intellectus

REVISTA ACADÊMICA DIGITAL DO GRUPO POLIS EDUCACIONAL



Federpflanze– 1919– Paul Klee

ISSN 1679-8902

Ano VIII | Nº. 21 | Jul-Set 2012
Ciências Exatas e Tecnológicas

ISSN 1679-8902

INTELLECTUS. Revista científica da Faculdade de Jaguariúna, da Faculdade Politécnica de Campinas e da Faculdade Max Planck de Indaiatuba.

Jaguariúna – SP

Eletrônica

Trimestral

Inclui bibliografia

EDITORIAL

É com grande satisfação que a Faculdade de Jaguariúna, a Faculdade Max Planck de Indaiatuba e a Faculdade Politécnica de Campinas disponibilizam para a comunidade acadêmica o número 21 da Revista Intellectus, uma publicação científica das três faculdades.

Este exemplar compreende oito artigos do campo das **Ciências Exatas e Tecnológicas**. Os resultados desses estudos ora divulgados são contribuições de professores e pesquisadores dessa grande área do conhecimento, constituindo-se em importante material de pesquisa para os nossos professores e estudantes, além de outros estudiosos desses temas.

Os artigos publicados e assinados são de responsabilidade dos autores e só poderão ser reproduzidos mediante autorização expressa dos mesmos.

Boas leituras.

Editor: Prof. Dr. Rubens Pantano Filho
Faculdade de Jaguariúna

Editores Associados: Profª. Drª. Ana Maria Sperandio
Faculdade de Jaguariúna

Profª. Drª. Telma Dagmar Oberg
Faculdade de Jaguariúna

Conselho Editorial

Educação, Cultura e Sociedade

Prof. Dr. Adauto Fernandes Marconsin – Faculdade Max Planck

Prof. Dr. Cristiano de Jesus – Centro Universitário Salesiano de São Paulo

Profª. Dnda. Maria Ângela Lourençoni – Faculdade Max Planck

Prof. Dr. Samuel Mendonça – Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Profª. Drª. Solange Muglia Wechsler – Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Ciências Exatas e Tecnológicas

Prof. Dr. André Mendeleck – Faculdade de Jaguariúna

Prof. Dr. Claudemir Adriano Borgo – Faculdade de Tecnologia César Lattes

Prof. Dr. Derval dos Santos Rosa – Universidade Federal do ABC

Profª. Drª. Marilza das Neves – Faculdade Politécnica de Campinas

Prof. Dr. Pedro Luis Christiano – Universidade Federal da Paraíba

Profª. Drª. Vanice Aparecida Perin – US Nuclear Regulatory Commission

Ciências Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Cássio Modenessi Barbosa – Faculdade de Jaguariúna

Prof. Dr. Olavo Pudenci Furtado – Faculdade Max Planck

Prof. Dr. Oscar Mellin Filho – Faculdade de Jaguariúna

 ISSN 1679-8902

Profª. Drª. Tércia Zavaglia Torres – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Saúde

Profª. Drª. Celene Ferrari Audi – Faculdade de Jaguariúna

Profª. Drª. Helena Cruz Oliveira – Faculdade Max Planck

Prof. Dr. José Meciano Filho – Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Prof. Dr. Roberto Foz Filho – Faculdade Max Planck

Prof. Dr. Sérgio Fernando Zavarize – Faculdade de Jaguariúna

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.seufuturonapratica.com.br/intellectus

ÍNDICE

* ADEQUAÇÃO AMBIENTAL NA TROCA DE PROPRIEDADE DE UM POSTO DE SERVIÇO (Licenciamento: sustentabilidade ou entrave?) 07

* RAPID PROTOTYPING WITH EMPHASIS ON ARCHITECTURE CONTROL IMPLEMENTED IN MECHATRONIC DEVICES 26

* A UTILIZAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO CONTRIBUIÇÃO PARA A REDUÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS 66

* ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS RESULTANTES DA UTILIZAÇÃO DE PARTÍCULAS DE BORRACHA DE PENEUS NA CONSTRUÇÃO CIVIL 86

* A APLICAÇÃO DA GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO (GPT) EM UMA EMPRESA ELETRO-ELETRÔNICA COMO FERRAMENTA DE DEFINIÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO 104

* REDUÇÃO DE ESTOQUES EM PROCESSOS NA LINHA DE TERMINAIS MÓVEIS DE PAGAMENTO ELETRÔNICO 121

* PROPOSTA DE REDUÇÃO DE TEMPO UTILIZANDO A TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) COM AUXÍLIA DO MAPA DE FLUXO DE VALOR (MFV) 136

* DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM DIFERENTES ACUMULADORES ELETROQUÍMICOS DE ENERGIA 153

ISSN 1679-8902

ADEQUAÇÃO AMBIENTAL NA TROCA DE PROPRIEDADE DE UM POSTO DE SERVIÇO (Licenciamento: sustentabilidade ou entrave?)

FITNESS ENVIRONMENTAL CHANGE IN OWNERSHIP OF A SERVICE CENTER (Licensing: sustainability or a hindrance?)

SILVA, Deisimar Pimentel Barbosa e
Faculdade de Jaguariúna
deisimarp@yahoo.com.br

FABRO, Augusto Bertão
Faculdade de Jaguariúna
gutofabbro@gmail.com

MORAES, Lívia Aguiar Sumam de
Faculdade de Jaguariúna
livia_sumam@yahoo.com.br

DALLARI SOARES, Paulo Roberto
Faculdade de Jaguariúna
sollapa@gmail.com

VALENTE, Angela Maria Montes Peral
Faculdade Politécnica de Campinas
Faculdade de Jaguariúna
engambiental@faj.br

RESUMO: A partir do século XX o desenvolvimento humano atingiu proporções nunca vistas e, consequentemente, trouxe muitos impactos ambientais. Não é por acaso que nesta mesma época discussões sobre o assunto e o estabelecimento de limites em forma de leis e de protocolos que direcionassem as ações do homem começaram a ganhar cada vez mais importância no cenário mundial, visando assim, a preservação do ambiente natural e com isso a perpetuação das gerações futuras. Neste trabalho estudaremos um caso real de adequação de um posto de combustíveis à legislação ambiental vigente. Ainda sobre esta questão discutiremos se tais leis conseguem cumprir com seus objetivos (preservando o ambiente natural) ou se acabam representando um grande empecilho aos empreendedores, o que gera um altíssimo grau de irregularidades no país.

Palavaras-chave: licenciamento, sustentabilidade, adequação

ABSTRACT: From the twentieth century human development has reached unprecedented proportions and consequently brought many environmental impacts. It is no coincidence that at the same time discussions about it and attempts to establish limits in the form of laws and protocols to guide the men´s actions began to gain importance on the world stage, in order to preserve the natural environment and therefore the perpetuation of future generations. In this publication, we will study a real case of adaptation of a petrol station to environmental laws. Also on this issue we will discuss whether such laws can really accomplish their goals (preserving the natural environment) or if they end up representing a major impediment to entrepreneurs, which creates a high degree of irregularity in the country.

Keywords: licensing, sustainability, appropriateness

INTRODUÇÃO

A questão ambiental é um dos assuntos que promoveram maiores mudanças no mundo moderno, sendo responsável pelas maiores modificações nos pensamentos e ações humanas, fazendo com que o homem despertasse para a realidade que a natureza é finita e que o futuro depende de nossas ações. O intenso processo de desenvolvimento ocorrido nos últimos anos fez com que, principalmente do final do século XX, existisse um crescimento da consciência da sociedade em relação à degradação do meio ambiente.

A elucidação da crise ambiental, juntamente com a reflexão da sociedade na interferência deste processo, conduziu a um novo conceito - o de desenvolvimento sustentável. Este conceito alcançou um destaque inusitado a partir da década de 1990, tornando-se um dos termos mais utilizados para se definir um novo modelo de desenvolvimento (Bellen, 2004).

Foi com a promulgação da Lei Federal Nº 6938 de 31/08/81 que se instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, que se constitui num importante "divisor de águas" na história da legislação brasileira e instituiu importantes instrumentos de gestão como zoneamento ambiental, estabelecimento de

padrões de qualidade ambiental, educação ambiental, criação de unidades de conservação e licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental é uma importante ferramenta para a preservação ambiental, constituindo-se num instrumento fundamental para a consolidação do desenvolvimento sustentável em nosso país.

O licenciamento ambiental é formado por um conjunto de leis, decretos, normas técnicas e administrativas que consubstanciam as obrigações e responsabilidades do Poder Público e dos promotores de projetos e empreendimentos, com vistas à autorização para a implantação de qualquer atividade, potencial ou efetivamente capaz de alterar as condições do meio ambiente (Verocai, 2005).

Segundo o Artigo 58 do Regulamento da Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto nº 8.468/76 e alterado pelo Decreto nº 47.397/02 são sujeitas ao Licenciamento Ambiental (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação) as seguintes atividades / empreendimentos:

1. Construção, reconstrução, ampliação ou reforma de edificação destinada à instalação de fontes de poluição;

2. Instalação de uma fonte de poluição em edificação já construída;

3. Instalação, ampliação ou alteração de uma fonte de poluição.

Em sua qualidade de instrumento preventivo de execução dos objetivos da política ambiental, seu objetivo é harmonizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do meio ambiente, promovendo o uso racional dos recursos ambientais. São quatro etapas que envolvem o processo de licenciamento: o pré-projeto, projeto, a construção/instalação e a operação/funcionamento. Durante estas etapas, são expedidas a LP (licença prévia), LI (licença de instalação) e LO (licença de operação). A figura abaixo resume as etapas do licenciamento ambiental (Cetesb, 2011).

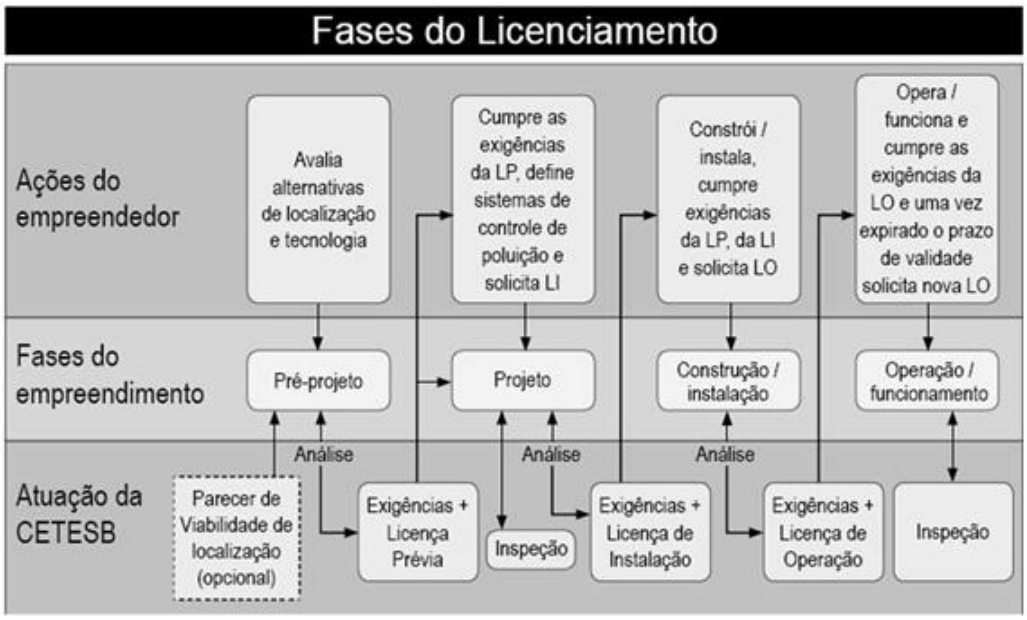


Figura 1 - Etapas do licenciamento ambiental (Cetesb, 2011).

Ao se adquirir uma propriedade ou empreendimento já em funcionamento, deve-se fazer um levantamento minucioso da área buscando possíveis passívos ambientais, pois o novo proprietário torna-se responsável pelas contaminações e irregularidades existentes no local.

O presente trabalho estudou um problema real ocorrido em uma cidade do interior de Minas Gerais, na troca de propriedade de um posto de combustível. Por tratar-se de um posto antigo, a propriedade não estava dentro das legislações vigentes, embora estivesse funcionando normalmente. O novo proprietário teve interesse adequar seu estabelecimento à legislação ambiental e então fechou o posto para reforma e modernização. Assim, solicitou as devidas licenças junto aos órgãos responsáveis com o intuito de evitar problemas futuros, porém, o órgão ambiental não entendeu a solicitação como a de uma reforma e sim como de uma construção de um novo posto, dificultando a reabertura pelo novo proprietário do estabelecimento.

