartlett e Goshall (1990) é preciso saber identificar a política da empresa filial, se ela será uma unidade que segue as orientações da matriz, utilizando das tecnologias desenvolvidas no exterior ou terá liberdade em adaptar ou desenvolver suas tecnologias de produto e processos.

Para a filial nacionalizar seus produtos é necessário, identificar as funções do produto, comparar com normas e padrões baseadas em tecnologias semelhantes no país, levantar os problemas e dificuldades encontradas e passar para a matriz, buscando recursos e aprovação para adaptação à própria cultura.

Nos dias atuais percebe-se que as empresas brasileiras conseguem absorver no país as tecnologias vindas do exterior, de modo a criar e fabricar produtos que condizem com as diferenças do nosso mercado interno e as empresas devem seguir uma metodologia de projeto, ainda que seja para adaptar um produto já disponível. Segundo, Slack (1997) à medida que um produto ou serviço se move ao longo do seu ciclo de vida, a taxa de inovação de sua tecnologia provavelmente vai crescer progressivamente.

O objetivo deste trabalho é identificar as dificuldades que uma filial brasileira tem de nacionalizar ou adaptar produtos e processos internos a partir de produtos desenvolvidos e fornecidos pela matriz ou filiais internacionais, verifica-se que estas não liberam totalmente as informações referente ao conhecimento tecnológico para que o produto possa ser desenvolvido internamente. Bem como recursos financeiros para o desenvolvimento de produtos.

Metodologia

Segundo Peón (2001), a metodologia é o o conjunto de métodos utilizados na realização de um dado objetivo e também seus estudos e análises.

Este artigo trata-se de uma pesquisa de campo tipo exploratória descritiva, fazendo uma abordagem da Metodologia de Desenvolvimento Produto de forma a definir uma metodologia a ser implantada pela empresa do ramo de agronegócio, localizada na região Sudeste do Estado de São Paulo – Brasil.

A economia da região sudeste é a mais desenvolvida e industrializada dentre as economias das cinco regiões brasileiras, nela se concentra mais da metade da produção nacional verifica-se que o interior paulista desponta, no decorrer da década, como um dos principais pólos de atração de investimentos.(www.portalbrasil.net/regiao_sudeste.htm)

Segundo Silva (2008) os últimos anos, em virtude da tecnologia voltada para o agronegócio brasileiro, o setor desenvolveu numa velocidade alta, caminhando para se tornar a principal atividade econômica do país.

A empresa selecionada é uma filial do grupo que está no Brasil há mais de dez anos, e algumas informações, como especificações técnicas de produtos e processos, eram centralizadas por diferentes áreas, onde atualmente há uma maior integração.

Em 2009 houve uma mudança na Direção da empresa essa mudança trouxe melhorias na troca de informações, mas ainda há grandes impactos no desenvolvimento de produto que precisam ser repensados e reestruturados para os produtos novos e os existentes.

A empresa está voltada para o agronegócio com foco na área de conforto animal, para a qual, vários fatores interferem nos processos, como clima, temperatura, saúde e quanto mais conforto para os animais melhor a produtividade.

Segundo, Nããs (1989) os fatores ambientais, os fisiológicos, ou os comportamentais, todos têm sua parte na compreensão do conforto animal. Tudo isso sugere estudos multidisciplinares para o entendimento, cada vez melhor, do bem-estar animal, seja para a obtenção de melhores desempenhos ou seja para adaptar animais a regiões com clima diferente do de origem.

A ergonomia para Couto (2007) é o trabalho Interprofissional que, baseado num conjunto de ciências e tecnologias, procura o ajuste mútuo entre o ser humano e seu ambiente de trabalho de forma confortável, produtiva e segura, procurando adaptar o trabalho às pessoas e para o animal aumenta a segurança e desempenho em produtividade na coleta do leite, já que os trabalhadores rurais que atuam em processos não mecanizados realizam um trabalho fisicamente pesado.

Desenvolvimento

Para o que as empresas desenvolvam novos produtos é necessário muitas vezes inovar, porém Kotler (2004) afirma que essas inovações podem ser arriscadas devido ao grande índice de novos produtos que fracassam, sendo que 30% de novos produtos empresariais não conseguem se manter no mercado.

O problema é que as empresas necessitam desenvolver novos produtos para sua sobrevivência perante a concorrência, assim fica o dilema, como desenvolver novos produtos se a chance de ser mal sucedida é grande?