Assim, objetiva-se neste trabalho analisar a adequação ambiental do posto de combustível de acordo com as legislações vigentes no estado de Minas Gerais, baseando-se em relatório e planos de controles ambientais que o novo proprietário do empreendimento contratou de uma empresa de engenharia ambiental da região.

Também objetiva-se comparar o andamento do licenciamento ambiental aqui citado com as questões aplicáveis de legislação e as exigências dos órgãos ambientais e assim verificar até que ponto o processo de licenciamento pode ser uma ferramenta na consolidação da sustentabilidade ambiental ou um entrave para um projeto de adequação ambiental.

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O posto de gasolina em estudo foi fundado em 23 de outubro de 1978 e está localizado em Minas Gerais, num município que se encontra inserido no complexo Paraíba do Sul, ocupando uma área total de 728,90 m^2 e área construída de 185,00 m^2. A região, conforme legislação municipal é caracterizada como zona urbana, predominantemente residencial e comercial. Está localizado a margem esquerda sentido a jusante do rio Lavrado. A principal rua de acesso ao posto fica aproximadamente 1,2 Km da rodovia BR-459, no centro da cidade. O entorno do empreendimento, em um raio de 100m, encontra-se um vale. Há cerca de 40 m do empreendimento encontra-se o Rio Descalvado**.**

Até o ano de 2006, quando houve a troca de propriedade, o posto de combustível estava funcionando normalmente.



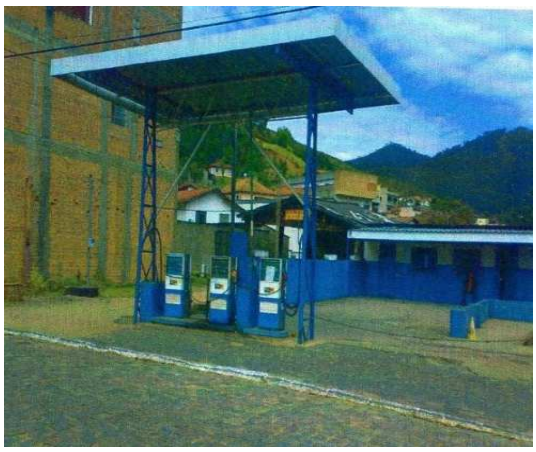




Figura 2 - Posto de combustível em funcionamento (antes de 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

O posto de combustível ao ser transferido para o novo proprietário em 2006, e depois de solicitação de licenciamento para reforma, foi alvo de análises e levantamento do histórico de contaminação e passivo ambiental.

Estas análises foram feitas através de investigação de solo, água e ar do entorno. Foram feitos levantamentos de informações relativas ao histórico, substituição de tanques, presença de combustível em fase livre, odores característicos dos produtos combustíveis comercializados e de possíveis reclamações da comunidade circunvizinha.

Para o estudo do posto de gasolina em questão, foram analisadas as documentações referentes aos estudos ambientais realizados na troca de propriedade do posto de combustível. Foi feito um Estudo de Avaliação de Passivo Ambiental na área do empreendimento por empresa especializada**.**

Foram feitos no ano de aquisição da propriedade (2006), testes de estanqueidade no Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis do empreendimento. Foram feitas medições nas tubulações e redes nas cercanias do posto, em um raio de 100 metros objetivando determinar e quantificar a presença de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC). Estas medições foram feitas por empresa de investigação ambiental com a utilização

 ISSN 1679-8902

de aparelhos eletrônicos apropriados que detectam por correlação com a explosividade inerente dos hidrocarbonetos voláteis de baixo peso molecular, típicos de derivados leves (combustíveis, solventes, nafta). O aparelho utilizado foi um detector de gases por fotoionização calibrado. Foi executada uma sondagem a trato mecanizado de 4" de diâmetro até 5,0 m de profundidade para coleta de amostra de solo e verificação do nível do lençol freático. O fluxo das águas subterrâneas inferido para nordeste de acordo com a morfologia e padrão de drenagem locais.

Para a amostragem do solo da área de interesse objetivando determinar o grau de agressividade do solo, foram levantados dados de campo a respeito do pH, umidade, granulometria, estabilidade e resistividade e pesquisas bibliográficas para comparação de presença de sulfato.

A resistividade e a estabilidade do solo foram determinadas a partir da análise das informações obtidas no ensaio de granulometria realizado.

Foi coletada uma amostra na sondagem FS-01 à profundidade de 1,5m. As amostras foram enviadas ao laboratório para analise dos parâmetros de pH, sulfato, umidade e granulometria.

De posse de todos os resultados e análises laboratoriais e técnicas, foi feita a análise de risco preliminar na localidade de acordo com os resultados obtidos, de forma a definir a existência de algum risco à saúde humana ou ao meio ambiente, devido a interação direta ou indireta com contaminantes perigosos. Foi feito ainda um estudo de alternativa técnica locacional do empreendimento, para efeito de licenciamento e minimização de impactos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O empreendimento não apresenta registros de perda de produtos reclamação de vizinhos ou envolvimento com órgãos ambientais.

Foram atestados todos os equipamentos estanques. Não foram observadas qualquer irregularidade no entorno de 100m. Não foi verificada a presença de qualquer tipo de poço artesiano ou semi artesiano (cisterna ou cacimba) nas cercanias do empreendimento.

Com base na sondagem realizada, o subsolo local é constituído por material, predominantemente, argilo-arenoso de granulometria variando de fina a grossa e de coloração marrom amarelo. Na campanha de VOC realizada ao longo do perfil de sondagem, todos os valores foram nulos. O material do subsolo foi analisado táctil-visualmente, e não foram observados indícios de contaminação por hidrocarbonetos.

Mapa da perfuração do terreno

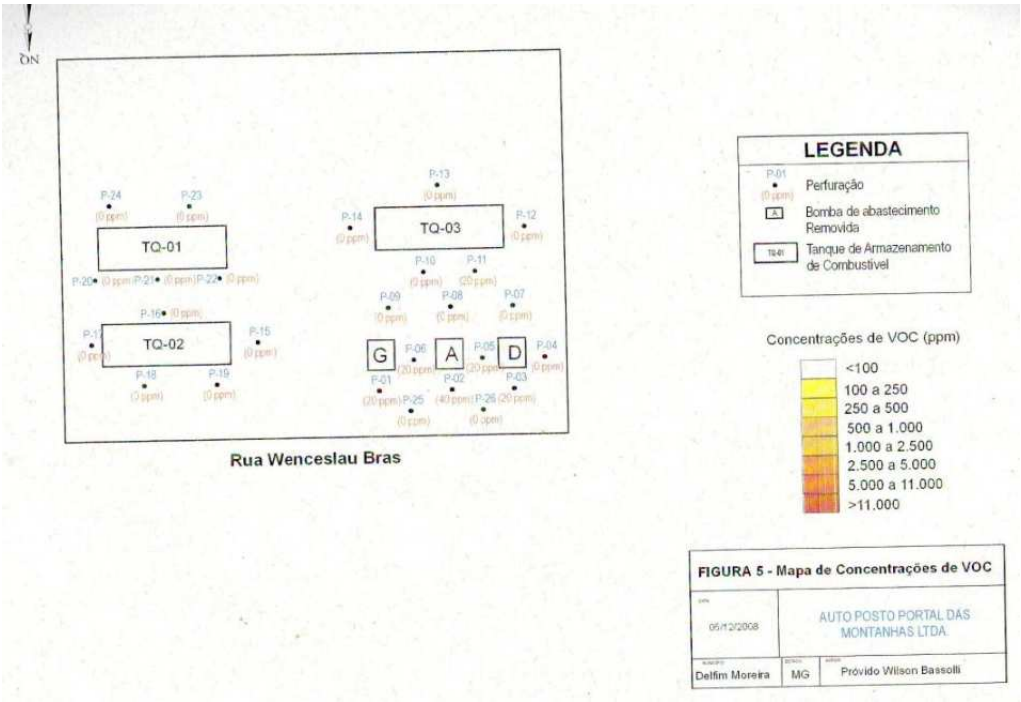


Figura 3 – Perfuração do terreno Fonte: Relatório de investigação do posto

Ao que se refere aos resultados das analises em laboratório, obteve-se:

 ISSN 1679-8902

De acordo com as análises granulométricas, as amostras são classificadas como solo argiloso-arenoso com 25,7% de areia de granulação variando de fina a grossa.

A resistividade e a estabilidade foram analisadas e classificadas dentro dos padrões da normalidade.

Segundo a análise de risco do local, o empreendimento utiliza a água fornecida pela Prefeitura Municipal, ficando assim descaracterizado risco por esta via de exposição. Os valores de VOC variam entre 0 e 40 ppm, não significando riscos à saúde humana via inalação, ingestão ou contato dermal, por exposição. Não indicou, no entanto, a presença de risco associado ao cenário do empreendimento, levando-se em consideração o tipo de pavimentação da área investigada e o uso e ocupação do solo.

Baseada nas análises laboratoriais, técnicas e de riscos preliminar, na matriz de decisão, para execução de investigação Ambiental em Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustível (SASC) e nos resultados obtidos durante os serviços de campo, não foram recomendados investigações complementares na área do posto em questão.

Para efeito de licenciamento, o posto elaborou o Relatório de Controle Ambiental (RCA) e o Plano de Controle Ambiental (PCA).



PCA – PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL

Auto Posto X

Síntese dos Impactos Ambientais

QUADRO 19.1
SÍNTESE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DAS INSTALAÇÕES
Auto Posto X LTDA – CIDADE Y - MG

AÇÕES E IMPACTOS	FASE DO PROJETO	AMBIENTE	GRAU DE IMPORTÂNCIA	TEMPO DE DURAÇÃO DO IMPACTO
SOBRE A FLORA E A FAUNA				
Remoção cobertura vegetal	IN	FI/BI/AN	●	TI
Afugentamento da fauna	IM/OP	BI	●	TI
SOBRE O SOLO				
Compactação e impermeabilização do solo	IM	FI/BI	● ● ●	PE
Vazamentos de óleos e graxas	OP	FI/BI	● ● ●	TI
SOBRE O RELEVO E OS RECURSOS HÍDRICOS				
Alteração do perfil original do relevo	IN	FI/BI	●	PE
Risco de acidentes	OP	FI/BI/AN	●	PE
Geração de esgotos sanitários	IM/OP	FI/BI/AN	●	PE
Geração de efluentes industriais	OP	FI/BI/AN	●	PE
SOBRE O AR				
Emissões atmosféricas	IM/OP	FI/BI/AN	●	PE
Pressão sonora e vibrações	IM/OP	BI/AN	●	TI
SOBRE A QUALIDADE DE VIDA				
Tráfego de veículos	IM/OP	AN	● ●	PE
Percepção / poluição visual	IM/OP	NA	●	PE
Oferta de empregos	IM/OP	AN	● ●	PE
Especialização profissional	OP	AN	● ●	PE
Geração de impostos e melhoria da infra-estrutura municipal	OP	AN	● ●	PE

FASE DO PROJETO	AMBIENTE	MAGNITUDE	POSITIVO / NEGATIVO	TEMPO DE DURAÇÃO
IM → IMPLANTAÇÃO	FI → FÍSICO	● ● ● → GRANDE IMPORTANCIA	● → NEGATIVO	TI → TEMPO DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENO
OP → OPERAÇÃO	BI → BIÓTICO	● ● → MÉDIA IMPORTANCIA	● → POSITIVO	PE → PERMANENTE
IN → INEXISTENTE	AN → ANTRÓPICO	● → PEQUENA IMPORTANCIA		IN → INDETERMINADO

Figura 4 – Plano de Controle Ambiental. Fonte: relatório de controle de investigação do posto

Neste relatório consta: medida de controle e prevenção de acidentes, manual de procedimentos internos, plano de resposta a incidentes, programa de treinamento de pessoal, análise de impactos ambiental, adequação ao armazenamento e destinação final de resíduos sólidos, tratamento e controle de efluentes com caixa separadora de água e óleo.