A solução está no forte planejamento do produto e no estabelecimento de um processo sistemático de desenvolvimento conforme ilustrado na figura 1.



Figura 1 - Os principais estágios do desenvolvimento, adaptado de Kotler (2004)

Para Rozenfeld (2006) todo desenvolvimento de produto por mais tecnologia que se aplique sempre ocorrerá mudanças sejam elas no produto, otimização de projeto, processo, detecção de defeitos, reclamações, adaptação dos produtos a novas condições, redução de custos.

Existem dois tipos de mudanças conforme descreve Rozenfeld (2006):

As mudanças não controladas: são aquelas mudanças que acontecem normalmente no início do projeto onde todas as pessoas envolvidas estão próximas e em contato.

As mudanças controladas: acontecem quando a informação é compartilhada com mais pessoas principalmente quando elas não estão próximas fisicamente, a informação precisa ser controlada para garantir a sua consistência, ou seja, para que todas as pessoas envolvidas fiquem atualizadas quando houver mudanças.

A seguir na figura 2 é apresentado um diagrama do desenvolvimento do trabalho contemplando 5 etapas onde a parte superior indica o item explorado e a parte inferior o recurso utilizado.

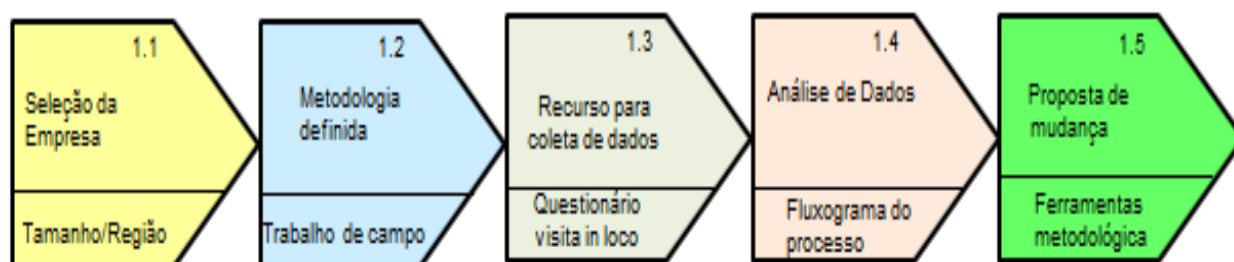


Figura 2 – Diagrama de Desenvolvimento do Trabalho,(INÁCIO et al, 2011)

No item 1.1 houve a seleção da empresa a ser estudada com o objetivo de identificar seus problemas com relação a desenvolvimento de produto e processos, para isso analisou-se o tamanho da empresa e a região onde ela atua.

No item 1.2 através do trabalho de campo surgiu a definição da metodologia de pesquisa, e como a mesma seria desenvolvida.

No item 1.3 buscou-se a coleta de dados através da aplicação de um questionário in loco.

O item 1.4 analisou-se os dados do questionário elaborando um fluxograma dos processos para melhor identificação dos problemas.

Após todos os passos anteriores no item 1.5 propusemos a mudanças através de ferramentas metodológicas.

Segundo Machado (2008), O Processo de Desenvolvimento de Produto pode ser definido como uma série de atividades organizadas com o objetivo de transformar necessidades em conceitos e estes em produtos tangíveis .

Desenvolvimento do produto com boas soluções, que seja planejável, flexível, otimizável, e verificável Pahl et al., (2005), o projeto metodológico possibilita a racionalização eficaz do processo de projeto e produção, com facilidade de alterações a qualquer momento necessário.

Através de visita em empresa do agronegócio, foram visualizados os processos e aplicado um questionário para 30% dos operadores da empresa, as

questões aplicadas visaram identificar as dificuldades encontradas no dia-a-dia na montagem dos produtos, identificação dos componentes utilizados, o tratamento dado com relação a peças que encontram com defeitos durante o processo de montagem, os recursos e suportes recebidos quando há um produto novo e como os resultados indicam a eficiência do produto à ser entregue ao cliente.

As questões foram formuladas de acordo com as dificuldades visualizadas durante a visita na empresa, das perguntas elaboradas foram selecionadas oito questões simples e objetivas para o entendimento do problema e afim de não deixar os entrevistados inibidos e para que não se sentissem comprometidos ao responderem.