Projeto de caixa separadora de água e óleo

 ISSN 1679-8902

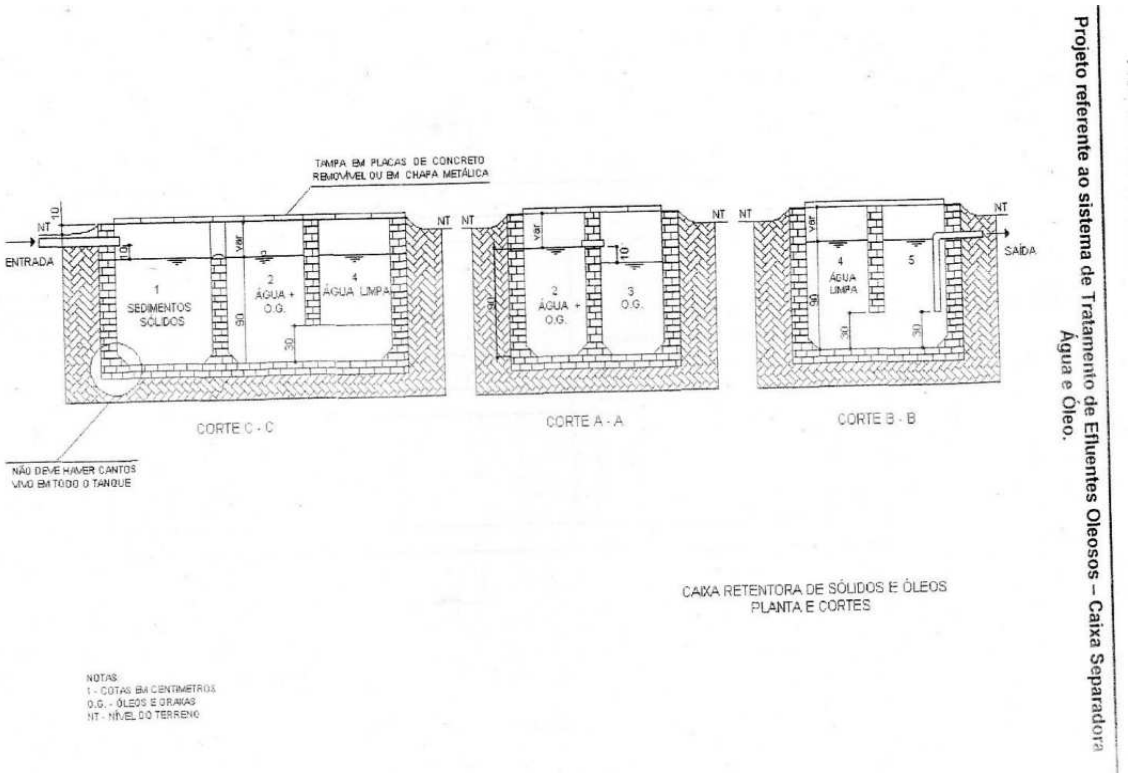


Figura 5 - Projeto de caixa separadora de água e óleo. Fonte: Plano de controle Ambiental do posto

Todas as medidas são de adequação, a fim de minimizar as possíveis contaminações e prejuízos que o empreendimento poderia causar ao meio ambiente.

O empreendimento é conceituado como uma ocupação antrópica consolidada em área de preservação permanente, tratando-se de revendedor de produtos derivados de petróleo.

O processo de licenciamento para a adequação ambiental foi elaborado com base na legislação vigente e normas técnicas exigentes que tratam do assunto, considerados suficientes para o efetivo controle ambiental da atividade proposta.

O citado empreendimento encontra-se devidamente autorizado pelos órgãos competentes e documentos que comprovam a idoneidade da empresa.

Há ainda documentos como: Autorização Ambiental de funcionamento na SUPRAM-SUL (Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais); declaração da prefeitura e comarca regional de Itajubá-MG, declaração da reserva biológica Serra dos Toledos informando que está fora da Zona de amortecimento da reserva em questão; declaração da prefeitura municipal do município em questão de que o empreendimento não fere as leis administrativas do município e está de acordo com o código de posturas; escritura do terreno de aquisição datada em agosto de 1985; Cartão da receita Federal (CNPJ) onde atesta a instalação do Posto no endereço como abertura do posto em 23/10/1978.

Foi realizado estudo de outro local com acesso e logística locacional para o Posto de combustível, não sendo possível uma nova instalação pelo motivo de inferir em outra área de APP, e mais, recolocar a infraestrutura existente e fazer a aquisição de outro terreno inviabiliza o empreendimento.

A atividade e operação do empreendimento são imprescindíveis para atender a população por vários motivos como: geração de empregos diretos e indiretos, conscientização ambiental dos empregados e seus colaboradores na preservação ambiental com cursos e treinamentos; geração de impostos, diretamente através do ISS e pelo ICMS é de grande importância para o estado e para o município, uma vez que os recursos gerados são revertidos em benefícios para a população; adequação ambiental dos equipamentos do único posto existente na cidade, para abastecimento em veículos, já que a população tem que percorrer 12 km para o posto mais próximo (cidade vizinha), adequação do posto com equipamentos novos e modernos que atendem as normas ambientais CONAMA 237, Deliberação Normativa nº108 e ABNT, com sistemas de controle de poluição que atendem a legislação Municipal, Estadual e Federal.

Foi assinado o termo de responsabilidade, (parte integrante da documentação para fins de Autorização Ambiental de Funcionamento junto a SUPRAM – SUL), onde consta a realização da área de reserva legal (hoje inexistente) na APP com uma largura de 12 metros por 37 metros de comprimento, da contratação de empresas licenciadas pelos órgãos ambientais

responsáveis pela coleta dos resíduos contaminados para destinação final ambientalmente correta; adequação da pista de abastecimento para evitar a infiltração de produtos no solo; instalação de caixa separadora de água e óleo para tratar os efluentes no empreendimento; monitoramento semestral dos efluentes líquidos atendendo a deliberação normativa conjunta COPAM/CERH-MG nº 01 de 05 de maio de 2008; inexistência de vegetação nativa a ser suprimida. Esse critério foi amplamente considerado uma vez que busca uma menor intervenção possível do que existe, hoje respeitando o Decreto nº 43.710 de 08 de janeiro de 2004 que regulamenta a Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002, que dispõe sobre a Política Florestal e de proteção à biodiversidade no Estado de MG, Art. 11- Nas áreas de preservação permanente, será respeitada a ocupação antrópica consolidada e atendidas as recomendações técnicas do poder público para a adoção de medidas mitigadoras e de recuperação de áreas degradadas.

O local onde existe o empreendimento encontra-se com vias de circulação, a malha urbana municipal e ainda possui oferta de mão de obra.

Considerando as questões anteriormente citadas referentes ao empreendimento e ao processo de licenciamento para adequação ambiental e conforme a classificação ambiental de posto de serviço NBR13.786/2001 e classe 1 conforme DN 74/04 substituída DN 108/2007, considerando ainda que foram apresentados comprovantes de autorização de órgãos ambiental estadual e municipal, assinado termo de Responsabilidade com a SUPRAM-SUL para gerenciar os aspectos ambientais do empreendimento e ainda adequação dos equipamentos a serem trocados conforme exigência da Resolução CONAMA 237, Deliberação Normativa n° 108 e ABNT e ainda que o local existente e a situação apresentam-se com características favoráveis à operacionalização do empreendimento, espera-se o deferimento das devidas licenças pelo órgão responsável.

Com base nos estudos apresentados, constata-se que na troca de propriedade do posto de gasolina, o novo dono quis adequar ambientalmente o seu empreendimento, visando melhoria na qualidade ambiental.

Observa-se nítida falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes, já que, se o novo dono quisesse manter o posto em funcionamento sem as alterações, o posto estaria em funcionamento normalmente.

O licenciamento ambiental quando feito de maneira eficaz, trata-se de um grande aliado à preservação ambiental. Porém, para os empreendedores, o licenciamento ambiental é visto como uma ferramenta extremamente burocrática e morosa, um entrave, tendo em vista os inúmeros documentos, estudos, e intervenções técnicas solicitadas.

Ressalta-se também a demora para obtenção das licenças, já que este processo teve início no ano de 2006, estendendo-se até hoje (2011) sem resposta definitiva. Por ser o empreendimento considerado de médio porte, a demora para a obtenção da licença de operação não se justifica. Acredita-se então, na falta de profissionais especializados e na falta de investimento no setor ambiental, que não permita que se tenham funcionários suficientes e qualificados para atender a esta demanda.

Esta burocracia e demora para obtenção das licenças para adequação ambiental, pode justificar a grande porcentagem de postos de combustível que não estão regularizados perante a legislação ambiental e ainda trabalham com irregularidades. Porém, ao iniciar uma atividade ou reforma sem o licenciamento, pode-se resultar em uma suspensão da atividade e multa administrativa, com graves consequências para a empresa e para o dono.

O novo dono do posto de combustível além de prejuízos financeiros, pois está com o posto fechado desde 2006, está gerando prejuízos sociais (empregos que deixam de ser oferecidos) e econômicos (tributos que deixam de ser pagos a cidade e ao estado).

Assim, o processo de licenciamento do caso real estudado vai contra o princípio do desenvolvimento sustentável, em que deve-se considerar meio ambiente, desenvolvimento econômico e social, todos os pontos com o mesmo peso.

 ISSN 1679-8902

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O incentivo à proteção ambiental deve ser sempre considerado como prioridade. Não se explica penalizar o empreendedor que não cumpre todas as leis e exigências ambientais, sem oferecer condições fáceis de resposta ao empreendimento, como a análise e concessão do licenciamento ambiental, de forma a permitir o início das atividades em tempo de não haver perdas financeiras, caso que está ocorrendo no posto de combustível estudado.

A evolução da legislação ambiental no Brasil e no mundo vem sendo cada dia mais evidente. Isto devido aos inúmeros movimentos, conferências e protocolos e também vem a cada dia sendo alterada. Surgem novas normas, códigos, resoluções e leis que buscam a sustentabilidade e o compromisso com o bem comum.

A respeito da adequação ambiental de postos de serviço, isto se torna necessário para que se consiga a conservação dos recursos naturais e a minimização dos impactos.

É necessário, que se aumente a fiscalização nos postos já em funcionamento para que estes venham a cumprir as legislações vigentes e assim futuros empreendimentos já comecem dentro da legalidade.

Conforme a evolução das leis ambientais e das políticas públicas, nosso meio ambiente é hoje um dos mais assegurados no que se refere à preservação e adequação legislativa. O que falta, porém, é uma maior conscientização da sociedade e eficiência nas fiscalizações.

Segundo *Walton Alencar Rodrigues*, na cartilha de licenciamento ambiental do TCU – Apoio: IBAMA em 2007, O licenciamento ambiental é instrumento fundamental na busca do desenvolvimento sustentável. Sua contribuição é direta e visa a encontrar o convívio equilibrado entre a ação econômica do homem e o meio ambiente onde se insere. Busca-se a compatibilidade do desenvolvimento econômico e da livre iniciativa com o meio ambiente, dentro de sua capacidade de regeneração e permanência.

Mas segundo alguns especialistas e pesquisadores o processo de licenciamento muitas vezes é moroso se esbarrando em uma burocracia infindável. Há necessidade, no entanto, de haver algumas mudanças nos processos burocráticos para que o processo se torne mais eficaz e ágil.

Talvez uma das mudanças que poderia ajudar em maior eficiência dos processos é o aumento de pessoal, corpo técnico nos órgãos públicos responsáveis pela deliberação e fiscalização dos processos e licenças.

O meio ambiente permeia diretamente a vida humana e não há como dissociá-los. No entanto, as forças de mercado nem sempre atingem o ponto de equilíbrio ideal para atender às necessidades de todos os elementos envolvidos. Nesse momento, cabe a atuação do Estado, de forma a determinar limites e a preservar o bem comum.

A Constituição Federal definiu como direito fundamental do povo, tanto o meio ambiente equilibrado como o desenvolvimento econômico e social. Esses três elementos formam o tripé do chamado desenvolvimento sustentável. O equilíbrio desses interesses resultará na prosperidade almejada.

Com enfoque na sustentabilidade procuramos neste trabalho, analisar um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, O Licenciamento, para que tenhamos parâmetros que enfatizem a necessidade de compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a qualidade ambiental, tendo como objetivo principal a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida.

REFERENCIAS

AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS. Manual: Licenciamento Ambiental Diretrizes Para Licenciamento, Apresentação de Planos e projetos Ambientais. 2003.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. et all. Política e planejamento Ambiental. Ed. THEX. 3ª edição. Rio de Janeiro 2004.

BELLEN, H.M.V. Desenvolvimento Sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 1, 2004.

BRASIL. Constituição, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1988.

CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em fevereiro de 2011.

CUNHA, Sandra Baptista da. Avaliação e Perícia Ambiental. Ed. Bertrand Brasil. 7ª edição. Rio de Janeiro 2006

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Disponível em www.feam.br. Acesso em abril de 2010.

FERREIRA, Leila da Costa. A Questão Ambiental: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil. Ed.Boitempo. 1ª edição. São Paulo 2003.

HELLMEISTER JR, Walter. Direito e Legislação Ambiental. Apostila de curso em Avaliação Ambiental. Ed. Unicamp. Campinas 2008.

IBAMA – Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal- 2002.