As dificuldades expostas pelos colaboradores foram compiladas a fim de se localizar a maior partes dos problemas do processo produtivo. Três respostas se destacaram mais.

1a) Referente a como identificar os componentes recebidos para a montagem do produto, a qual 83% das respostas foram, que não tinham dificuldade para identificação dos componentes, mas informaram que com as experiências que tinham por tempo de trabalho no setor, conseguiam identificar, comparando com as descrições na ordem de produção.

2a) Referente as instruções recebidas para a montagem de produção, duas respostas foram que não recebem nenhuma instrução, e informaram que recebem apenas informações verbalmente. Um operador respondeu que recebeu um projeto, mas verificou-se que era apenas um desenho básico e raro, utilizado na semana anterior. Três operadores de área diferente das anteriores, responderam que recebiam apenas um rascunho, ou informações verbalmente para comparação com a simples descrição da ordem de produção.

3a) Referente a que os operadores achavam que poderia ser melhorado nas informações que recebem para o trabalho, eles responderam que deve ter especificações e que as descrições na ordem de serviço deve conter mais informações e um deles foi diretamente na realidade da necessidade de se ter métodos de produção.

Através dos resultados obtidos pelos dados compilados foram vistos que a maior dificuldade está no setor de montagem, das partes mecânica e elétrica dos

produtos, os processos acontecem devido a experiência dos colaboradores mais antigos.

Quando ocorre algum problema no processo, busca-se o suporte da Engenharia que sana momentaneamente esse problema que ocorre devido a necessidade de se produzir rapidamente um produto que não possui um projeto desenvolvido.

Através das informações coletadas criou-se os fluxogramas dos processos de um dos produtos. O processo produtivo está dividido em 2 etapas; 1.Cuba de Refrigeração, conforme figura 3 e 2. Montagem da Refrigeração, conforme figura 4 .