Investigação de Passivo Ambiental do Auto Posto em estudo.Dezembro de 2008.

LANFREDI, Geraldo Ferreira. Política Ambiental: Busca de efetividade de seus instrumentos. Ed. Revista dos tribunais. 1ª edição. São Paulo 2002.

MAIA, Nilson Borlina & MATOS, Henry Lesjak & BARRLLA, Walter. Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. Ed.EDUC. 1ª edição. São Paulo 2001.

MILLER JR,G. Tyler. Ciências Ambientais. Ed.Thomson.11ª edição.São Paulo 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em www.mma.gov.br. Acesso em outubro de 2010.

MOURA, L. A. A. Qualidade e Gestão Ambiental: Sugestões para implantação da normas ISO 14.000 nas empresas. 2º edição. São Paulo, 2000.

OLIVEIRA, Flávia de Paiva M de. & GUIMARÃES, Flávio Romero. Direito Meio Ambiente e cidadania (Uma abordagem interdisciplinar). Ed. Madras. 1ª edição. São Paulo, 2004.

PCA- Plano de Controle Ambiental, do Auto Posto em Estudo. Janeiro de 2011.

PEDRO, Antonio Fernando Pinheiro. Direito e Legislação Ambiental Brasileira. Apostila de curso em Gestão Ambiental. Ed. Proenco Brasil. São Paulo 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo. Saneamento, saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Ed. Manole. 1ª edição. Barueri-Sp 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo & ALVES, Alaôr Café. Curso Interdisciplinar de direito Ambiental. Ed. Manole. 1ª edição. Barueri-Sp 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo & PELICIONI, Maria Cecília Focesi. Educação Ambiental e Sustentabilidade. Ed. Manole. 1ª edição. Barueri-Sp 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo & ROMERO, Marcelo de Andrade & BRUNA, Gilda Collet. Curso de Gestão Ambiental. Ed. Manole. 1ª edição. Barueri-Sp 2004.

RCA- Relatório de Controle Ambiental do Auto posto em Estudo.Janeiro de 2011.

RELATÓRIO TÉCNICO PARA ANÁLISE DE OCUPAÇÃO ANTRÓPICA CONSOLIDADA E ALTERNATIVA TÉCNICA LOCACIONAL DO EMPREENDIMENTO EM ESTUDO. Fevereiro de 2011.

SANCHEZ, Solange S. Silva. Cidadania Ambiental: novos direitos no Brasil. Ed.Annablume. 1ª edição. São Paulo 2000.

SEBRAE- Manual de Licenciamento Ambiental: Guia de procedimentos passo a passo. 2004

TCU- Cartilha de licenciamento ambiental / Tribunal de Contas da União; com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2.ed. Brasília : TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007.

TRENNEPOHL, Curt & Terence. Licenciamento Ambiental. 3º edição. Niterói,2010.

VEROCAI, Iara. Identificação e avaliação de impactos Ambientais. Apostila de curso em Gestão Ambiental. Ed. Proenco Brasil. São Paulo 2005.

VIEIRA, Liszt & BREDARIOL, Celso. Cidadania e Política ambiental. Ed. Record.1ª edição. Rio de Janeiro 1998.

RAPID PROTOTYPING WITH EMPHASIS ON ARCHITECTURE CONTROL IMPLEMENTED IN MECHATRONIC DEVICES

PARACÊNCIO, Luís Gustavo de Mello
UNIP - University Paulista
lumello@terra.com.br

ROSÁRIO, João Mauricio
UNICAMP - University of Campinas'
rosario@fem.unicamp.br

ABSTRACT: *In recent years, w*ith technological advances in mechatronics engineering it is necessary to monitor and improve the studies of these new trends. This research aims to present a methodology to integrate robotic manufacturing cells with emphasis on modeling and controlling of a robotic device. The model consists of three degrees of freedom, driven hydraulically allowing the placement of a table where a piece can be worked by two industrial robots constituting a system of collaborative manufacturing. Studies are presented concerning kinematic and dynamic models and the calculation of control system´s parameters using MatLab-Simulink™. An interface was developed in LabVIEW™ language for acquisition and processing of the information from the sensors of the joints and the implementation of the system of supervision and control. Since the publication of an HTML page, a cell collaborative application may be available on the collaborative WEB allowing the creation of a virtual laboratory directed to scientific and technological research and the possibility to connect with other laboratories for teaching and research. For instance, this will allow carrying out the implementation of distance learning experience and performing complex tasks in real time.

Keywords: Collaborative systems, robotics workcell, e-learning.

1 Introduction

The number of robots working in industry increases significantly due to its ability to operate in terms of flexibility, speed and accuracy (David and Rosário,

1998). In most industrial applications tasks robots are programmed by learning without the need for a geometric model. Thus, its trajectory is defined by a set of angles associated with the angular motion of each degree of freedom robot. After interpolation, these angles will act as reference signals for positioning controllers located at each joint that compare the signals from the sensor position of the joints (Rosário, Oliveira and Sá, 2002).

However, flexible manipulators faster are essential to achieving this performance leading to reduced production time and small energy consumption (Oliveira, 2008), control algorithms more resources should be implemented, which can deal with important parameters variations, for example, variations of inertia (Rojas, 2004).

Typically, the integration of industrial robots and mechatronic device in Flexible Manufacturing Cell (FMC) involves modeling methodologies using the formalism of automation. The environment modeling Computer Aided Design (CAD) may have been associated with the performance of robot control, including equipment and related mechanisms, mathematical modeling of the robot (forward and inverse kinematics) and its connected devices, but also the coordination and integration of robot movements with other devices (Aihara, 2001).

1.1 Steps for Rapid Prototyping

This paper only Focus on the study of the Flexible Manufacturing Cells (FMC) with two more robots mechatronic device that emphasis on rapid prototyping of mechatronic control systems:

a) Functional specification of the robot cell using SFC as a function of defining the problem under study (the welding operation of complex device) by specifying automated system (Sequential Modeling of Collaborative Systems using SFC);
b) Functional specification / technology mechatronic system to work cooperatively with other elements of the cell (robots);

c) Modeling kinematics, dynamics and implementation of predictive control strategy;
d) Implementation of the monitoring system with monitoring and control through WEB based in LabVIEW™;
e) System Initialization and Calibration;
f) Achievement Test Validation.

This work only focuses on the study of 3 DOF mechatronic devices without regard to the timing with the robots, as well as modeling and simulation of this framework with particular emphasis on the development and implementation of robotic controllers common position. The paper is organized as follows. Section 2 provides a description of the framework, including kinematics, dynamics and modeling of the actuator. Section 3 presents the structure of PID control. Section 4 is devoted to the results obtained within a virtual environment for robotics. Finally Section 5 offers some conclusions and future trends.

2 Mechatronics Device

The Figure 2.1 shows a particular application FMC based on coordination and integration of two industrial robots and mechatronic device (table) with 3DOF (robot RRP) developed for purposes of work needs to solder. This device can help with tasks for which traditional manipulators have difficulty reaching some parts of the piece and the table is synchronized with the handlers by allowing them to perform complex tasks.

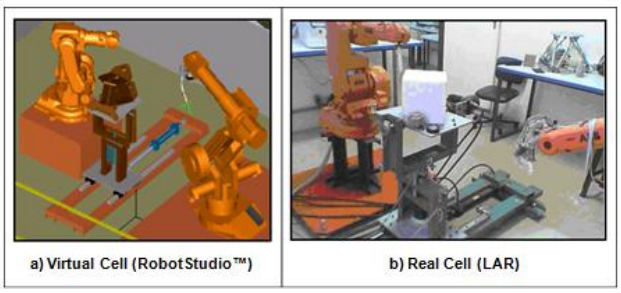


Figure 2.1: Flexible manufacturing cell

This section presents the modeling and simulation of the three degrees of freedom (3 DOF) robot, which leads to the concept of a virtual environment using electrical and mechanical libraries blocks in combination with SIMULINK™ blocks (Figure 2.2).

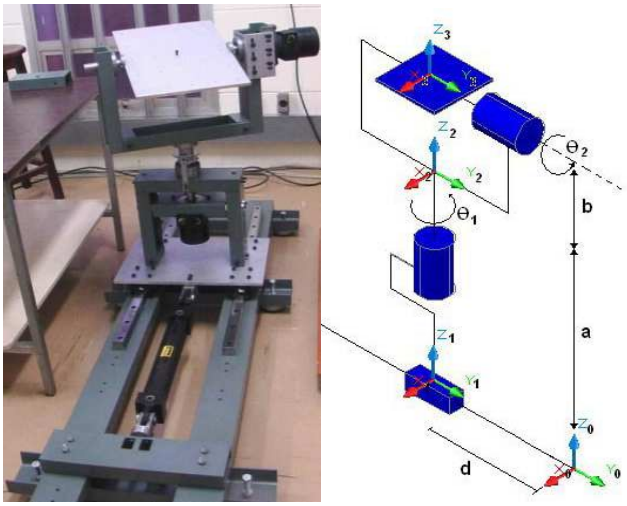


Figure 2.2: 3DOF robot and related motions

The simulator design requires definition and modeling of the three major joints connected to other parts of the manipulator through the gearbox. The main elements are the robotic joints, brushless DC motor drives, and the inertia of the shafts, gears and control blocks. The control system which consists primarily of control loops in cascade (in each axis) is built with Simulink blocks.

Position control of the manipulator can be implemented via feedback control of each isolate requiring that the model of each joint (Rosário and Cassemiro, 2003). In the end, all joints must be coordinated as shown in Figure 2.3 so that the dynamic model of the structure must be set.

The simulator includes a module for generating path providing joints with the trajectories of axes as reference signals for the control parts. Finally, a graphical interface is available by presenting results of joints movements obtained by typical trajectories.

2.1 Control structure including kinematics

For many operations, the operator defines the tasks or trajectories of controller´s reference for a coordinate system that is fixed to the end effector of the robot (in cartesian space) but the desired movements (expressed in angular coordinates) and the laws of control are different coordinate systems requiring the implementation of fast algorithms for the inversion of the kinematic model and generating the reference trajectory in angular coordinates (Figure 2.3).

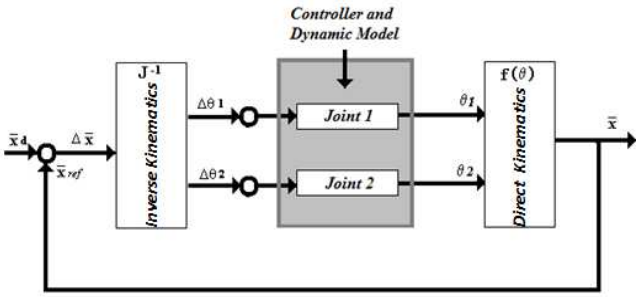


Figure 2.3: Control structure with kinematics

2.2 Dynamic Model

The Mentioned previously, the control of each joint is considered in an independent way with any coupling effect. These effects to take into account and to solve the problem the dynamic trajectory control involves the determination of the inputs so that the drive of each joint motion its links to the position values with required speed. The dynamic model of the robotic joint can be derived through the Euler-Lagrange formulation expressions that the generalized torque (Henriques, 2005). The manipulator dynamic behavior is described by a group of differential equations called dynamic equations of motion. For a 3 DOF rigid manipulator, the equations are:

$$\tau_i(t) = J_i(\theta(t))\,\ddot{\theta}_i(t) + C_i\left(\theta(t), \dot{\theta}(t)\right) + Q_i(\theta(t)) \qquad i = 1,\Lambda\ ,3 \tag{1}$$

where $\tau_i(t)$ is the generalized torque vector, $\theta_i(t)$ the generalized frame vector (joints), $J_i(t)$ the inertial matrix, $C_i\left(\theta, \dot{\theta}\right)$ the non-linear forces (for example centrifugal) matrix, $Q_i(\theta)$ the gravity force matrix.

Combining all this (Figure 2.3) the input references obtained in angular coordinates from the trajectory interpolator are compared with the angular position sensor information of each joint (incremental encoder). The controller makes the corrections taking into account the robot's dynamic model developed above. These corrections are transmitted to the manipulator through the actuator described in the next subsection including a gearbox. These gearboxes are characterized by their ratio, inertia and stiffness and damping of input and output shafts. The gearboxes output shafts are connected to the other parts of the robot structure, which results in the effective torque reflected to each joint. For each three joints, the other links effects are globally considered as a single load inducing to the joint a torque composed of three terms (Equation 1).

2.3 Actuator Model

Each robotic joint commonly includes a DC motor, a gear and an encoder.. The three classical equations are the following considering DC motor:

$$u(t) = L\frac{\mathrm{d}\,i(t)}{\mathrm{d}\,t} + R\,i(t) + K_E\frac{\mathrm{d}\,\theta_m(t)}{\mathrm{d}\,t}$$

$$T_m(t) = J_{eq}\frac{\mathrm{d}^2\,\theta_m(t)}{\mathrm{d}\,t^2} + B_m\frac{\mathrm{d}\,\theta_m(t)}{\mathrm{d}\,t} \qquad (2)$$

$$T_m(t) = K_T\,i(t)$$

where $T_m(t)$ is the motor torque, $\theta_m(t)$ the angular position of the motor, $i(t)$ the motor current, *L* and *R* respectively the inductance, resistance of the motor, J_{eq} the inertia of axis load calculated on the motor side, resulting in the block diagram of Figure 2.4.

A specific library has been elaborated which includes complete axis models with controllers, motor drive, gear boxes and mechanical parts. This library enables easy change of controllers' structures or motor types.

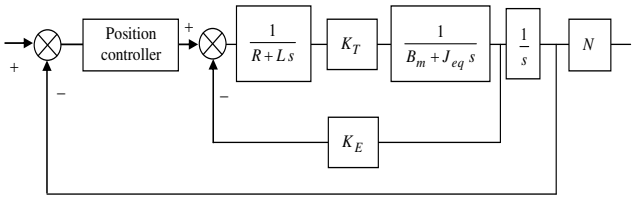


Figure 2.4: Block diagram of the joint axes

2.4 Kinematic Modeling and Testing Program

Given the setting angles of joints of the robot calculating the position and orientation of the end of the handler is called direct kinematics and it is always possible to obtain the solution of direct kinematic problem. In contrast, the inverse kinematic problem solution is somewhat more complex depending on the characteristics of the robot. Furthermore, multiple solutions and singularities of the problem may occur. Figure 2.5 illustrate the relationship between the two cinematic (Sanchez, Rosário, Uribe and Paracêncio, 2008).

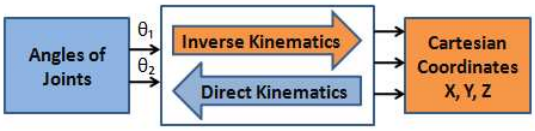


Figure 2.5: Direct kinematic and inverse kinematic of robot manipulators

2.5 Direct Kinematics

Obtaining direct kinematic model can be accomplished using Vectors Local (*VL*) which is considered the position of the center seat to the inertial frame and the end point *P* of the tool relative to the center of the table, θ_1 and θ_2 are rotation angles of two rotational joints (rotation of the base and rotation of the table). In Figure 2.6 are shown a schematic model of the table and an indication of the movements of the joints. The length of the rod revolution will be designated L_h.

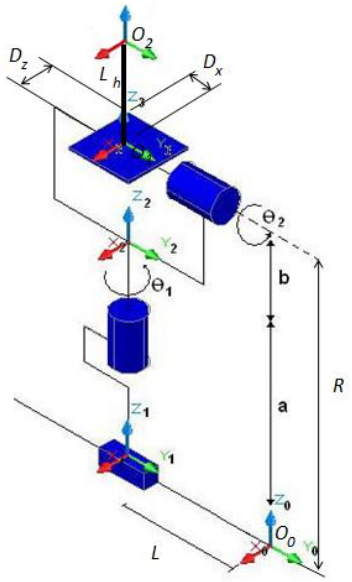


Figure 2.6: Table with 3 DOF

i) Rotation Matrices

$$T_{\theta_1} = \begin{pmatrix} \cos\theta_1 & -sen\theta_1 & 0 \\ sen\theta_1 & \cos\theta_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$, due to rotation around the z-axis (base).

$$T_{\theta_1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_2 & sen\theta_2 \\ 0 & sen\theta_2 & \cos\theta_2 \end{pmatrix}$$, due to rotation around the x-axis (rotation table).

ii) Calculating Vectors Places

$$O_0O_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ R \end{pmatrix} \qquad O_1O_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_h \end{pmatrix}$$

$O_1 = 0_O + T_{\theta 1} \times O_{11}$

$O_2 = 0_1 + T_{\theta 1} \times T_{\theta 2} \times O_{12}$

$$\text{Logo, } O_2 = O_0 + O_1 = \begin{pmatrix} -sen\theta_1 * sen\theta_2 * L_h \\ \cos\theta_1 * sen\theta_2 * L_h \\ \cos\theta_1 * L_h \end{pmatrix}$$

O_0 = positioning the table in relation to the inertial frame.

O_1 = positioning the rod at the center of the table (x, y).

Conversion factor X = Encoder degrees / pulse.

Position in degrees = Number of pulses * conversion factor Encoder.

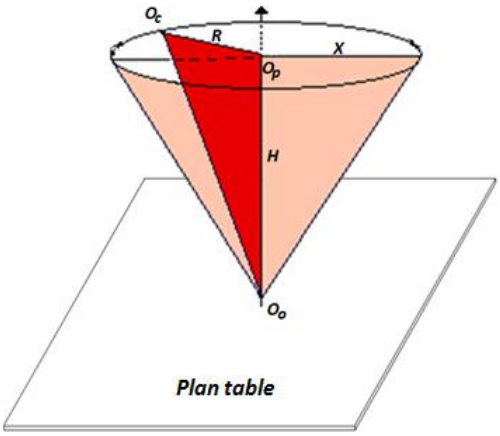
$\theta_1 = \theta_{1init} + \theta_{1lido}$

$\theta_2 = \theta_{2init} + \theta_{2lido}$

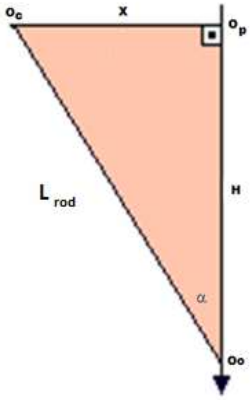
From the definition of fixed-angle positioning or displacement of a profile table (θ_2) is performed to drive a shaft fixed on the table (L_h) from the rotation of the base table (θ_1) describing a cone of revolution (θ_2 different from 0) or a cylinder of revolution (θ_2 equals 0, if the stem be positioned at a distance d from the center of the table).

2.6 Inverse Kinematic

Considering that the rod rotation on the table (Figure 2.7) it held a cone in space. To obtain the inverse kinematic model we consider as input parameters the radius of the cone of rod revolution (cylinder in case of change of the center) of revolution (x), the current position of the table (θ_{1init}), value and direction of travel rod in degrees ($\theta_{1desloc}$) and speed of table´s base. For the description of a cone space, the program will automatically calculate the desired angle to the table ($a = \theta_2$), allowing rotation of the base table from the initial position to the desired final position (θ_{1init} and θ_{1final}), as:



a) Desktop: rod in the center of the table



b) Ligth cone

Figure 2.7: Cone rotation

i - Parameters

X: Radius of the circle of revolution.

L_h: Stem length sets the base table.

$\theta_{1desloc}$: Desired offset from the base of the table in degrees.

θ_{1init} : initial position.

ii - Equations Model

- **Case 1: Cone Rod Space Center Rotation Table:**

$$\theta_2 = ATAN2\left(\frac{x}{\sqrt{L_h^2 - x^2}}\right)$$

$\theta_{1final} = \theta_{1init} + \theta_{1desloc}$

- ***Case 2: Cone Rod Displaced Space Center Rotation Table:***

X: Radius of the circle of revolution (distance from the shank to the center of rotation of the table).

X_o: Distance from the stem to the center of revolution of the table.

L_h: Stem length sets the base table.

$\theta_{1desloc}$: Desired offset from the base of the table in degrees.

$$\theta_2 = ATAN2\left(\frac{x}{\sqrt{L_h^2 - x^2}}\right)$$

$\theta_{1final} = \theta_{1init} + \theta_{1desloc}$

- ***Case 3: Cylinder Rod Revolution Displaced Center of Rotation of the Table***

X: Radius of the circle of revolution (distance from the shank to the center of rotation of the table).

L_h: Stem length sets the base table.

$\theta_{1desloc}$: Desired offset from the base of the table in degrees.

$\theta_2 = 0$

$\theta_{1final} = \theta_{1init} + \theta_{1desloc}$

 ISSN 1679-8902

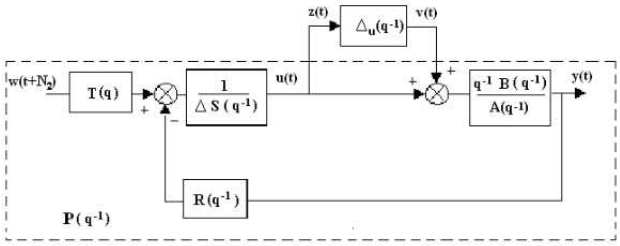


Figure 2.8: Direct multiplicative system

The stability limit is given by small gain theorem where the robustification to uncertainties is maximized by H_∞ norm minimization.

3 VIRTUAL SIMULATOR - MatLab/ Simulink

The control system which consists of cascade control loop for each axis was built in Simulink™ blocks. The set of control loops for position, velocity and torque can be part of the model of the drive system and control of a robotic joint. Position control of the handler can be implemented via feedback to each joint alone requiring the model of each joint. Finally, all joints must be coordinated for the dynamic model of the structure must be set (Figure 2.4).

In the problem study was implemented only position control loop coupled to the complete model of a robotic joint using open architecture so as to be easily implemented different control strategies for subsequent simulation, analysis and comparison of performance (Paracêncio, Rosário, Hermini and Sanchez, 2008).

Other elements of mechatronic systems (including possible external load) are represented by non-linear models, one for each engine. The simulator also includes a module for generating trajectories giving together with the trajectories of the axes as reference signals to the controller. And a graphical interface is available showing the results of the motions obtained from simple trajectory (Figure 3.1).

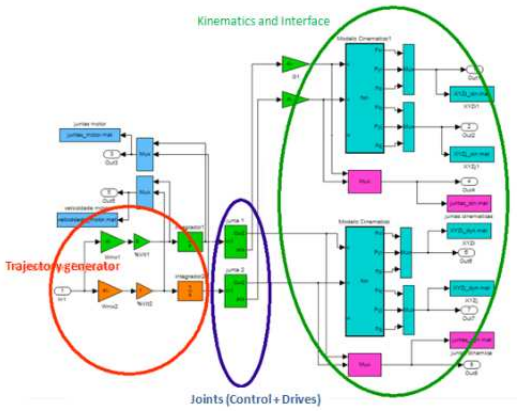


Figure 3.1: Simulator of a table of 2 DOF using Simulink™ environment

3.1 Module Generation of Trajectories

The trajectory generation module was implemented in MatLab™ with the objective of generating reference signals for each joint (velocity profile) based on kinematic characteristics of them. Allows an integrator to obtain the reference position of each joint. Figure 3.2 shows a profile path to be followed by each joint, with the acceleration, constant speed and braking at an interval of 10 seconds. The times of acceleration and braking were chosen based on the dynamic characteristics of the system (mechanical time constant). The trajectory generation module can be implemented by inverse kinematics from the kinematic model of the structure to be controlled using the inverse *Jacobian*, as presented earlier.

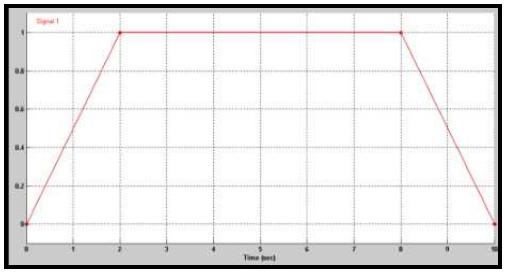


Figure 3.2: Reference signal for each board position

 ISSN 1679-8902

3.2 Drive Module

The drive module (Figure 3.3) presents the components for the electrical and mechanical drive system model and also the position controller.

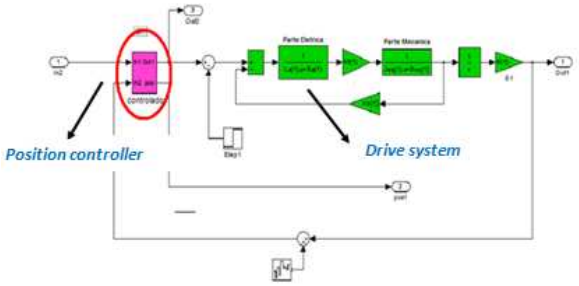


Figure 3.3: Loop position control of joint

3.3 Kinematic Module

The kinematic model of the mechatronic system was implemented using S-function features within the Matlab™ environment integrated with Simulink™ blocks (Figure 3.4).