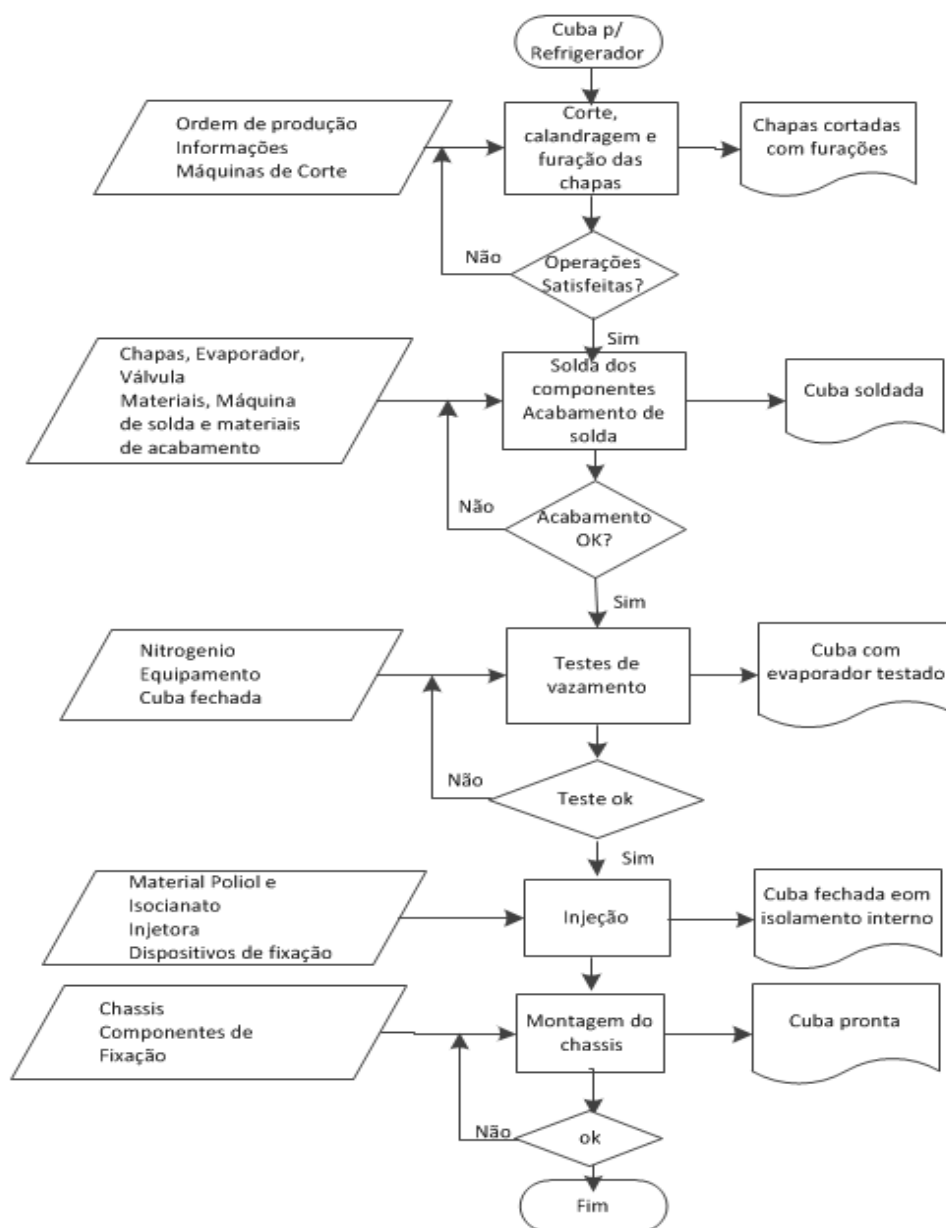


Figura 3 – Fluxograma do processo de montagem da cuba. (INÁCIOet al, 2011)

Na figura 3 é apresentado a primeira etapa, da fabricação do reservatório, de acordo com as informações da ordem de serviço. As etapas de produção desse produto envolvem a definição da chapa a ser utilizada e os processo de manufatura sendo eles: corte da chapa, calandragem, furações, soldas e lixamento. São realizados testes de vazamento e os produtos aprovados recebem o isolamento de material poliuretano injetado após esse processo realiza-se a montagem do chassi finalizando a primeira etapa do processo produtivo.

Informações de Entrada	Montagem da Refrigeração	Dados de Saída
	1.Aferição Cuba	
	2.Montagem Tampa, agitador	
	3.Montagem Elétrica	
	4.Testes de Performance	
5.aprovação		

Figura 4 - Etapas do processo de montagem refrigeração. (INÁCIO et al, 2011)

Neste Fluxograma conforme Figura 3, o importante é verificar a primeira etapa do processo produtivo, podendo identificar que melhorias podem ser aplicadas na fase do desenvolvimento do produto, como exemplo, rever as dimensões e furações das chapas, tipos de soldas e lixas a serem utilizadas.

No fluxograma conforme Figura 4 é apresentado a segunda etapa do processo produtivo, com o reservatório pronto, este é aferido com quantidades de água pré determinada e indicações em réguas graduadas. Os dados são imputados em um sistema matemático interligado com o *software* Excel® gerando coeficientes comparativos em milímetros e litros em uma tabela onde a qualquer momento, a quantidade de leite pode ser comparado com a régua e o reservatório.

É realizado a montagem da tampa, o motor e agitador e parte mecânica do circuito de refrigeração, estes estando completo, faz se a montagem da parte elétrica, os testes, a limpeza geral e embalagem, finalizando o produto.

No fluxograma conforme figura 4 verificou-se como a aplicação desta ferramenta é importante para melhorar o envolvimento de todos no processo,

mostrar a importância do papel das pessoas e a identificação das funções dos componentes nos processos.



Figura 5 - Atividade de Definição dos Interessados do Projeto, adaptado de Rozenfeld (2006).

Para o desenvolvimento de um projeto um fator considerado importante é a definição dos interessados no projeto cuja síntese é apresentada na figura 5. Essa definição é importante, pois todos os envolvidos em um projeto podem sofrer influencias relativas ao projeto, sejam elas no planejamento, na execução e mesmo após sua conclusão, (ROZENFELD 2006).

Considerações finais

Com o questionário obtivemos informações sobre as dificuldades que os colaboradores têm a respeito da fabricação do produto devido a falta de informações que não são geradas no desenvolvimento do produto.

Analisando as respostas dos colaboradores elaboramos fluxogramas para visualização do processo de fabricação, facilitando a identificação dos pontos a serem melhorados.