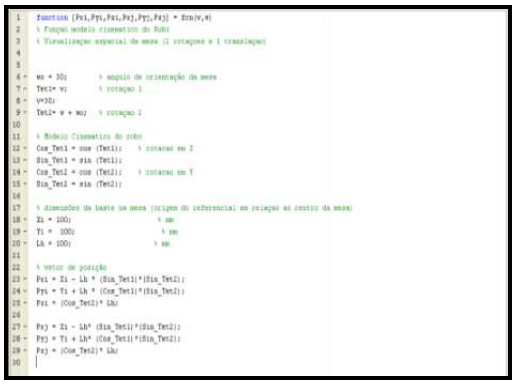


Figure 3.4: Function *S-function* – Implemented in *Matlab*™ blocks *Simulink*™

3.4 Graphic interface

The simulator implemented in Simulink™ allows visualization of temporal outputs and inputs of the system. To better understand and analyze the spatial behavior of the system becomes essential to implement a graphic simulator of spatial motions that is described below.

After the simulations in the time domain through the simulator implemented in Simulink™ are obtained corresponding temporal data files all the variables (angular and cartesian, speed, power, control signal) that after treatment appropriate it is possible to verify important results available in the menu of Figure 3.5.

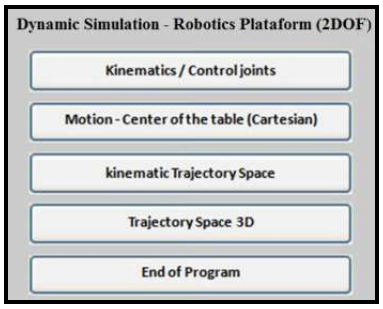


Figure 3.5: *Menu* - Robotic simulation with 2 DOF

A rod was inserted *100mm* in length (between points *A* and *B* of Figure 3.6) centered at the bottom of the table and tilted at an angle *30* degrees to enable the visualization of motions in relation to the cartesian coordinates of the joints . In order to better visualize the behavior of the system, the simulations presented show the rod rotating around the *Z* axis, in other words, moving only by the actuator 2. As the rod is in the center of the table position (*0*, *0*, *0*), the projected figure is a cone. Moving the rod to another position (P_x, P_y, *0*) and to move the junta appears to be a cylinder.

 ISSN 1679-8902

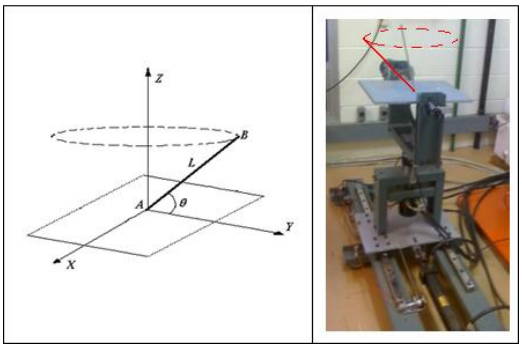


Figure 3.6: Rod placed on the table for visualization on motions during the simulations

In Figure 3.7, shows the positioning system of rotational joints where:

- the joint 1: puts the angles to drive and displays the graph of velocity and position;

- the joint 2:

a) Module 1: place the value of the angle of inclination of the table and is automatically calculated the radius of the rod.

b) Module 2: place the value of the radius rod and is automatically calculated by the slope of the table.

- has yet to enter the field full speed and time.

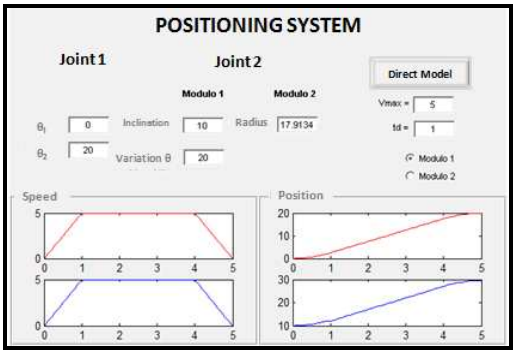


Figure 3.7: Positioning system

Therefore, we introduce some results for these simulation conditions:

i – Engine Speed:

Can you check the motion of every joint separately or together the three together and the speed of each joint is the chosen input parameter in the simulator (Figure 3.8).

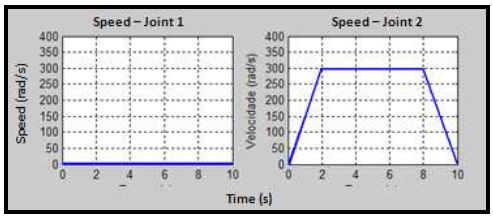


Figure 3.8: Velocity profile of the Joints - only driven actuator 2

ii – Engine Displacement:

Figures 3.9 and 3.10 has been motion considering the kinematic and dynamic displacement of the joints.

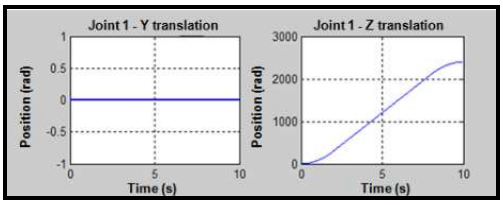


Figure 3.9: Kinematic motion - only driven joint 2

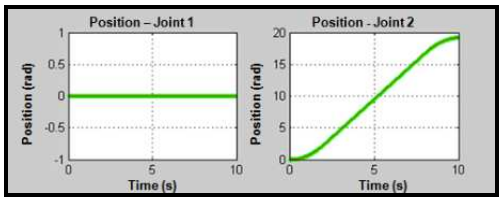


Figure 3.10: Dynamic motion - only driven joint 2

iii - Control Signal

The control signal can be viewed as the Figure 3.11.

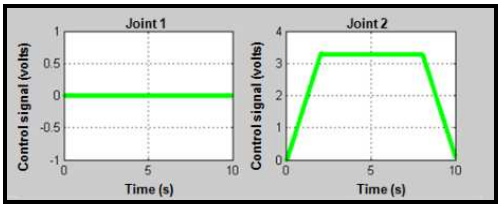


Figure 3.11: Signal control

iv - Motion – Central of the Table

The motion of the table´s center with respect to the probe placed on it. The idea is to show through the spatial visualization of the position presented by the rod at each instant of time (range 10 seconds) (Figure 3.12).

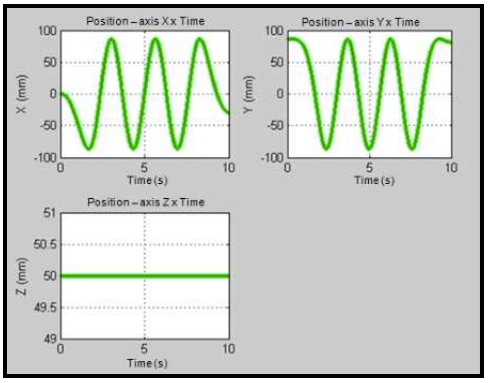


Figure 3.12: Motion of central table - - only driven actuator 2

v - Kinematic Trajectory Space

The Figure 3.13 represents the spatial motion of the table from the rod connected to the axes x, y and z.

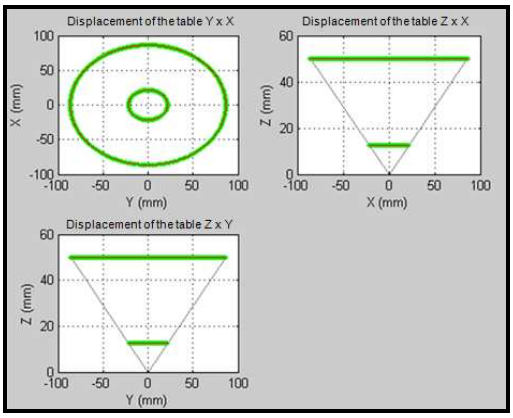


Figure 3.13: Vista axes X, Y and Z of the bureau in motion - Motion space rod

vi - Trajectory Space 3D

The Figure 3.14 shows the spatial motion of the rod, allowing to check possible errors and disturbances of displacement in cartesian space.

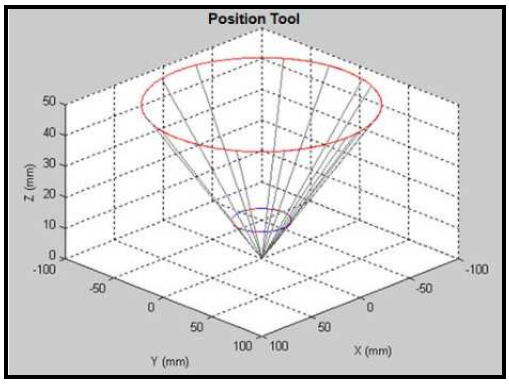


Figure 3.14: Stem position Space - Operation of only two actuator

4 Description of the Cell Robotics Study

In the laboratory of Integrated Automation and Robotics - FEM-UNICAMP unable to observe this condition in cooperative virtual programming the system illustrated in Figure 4.1. So it was implemented an integrated machining cell that consisting of two robots ABB: IRB1400 with load capacity of

5 Kgf; IRB140 with load capacity of *5 Kgf* and a 3 DOF mechatronic device (Figure 4.1).

For implementation of off-line programming were considered the 3 DOF mechatronic devices as external axes robots ABB IRB 140 and IRB 1400. This is possible in the real robot allowing adjustments and integration of external axes and devices to be controlled by the control unit of the robot.

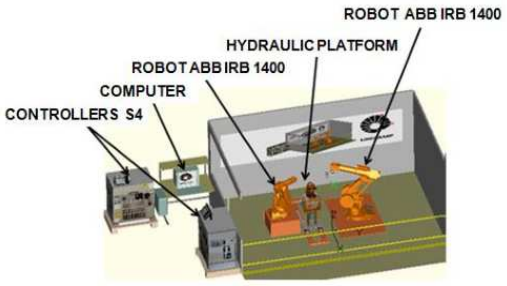


Figure 4.1: Automated virtual cell cooperative to be implemented in the FEM-UNICAMP

For validation of the robotic platform used for virtual operation was implemented a system of supervision and control developed in LabVIEW™ environment representing a task of implementation of complex generic work in the five faces of a cube using the 3 DOF hydraulic platform described in a previous working cooperatively with two industrial robots from ABB (IRB 140 and IRB 1400) and the study of activation and control of 3 DOF platform with drive and control interface were implemented in LabVIEW™ environment from the movement of a rod ready on the table.

In Figure 4.2a contains a piece on the table to be worked out cooperatively by two industrial robots where the piece will be positioned by mechatronic device to then be worked by industrial robots (case 1). Already in Figure 4.2b presents a rod placed under the table kinematic model validation, interface and drive control of the mechatronic device described in the previous section.

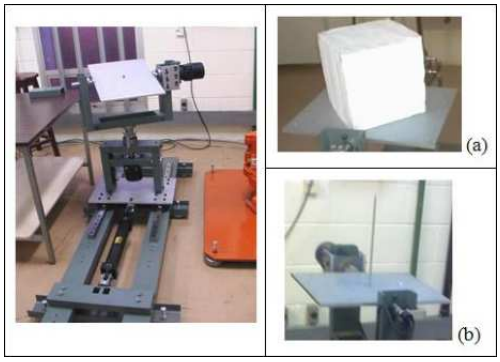


Figure 4.2: Platform positioning – LAR

4.1 Case 1: Collaborative System in Automation

4.1.2 Validation Environment

A complex infrastructure for experimental work in robotics is not always possible to be implemented because of high costs involved. The search for appropriate solutions is constant with the use of mathematical models capable of representing part of a real system without losing its generality to experimentally validate new control structures.

The group implemented a structured environment for cooperative work involving the integration between two robots ABB and 3 DOF for positioning platform, featuring a modular, hierarchical and open, can easily be used for integration of various mechatronic devices. The Figure 4.3 shows the structure of the task execution using a generic job indexed table and two industrial robots from ABB (IRB 140 and IRB 1400). And Figure 4.4 presents some validation tests.

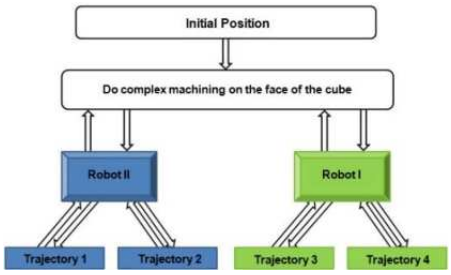


Figure 4.3: Structuring tasks

The interface can be finding at the following address http:// 143.106.9.151. The Figure 4.4 presents images of operative cooperative tasks performed.