A autoridade da matriz sobre a filial deixa alguns passos limitados para desenvolver produtos, porém isto pode ser visto de forma melhor, a partir do momento em que a filial começar a mostrar argumentos de que os produtos poder ser eficientes, mesmo que seja com recursos de funções adaptados e até melhorados.

A seleção do trabalho de campo mostra que coletar dados através de pessoas que participam diariamente do processo geram informações muito ricas para se acrescentar à uma metodologia.

O processo visto na empresa, mostra que atualmente existe um desenvolvimento intuitivamente e pode ser melhorado com a contribuição da “Ferramenta Fluxograma”.

A contribuição da ferramenta Fluxograma, quando aplicada poderá gerar muitas melhorias com otimização de processos e os recursos humanos, pois será de fácil compreensão de todos.

A equipe, atualmente é muito enxuta, portanto deve ser feito um planejamento para criar fluxogramas e melhorias de todos os processos, já existentes e definir planos de trabalho.

Processos podem ser subdivididos em diversos fluxogramas, facilitando a visão operacional e agilizando o processo produtivo.

O uso dessa metodologia visa obter ganhos de tempos e produtividade através da visualização mais objetiva dos processos.

Todavia o envolvimento das pessoas durante o desenvolvimento seja ele de um produto ou um processo é muito importante para que sejam geradas novas ideias dentre as quais podem trazer grandes benefícios de melhorias.

Referências bibliográficas

BARTLETT, C.A., GOSHALL, S.: **Internationale Unternehmensführung, Innovation, globale Effizienz, differenziertes Marketing**. Frankfurt / New, York (1990).

CARVALHO, M. M.; **Inovação: estratégias e comunidades de conhecimento**. São Paulo: Atlas, 2009.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J.; **Administração da produção e operações para vantagens competitivas**. 11ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

COUTINHO, L.; **Globalização e Capacitação Tecnológica nos Países de Industrialização Tardia: Lições para o Brasil**. *Revista Gestão & Produção*, Volume 3, n.1, Abril de 1996, pag. 49 a 69.

COUTO, H. A.; **Ergonomia aplicada ao trabalho: conteúdo básico – Guia Prático**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 2007.

INÁCIO, Nilson Roberto; Sanchez, Joselita Gonçalves; Furegatti, Silvio Augusto; Delgado Neto, Geraldo Gonçalves. **Uma contribuição metodológica para melhoria do processo produtivo - estudo de caso em um empresa do setor de agronegócio**. Jaguariuna, SP, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação Engenharia de Produção, Faculdade de Jaguariuna, 2011.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. São Paulo: Atlas, 2004.

MACHADO, M.C., TOLEDO, N.N. **Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Atlas, 2008.

NÃÃS, I.A. **Princípios do conforto térmico na produção animal**. São Paulo, Editora Ícone, 1989.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

PEÓN, MARIA LUISA. **Sistemas de identidade visual**. Rio de Janeiro: 2AB, 2001.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SILVA, ADRIANO A.; **A Importância do Administrador para o Desenvolvimento do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/a-importancia-do-administrador-para-o-desenvolvimento-do-agronegocio-brasileiro/26313/>>. Acesso em abril de 2011.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997. Brasil Região Sudeste. Disponível em: http://www.portalbrasil.net/regiao_sudeste.htm. Acesso em abril de 2011.

ENSAIO

NOVAS TECNOLOGIAS E O PAPEL DO ENGENHEIRO PERANTE A ABUNDÂNCIA DE POSSIBILIDADES TECNOLÓGICAS

TUCCI, Ednert Rafael Rozin

Faculdade de Jaguariúna

Qualquer profissional, independente da profissão que seja, necessita estar em constante atualização. Sempre estudando e atualizando-se, pondo-se sempre em atualidade, tanto socialmente, quanto tecnologicamente. Esse ponto é defendido por um grande número de especialistas, Ventura por exemplo cita que até as mais antigas e “simples” profissões apresentam inovações constantes.

Se essa é a realidade em todas as profissões, em uma área exata, principalmente no tocante onde a ciência torna-se tecnologia, essa constante atualização é ainda mais acentuada. Certamente as “leis” matemáticas são, em grande parte, universais, bem como a física por ela representada (caso não levemos em consideração a física quântica ou então as distorções ocasionadas por buracos negros, por exemplo), porém, essa base permitiu-nos um avanço exponencial no desenvolvimento de novas descobertas, novas tecnologias, novos desafios, novos horizontes, cada vez mais íngremes, e cada vez mais difíceis de serem atingidos.