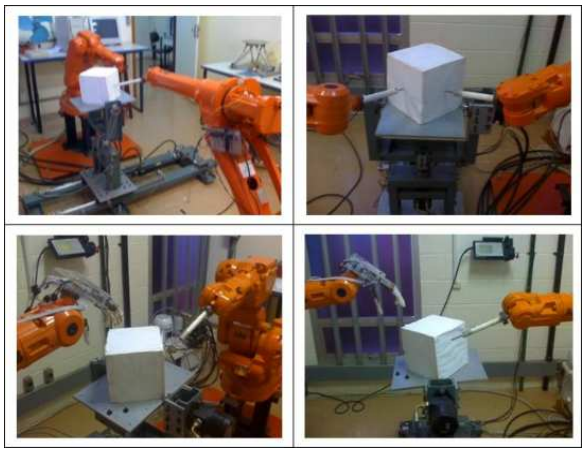


Figure 4.4: Integrated work cell – LAR

4.2 Collaborative Environments for Teaching and Research based on the WEB

Internet is revolutionizing science, industry and society through evolution of Information Technologies and Telecommunications. Thus, use of educational environments with computational resources allows greater access to new knowledge more quickly, leading to social impacts and new areas of research and development (Henriques, 2005).

The use of learning platforms or environments should provide information for the learner to evolve at their own rhythm and flexibility (Traylot, Heer and Fiez, 2003). These environments should promote the integration of knowledge, innovation and experience to solve small problems to motivate and improve the visualization of the continuity of learning. Aiming to use these aspects of virtual laboratories and Internet become allies in the learning process (Figure 4.5 illustrates the relationships shown) (López, Romeo and Guerrero, 2009).

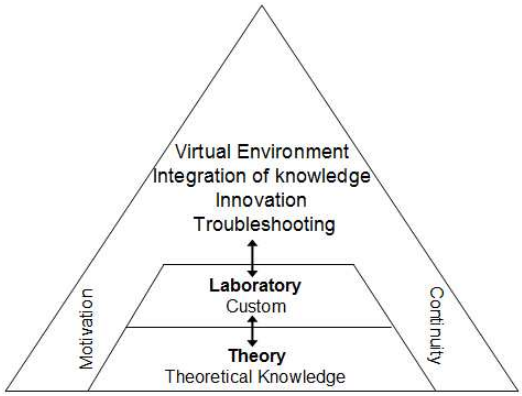


Figure 4.5: Environment for teaching and research virtual aspects

4.2.1 Screens Environment Implemented in LabVIEW™

The Figures 4.6, 4.7 and 4.8 show the screens implemented in LabVIEW™ of cooperative tasks performed.



Figure 4.6: HTML page proposal - Control panel implemented in LabVIEW™

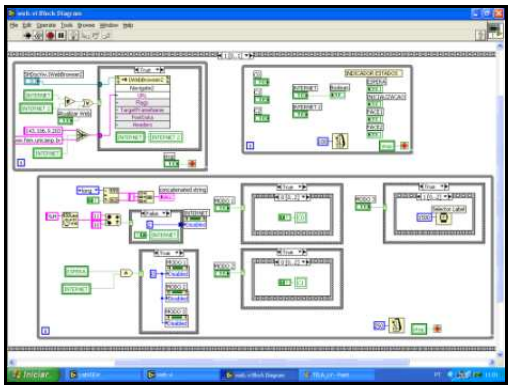


Figure 4.7: Screen block diagram implemented in *LabVIEW*™

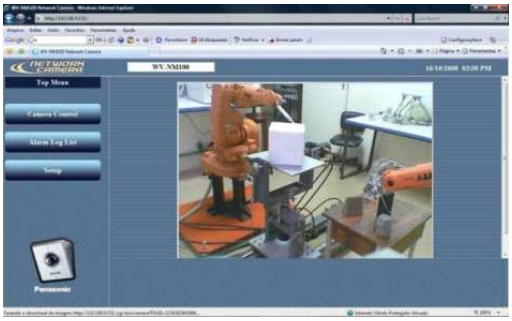


Figure 4.8: Screen display of CCD camera with fixed IP WEB CAM

4.3 Case 2: Implementation of Supervision and Control System Platform 3 DOF

Implementation of a simulator using building blocks, providing a modular, hierarchical and open, can easily be used for the simulations of various mechatronic devices.

Figure 4.9 show schematically the simulator implemented. This simulator consists of the following modules:

- Generation of reference trajectory signal joints;
- direct and inverse kinematic model;
- Drive and control;
- Graphical interface to allow viewing of the results obtained by the movement trajectories of references.

From subsection 4.3.5 will be presented at startup screens, positioning, orientation, calibration and control.

In the Laboratory of Integrated Automation and Robotics Faculty of Mechanical Engineering, UNICAMP, has implemented a platform for positioning with three degrees of freedom (robot PRR) to work cooperatively with two industrial robots (IRB 140 and IRB 1400 ABB™) with the objective to enable the cooperative work of robot manipulators in conventional machining operations

and welding of complex mechanical devices that need more degrees of freedom to carry out complex paths (Figure 4.9).

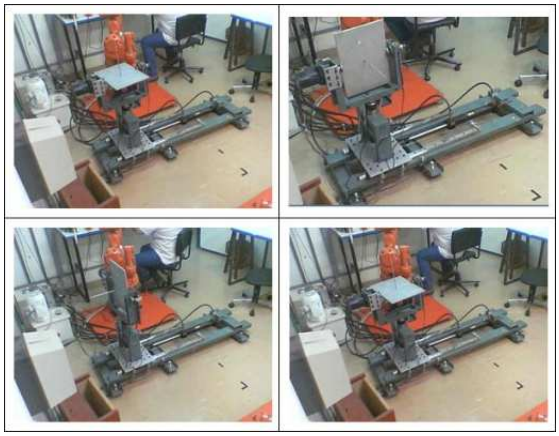


Figure 4.9: Integrated manufacturing cell – LAR

The following subsections will attempt to present a description of the software implemented in LabVIEW™ to drive and control of the three hydraulic actuators to drive a platform capable of positioning and orientation of a base of a table with two degrees of freedom.

4.3.1 Description of Operative Party

This platform consists of hydraulic actuators with positioning sensors. The first degree of freedom has a positioning cylinder for linear movement of the base in a particular direction (translational motion), inductive sensors final course and central positioning of the table. Two degrees of freedom are responsible for spatial orientation (robot RR) by angular motion of rotation hydraulic motors (rotation) consists of rotation sensors (incremental encoders). At the base of this table provided for the placement of a calibration rod with dimensions (length) will be available as variable parameter of the startup screen.

The software LabVIEW™ can be used for control and supervision. Control of robotic joints is accomplished through an interface D/A that drives the motors of the joints. A program of supervision and control in the computer is

responsible for management and control of information from sensors and actuators of the system.

A display interface has been implemented in Windows environment and in this environment were developed supervisory screens that collect information from sensors of treatment programs, mathematical (kinematic modeling of the table) information system (speed controller parameters, number of points of the trajectory, etc..) initialization and automated calibration.

The interface of data acquisition used was the PCI 9112 from ADLINK Technology. This interface receives information from the encoders and the pot to determine the current position of the constituents together at the table. This information is compared with the reference values and after this interface is calculated using control algorithm send information to the controller output (position, velocity) drives to each degree of freedom of the table (Figure 4.10).

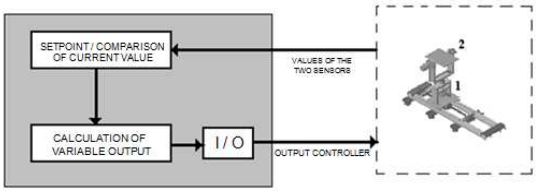


Figure 4.10: Outline of the controlled system

All references values are calculated in real time through a database, the same inverse kinematics with high nonlinearities. Other types of sensors can be included on the bench or simply through VI (Virtual Interface) software LabVIEW™.

4.3.2 System Supervision and Control

The system of supervision and control was implemented in LabVIEW™ language, often used industrially, in the design of devices related areas of measurement and control can use it to create custom applications that run on platforms NI (National Instruments) with I/O Reconfigurable based FPGAs. Together, LabVIEW™ FPGA and NI hardware for I/O Reconfigurable allow the

creation of a flexible platform for developing sophisticated systems that were previously only possible with hardware designed so dedicated.

4.3.3 Description of Operating System

For implementation of the System of Supervision and Control of Hydraulic Platform was used to communication the interface PCI-9112 16-CH 12-Bit 110 kS/s Multi-Function DAQ Card/ Low-Profile National Instrumentation™ DAQ Card (Figure 4.13), consisting a module with eight analog inputs (A/D) to reading two encoders incremental rotational movement of the joints, a module of eight analog outputs (D/A) for powering the rotary cylinders and forward and reverse cylinder linear motion, a module of eight inputs and eight digital outputs to the sensors reading cylinder linear position sensors and final stroke, and pressing of keys (for example, keys, start and end of operation) and drive.



Figure 4.11: Communication Interface PCI-9112 16-CH 12-Bit 110 kS/s Multi-Function DAQ Card/ Low-Profile DAQ Card of NI Instrumentation

4.3.4 Control Interface

The user interface was developed using the LabVIEW™ software compatible with this interface that is enable to monitore and control of information two models: learning and reading the data file, thus, learning and recording of trajectories from kinematic modeling platform. And tool trajectories for industrial robots used terminal, storing information, read the position sensors (incremental encoders) via interface A/D and driving the hydraulic linear actuator for positioning the platform (forward and backward) and actuators Hydraulic rotating through the digital output interface after treatment of PID controller for each joint and digital input interface are responsible for acquiring information from external sensors (for example, keys, start and end of operation).

Thus, the entire management of this information is performed by a computer program of supervision and control resident on a PC where it was implemented an interface for viewing from the development of monitoring screens of information from sensors (end of course, security, keys logics, etc…), treatment programs and mathematical (kinematic modeling of the device), information about the status of the system (percentage of speed, the PID parameters, number of points of the trajectory, etc...) startup and automated calibration.

4.4 Implemented Screens

4.4.1 Startup Screen

The startup screen of the program allows the application to computational work in manual mode (controlled through dedicated buttons (calibration and control) on the control panel) or so computer through menus triggered off mouse (Figure 4.12). Four procedures are available to you: Calibration, Learning (Manual), Generate File and Control.

Upon initial implementation, the system is automatically driven to the calibration mode platform, which performs the procedure of reading and storing information from the position sensors for each of the actuators (encoders).

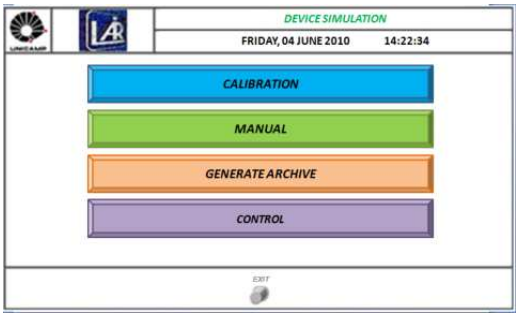
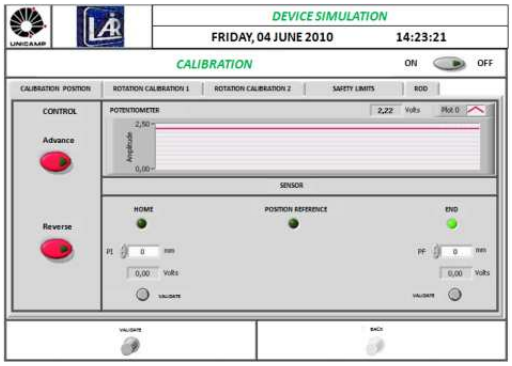


Figure 4.12: Screen primary program

4.4.2. Calibration Mode

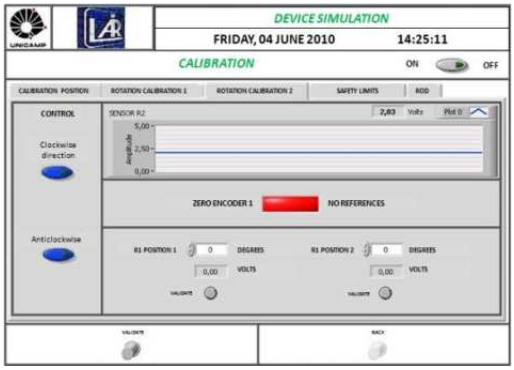
This mode allows the calibration and should always be used at startup and in case of checking user-positioning. The main screen consists of two buttons located on the left side of the screen calibration and make a display starting position responsible for information relating to position sensors for each joint (pot and encoders) indicating the position linear (translational motion) and angle (referring to the two rotational motions of the table). The Figure 4.13 shows this screen.



a) Calibration position linear actuator



b) Calibration position actuator 2



c) Calibration position actuator 3

Figure 4.13: Screenshots calibration

Other indicator lights show the user the zero position of the encoders (rotary motion) sensors and final course in the case of linear motion of the base platform. The parameters of sensors calibration and size of rod calibration ready at one point referenced (*x, y*) of the table (in this case, by default, $x = 0$, $y = 0$ and $L_{haste} = 0{,}20m$) shall be entered by the user and can no longer be modified after the calibration phase. Two buttons located on the bottom of the screen allow you to record these positions and get out of returning to the main menu screen shown above.