Quando Moore descreveu sua tão famosa lei, em 1965, ele dizia que a capacidade de processamento em um mesmo circuito integrado dobraria a cada dois anos, futuramente, essa lei foi extrapolada para as mais diversas áreas da tecnologia, e, realmente, até hoje, com exceção de algumas áreas (ironicamente a de microprocessadores inclui-se nessa lista) essa lei mentem-se em voga, conforme podemos observar na velocidade da proliferação e poder dos smartphones, por exemplo. Resultando que, constantemente somos bombardeados por novos lançamentos, descobertas e novidades, tornando o ciclo de dois anos uma constância, assimétrico sim, porém não passa-se um mês sem algo novo sendo lançado.

Nesse frenesi de descobertas e revoluções, uma tecnologia dispendiosa e utópica ontem, será acessível hoje, banal e desprezada amanhã. Assim, essa

vicissitude tecnológica que, apesar de nova na história do homem, nem é tão nova assim para as atuais gerações, força-nos a estudar e atualizar-se sempre, afinal, já fazem algumas décadas que deixamos os circuitos valvulados e já estamos entrando na computação quântica.

Essa angustia de novas tecnologias e descobertas, forçam o profissional à viver em constante busca de conhecimento, seja através de pesquisas individuais, por livros, revistas especializadas, ou então até através do grande símbolo dessa metamorfose de informações e tecnologias; a internet, seja por seminários, cursos e palestras. Conseqüentemente, cria uma gama de sensações não muito agradáveis àquele que realmente deseja ser um bom profissional. Cria-se a impressão de defasagem, de falta de conhecimento e, como consequência dessa necessidade de sempre manter-se atual, o dia é curto e o ano mais ainda.

Em defesa dessa teoria, podemos citar diversas publicações, atentemos no entanto a um seminário ministrado pelo IBGE em 2010 onde foi estudado o uso do tempo pelo brasileiro médio. Após uma pesquisa realizada em 110.000 domicílios, dentre as diversas constatações foi a de que o brasileiro gasta mais de 50% de seu tempo livre em entretenimento digital, 92% acreditam que o tempo está passando mais rápido do que a alguns anos atrás e desses, 83% sentem-se desconfortáveis por não conseguir acompanhar o ritmo das mudanças ocorridas pelo mundo. Isso, Há quase quatro anos atrás, de lá para cá, o ciclo proposto por Moore rodou quase mais 2 vezes, quadruplicando a tecnologia, e, provavelmente, aumentando ainda mais essas sensações.

Logo, apesar das limitações intrínsecas ao ser humano, incluindo muitas características herdadas em comum pelo ser humano engenheiro, é papel do engenheiro estar sempre à par com as revoluções tecnológicas, não apenas como um ser humano, interessado por um brinquedo novo, mas vislumbrando o que aquela tecnologia pode auxiliá-lo em sua profissão, quais vertentes podem ser exploradas e serem utilizadas e transformadas em novas ideias e conseqüentemente em novos ganhos, tanto material como pessoal.

Há um velho ditado, de autor perdido na história, que diz que não se deve tentar abraçar o mundo. Caso o faça, aquela sensação estranha descrita alguns parágrafos atrás realmente irá aparecer, porém, estar atualizado com os temas de interesse é uma obrigação. Obviamente, não há a necessidade de saber tudo de

tudo, porém, arranhando a superfícies de diversos conhecimentos, o profissional pode ser capaz de fazer relações que muitos outros não enxergaram e desenvolver algo novo, criando um nicho de mercado e oportunidades.

Um bom exemplo disso foi a Apple, obviamente Steve Jobs não detinha todo o conhecimento de cem por cento de cada componente de seus produtos, porém, conhecendo diversas tecnologias, e cercado-se de pessoas que sabiam muito de pouco, foram capazes de produzir “*Ip hones*” e “*Ipads*”, criando uma mercado totalmente novo onde antes ninguém via nada, pior, nem sabiam se precisavam desse produtos ou não. O resultado, todos estamos vivenciando.

Portanto, independentemente se o profissional opte ser um engenheiro especialista ou generalista, estar ciente do universo onde se está inserido é um “dever”! Somente assim, pode-se ter discernimento do que escolher, que caminho seguir e quebrar paradigmas. Aprofundando-se mais, é obrigação de todos os seres humanos, engenheiros ou não.

Referências bibliográficas

BIRNBAUM J. & Williams R.S., Janeiro de 2000, **Physics and the information revolution**. Physics Today.

HAMMOND, M.L, Abril de 2004, **Moore's Law: the first 70 years**. Semiconductor International.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Setembro de 2010, **II Seminário Internacional sobre Pesquisas de Uso do Tempo – Aspectos Metodológicos e Experiências Internacionais**.

ISAACSON, Walter, Agosto de 2011, **Steve Jobs - A Biografia**.

MEDEIROS, Rostand, Janeiro de 2013, **Ditados Populares e seus significados – Segundo Cascudo**.

MOORE, G.E., Abril de 1965, **Cramming more componentes onto integrated circuits**. Electronics.

VENTURA, Carlos Gomes, Outubro de 2012, **O mercado e a demanda constante de atualizações**.

ENSAIO

QUAL O PAPEL DO ENGENHEIRO PERANTE AS NOVAS TECNOLOGIAS PARA MINIMIZAR POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS

RODRIGUES, Danielle Gonçalves

Faculdade de Engenharia Agrícola- UNICAMP

A busca pela melhoria da qualidade de vida implica cada vez mais no desenvolvimento de novas tecnologias sendo que o engenheiro possui um papel fundamental para isso.

De acordo com Braga 2005, a função do engenheiro é dar continuidade a toda a evolução tecnológica porém através de técnicas para minimizar ao máximo possíveis impactos ambientais.

Com isso, a área da pesquisa apresenta uma grande contribuição para o desenvolvimento de novas tecnologias sejam elas aplicadas diretamente na indústria ou para comunidades unifamiliares como em propriedades rurais. Um exemplo disso é em relação ao tratamento de água. O tratamento convencional apresenta um alto custo quando aplicados em comunidades rurais, sendo sua implantação nesses locais inviável, trazendo com isso danos a saúde humana devido a falta ao acesso a água potável.

Dessa forma, novas tecnologias alternativas para o tratamento de água vem sendo propostas para serem implantadas nesses locais com um custo acessível, de baixa manutenção e operação. Rodrigues, 2011 propôs uma forma de tratamento de água alternativo para ser aplicado em comunidades carentes e rurais através da implantação de um equipamento de aquecedor solar, onde este promove a pasteurização solar. Nessa nova técnica, a água ao atingir a temperatura de 65° C conseguia inativar bactérias do grupo coliformes, principal responsável por doenças diarreicas, principalmente em crianças e idosos.

Outra forma de contribuição da engenharia no desenvolvimento de novas tecnologias diz respeito a redução das emissões de poluentes pelas indústrias. Devido a determinação de padrões mínimos de emissão de poluentes nas indústrias, foi necessário o desenvolvimento de estratégias para o controle de poluentes como

a modificação da operação e aplicação da tecnologia de controle apropriada de acordo com cada poluente (propriedades físico-químicas, concentração, toxicidade etc). Assim, para minimizar os impactos devidos a emissão dos poluentes, diversos equipamentos foram desenvolvidos como lavadores de gases, filtros de tecidos, incineradores etc. Com isso, o processo industrial foi mantido porém sem causar danos ao meio ambiente.

O desenvolvimento de novas tecnologias é de extrema importância para o desenvolvimento social e econômico de um país. Com isso, faz-se necessário cada vez mais investimentos em pesquisas e em qualificação de engenheiros para que essas tecnologias possam ser implantadas e aplicadas e dessa forma, promover a melhoria da qualidade de vida da população.

Referências bibliográficas

Braga, Benedito; *et al* 2005. **Introdução à Engenharia Ambiental- O desafio do desenvolvimento Sustentável**. 2ª Edição. I.S.B.N.: 8576050412. 336 pag.

Rodrigues, D, G. **Desinfecção da Água por Pasteurização Solar (SOPAS) em Comunidades Rurais**. Dissertação Mestrado- Feagri- Unicamp 2011.

ENSAIO

A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO NO DESENVOLVIMENTO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

IDAGAWA, Hugo Sakai

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)
Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano)

Na engenharia moderna é muito comum o uso de softwares especializados que auxiliam os engenheiros na etapa de desenvolvimento de novos produtos. Essa área da engenharia é conhecida como CAE (“Computer Aided Engineering” ou Engenharia Assistida por Computador) e engloba toda uma cadeia de programas de computador que vai desde a análise física mais básica de um produto até a sua produção em larga escala. Embora essas ferramentas computacionais simplifiquem muitas tarefas do engenheiro, a sua correta utilização requer que o engenheiro possua bons conhecimentos nas ciências físicas básicas e capacidade de abstração para transformar um produto ou componente em um modelo computacional adequado.

Toda a formação básica do engenheiro, independente de sua especialização, é proveniente de diferentes disciplinas cursadas nos primeiros anos de engenharia que tratam de diferentes áreas do conhecimento, como a termodinâmica, a mecânica do contínuo, a teoria de otimização e controle, a ciência dos materiais, o eletromagnetismo e muitas outras. Nessas disciplinas, os estudantes são apresentados a modelos matemáticos que procuram explicar como um determinado fenômeno ocorre, sendo normalmente uma representação idealizada (ou simplificada) do processo. Apesar de serem modelos simplificados, eles procuram agregar toda a informação que é importante para o fenômeno estudado, eliminando variáveis que não alteram significativamente o comportamento geral do fenômeno e servem apenas para tornar o modelo excessivamente complexo. Isso pode ser observado no projeto de estruturas treliçadas, onde apenas esforços axiais são significativos: nesse caso, o modelo de barra unidimensional pode ser utilizado e a resposta do modelo é muito próxima ao da estrutura real. Porém, se fosse necessário projetar o virabrequim de um motor de combustão interna, onde esforços

de torção e flexão são importantes, seria interessante utilizar um modelo de viga tridimensional para o projeto. A escolha do modelo matemático adequado para o projeto de um determinado componente é a responsabilidade do engenheiro e ele se encarregará de avaliar quais variáveis são importantes para o funcionamento do componente e quais podem ser ignoradas.

Para muitos problemas de engenharia atuais, os modelos matemáticos finais costumam ter uma complexidade extremamente elevada que se tornam praticamente impossíveis de serem resolvidos “à mão” pelo engenheiro. Assim, é muito comum o uso de computadores para resolvê-los que aplicam algum método numérico apropriado para o problema. Um dos métodos mais populares é o Método dos Elementos Finitos (MEF), sendo atualmente possível encontrar softwares comerciais especializados para todas as áreas da engenharia (mecânica dos fluidos, mecânica estrutural, vibrações e acústica, térmica,...). Esses softwares fazem uso dos modelos mais fundamentais da engenharia (os mesmos que são estudados nas disciplinas mencionadas anteriormente), porém são aplicados às complexas geometrias das peças das máquinas ou incorporam as não linearidades dos materiais utilizados na fabricação das peças. Independente do tipo de problema que esses softwares resolvem, eles apenas atuam na fase de resolução numérica do modelo, ainda é responsabilidade do engenheiro de selecionar corretamente as variáveis importantes para o seu projeto.

À medida que esses softwares foram se tornando cada vez mais complexos, começaram a fazer uso de modelos mais completos, onde diferentes fenômenos físicos começaram a ser incorporados aos modelos básicos. Assim, muitos dos softwares de elementos finitos atuais são conhecidos como multifísicos, pois é possível fazer análises utilizando-se diferentes domínios de simulação, como, por exemplo, a interação fluido-estrutura, a influência de fontes de calor na integridade estrutural de um produto e o aquecimento de um molde de estampagem devido ao calor que uma chapa produz quando é deformada por ele. Esses novos softwares possibilitam ao engenheiro simular o comportamento do produto sujeito a condições muito mais próximas ao do mundo real e avaliar como uma determinada variável influencia no desempenho do produto final.

Apesar de esses softwares permitirem ao engenheiro tomar uma decisão de projeto mais precisa, reduzir o tempo de desenvolvimento do produto e melhorar o

desempenho de um componente, o resultado final do modelo é muito dependente da habilidade do projetista em alimentar a simulação numérica com informações relevantes e precisas. Além disso, é imprescindível que o engenheiro saiba avaliar a qualidade do resultado que essas simulações fornecem, visto que o resultado pode não fazer nenhum sentido físico.

Os artigos publicados na Revista Intellectus
são de inteira responsabilidade de seus autores.