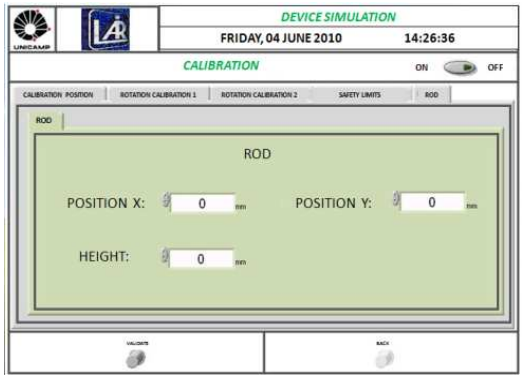


Figure 4.14: Screen calibration rod

Each step of the calibration procedure is performed by the user with interactive screens to allow the motion of actuators, sensors monitoring the positioning and initialization routine (zero). Figure 4.15 shows typical messages menu calibration.



Figure 4.15: Messages typical calibration menu

By completing the entire calibration process for each degree of freedom and validate them, automatically generates a screen as in Figure 4.16, with:

- limits placement of each joint;

- the value of the current position of each joint;

- power button / shutdown;

- buttons for activating the linear actuator back and forth for position;

- buttons to drive the rotary actuators clockwise and counterclockwise to the orientation.

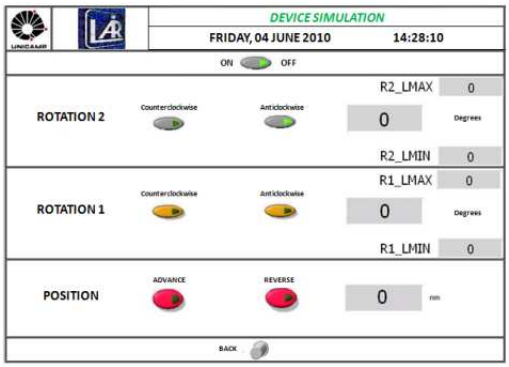


Figure 4.16: Validation of the generated screen after calibration

4.5 Generation File

4.5 Learning Mode

After startup of the platform (position of linear actuator to move the table until the center position sensor and calibration of positioning sensors for angular orientation of the table operations menu described above) the user can enter the learning mode. On this screen the user can perform motions in joint mode (rotations of the two degrees of freedom of the table) or in Cartesian over the end of the rod calibration (in this mode the program uses the kinematic model of the table considering the size and positioning of stem from the center of the rotary table). This mode allows you to make the generation of files rotational motions of the table from the motion of learning.

Angular mode (Figure 4.17a), the user performs the motions of each joint angle interpolation and storing for subsequent generation of motions in automatic mode. The position of the terminal stem in Cartesian coordinates is displayed on the screen. Cartesian mode (or position) shown in Figure 4.17b the user moves the table performing Cartesian motions in relation to the termination of the tool used (in this case the rod calibration) is shown on the screen the respective angular positions corresponding to the motion.

Tilt Mode:

Joint 1: rotation (degrees)

Joint 2: angle (degrees)

- Variation of displacement (degrees)

- Shows the Radius value for this slope

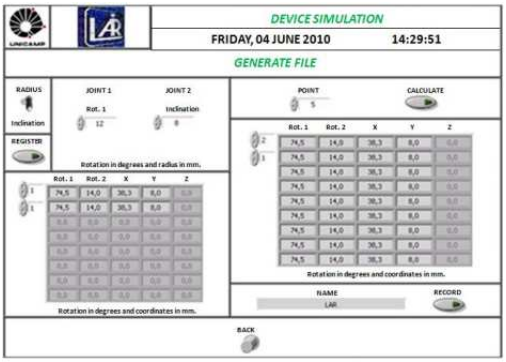
Mode Radius:

Joint 1: rotation (degrees)

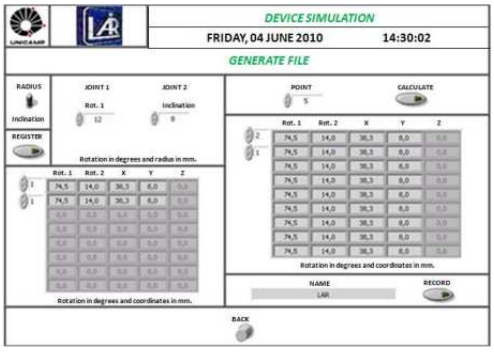
Joint 2: radius (mm)

- Variation of displacement (degrees)

- Display the value of slope (degree)



a) Mode of motion joints



b) Cartesian mode - positioning rod

Figure 4.17: Screen operation-generated files trajectories

4.5.1 Motion from standard file EXCEL™

From the file generated in EXCEL™ representing the motion of joints was implemented using LabVIEW™ software module to allow:

i) From the kinematic model presented in section 2 and 3 to convert these motions into reference signals (expressed in volts) to be compared with the position sensors (potentiometer of precision) to be sent to a PID position controller that provides signals command to the hydraulic actuators corresponding to the two degrees of freedom of rotation of the device.

ii) Implementation of Supervision and Control Software and Hardware Drive and Control in LabVIEW™ environment that will allow the automatic generation of motions together.

4.5.2 Mode Control

The mode control allows you to read a file motions generated menu file generation made before or after reading a typical file waveform generated in Excel™ presented earlier, that by a factor of scale will reduce the number of points in the reading file. The Figure 4.18 shows examples of typical screens of this module.



Figure 4.18: Typical screen control module

4.5.3 Screen Control (automatic mode)

The screen control in automatic mode (Figure 4.19) consists of basic modules for control, status of the program, graphic display of position sensors (encoders and inductive sensors for positioning the platform) and adjust the parameters of the position controller (PID).

At the same time the display consists of a button enabling the program to generate motions for the actuation of hydraulic valves and interrupt (with signage on display).



Figure 4.19: Screen control mode (auto)

4.5.4 Status Display

The status screen shows the different step of trajectory is shown the step number and value of current reference to be sent to the controller for comparison with the encoder and the percentage of evolution of the trajectory (Figure 4.20).

 ISSN 1679-8902

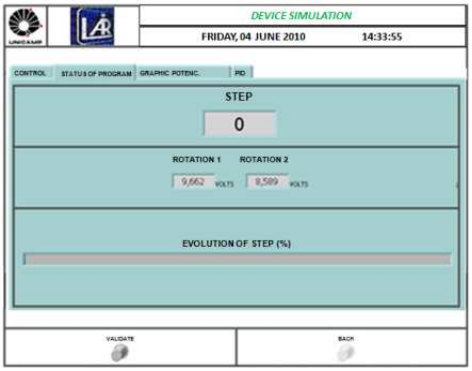


Figure 4.20: Typical screens of status evolution of trajectory

4.5.5 Screen Monitoring

The monitoring screen allows the monitoring time in the values relating to the joint position sensors (encoders) as shown in Figure 4.21.

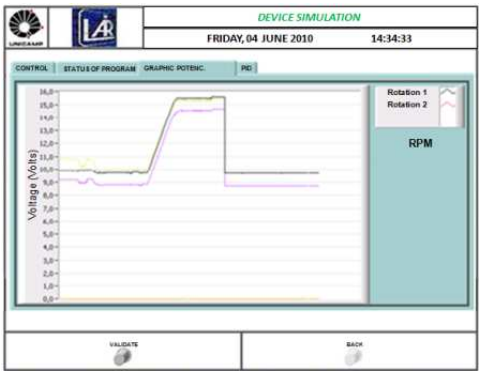


Figure 4.21: Screen sensors monitoring of joints (voltage x time)

4.5.6 Screen Adjustment Parameters of PID Position Controller

This screen allows adjustment of parameters of the PID (Proportional, Integral and Derivative) and choose the percentage of maximum error (Figure 4.22).

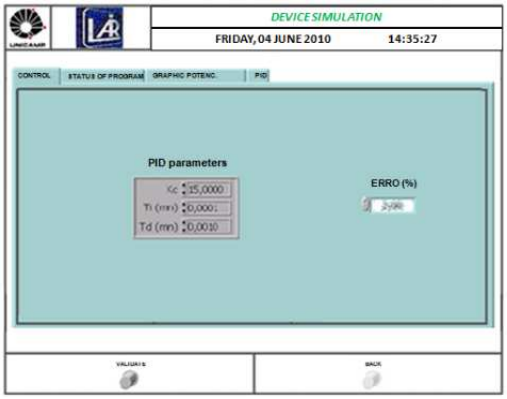
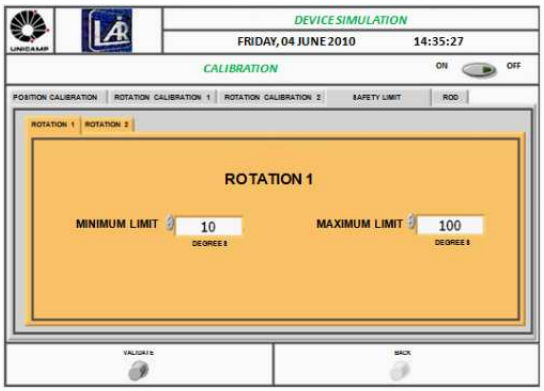


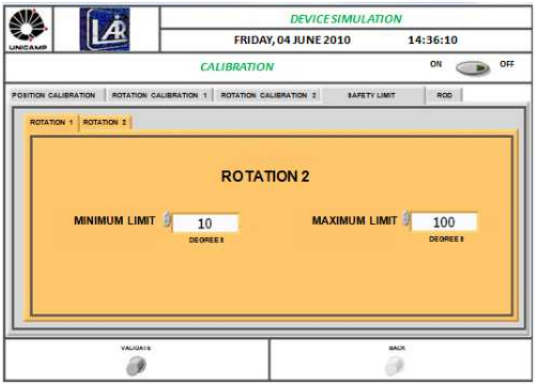
Figure 4.22: Screen adjustment parameters of PID controller

4.5.7 Safe Mode

In the implementation of the final program in LabVIEW™ were covered aspects related to safe use of the device. The aspects considered were setting limits on software and limits of travel of each rotary joint (information provided during the calibration phase) and final year of the base (information provided by inductive sensors arranged in the base). This protection consists basically in stopping the program (shut down the system drive) and alarm message on the screen to the user as shown in Figure 4.23.



a) Limits of safety rotary actuator 1



b) Limits of safety rotary actuator 2

Figure 4.23: Screen alarm operation mode (security)

4.5.8 Generation File Database

After loading the files a database consisting of information of operation of the file is automatically generated (Figure 4.24).



Figure 4.24: Database Files (Drive)

5 CONCLUSION

As a solution to integrate and implement a program executes the instructions programmed by a simple logic of communication. This solution does not meet generally a few types of cases, especially in activities that require

quick responses in relation to motions of the robotic arms as well as the synchrony of motion.

To validate this research were implemented two studies:

a) Platform WEB collaborative automation: integration of two industrial robots with 3 DOF robotic devices to perform collaborative tasks through automated WEB;

b) Implementation of System of Supervision and Control of a robotic device with 3 DOF with emphasis on kinematic modeling and motion control.

REFERENCES

Aihara, C. K., Cosso, S. G., Saramago, M. A. P. e Rosário, J. M.: "Desenvolvimento de Aplicativos para Monitoramento de Variáveis de Controle de Processos Industriais", In: Aplicon, EEUSP São Carlos, Julho 2001.

David, S., Rosário, J. M.: "Modeling, Simulation and Control of Flexible Robots", CONTROLO'98, pp. 532-539, Coimbra, Portugal, 1998.

Henriques, R., V., B.: "Desenvolvimento de Metodologia para Planejamento de Trajetórias de Soldagem Robotizada", Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, Tese de Doutorado, 2005.

López, G., Romeo, A. and Guerrero, J.: "Simulation Tools for Active Learning in Robot Control and Programming", 20th EAEEIE Annual Conference: Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Valencia. Spain, 2009.

Morcelli, J. C. M.: "Simulador Seqüencial de sistemas de Filas", Disponível em: http://www.inf.pucpcaldas.br/~morselli/, Acessado em Agosto de 2007.

Paracêncio, L. G. de Mello., Doctor Thesis, Department of Mechanical Design, FEM, UNICAMP, 2009.

Paracêncio, L. G. M., Rosário, J. M., Hermini, H. A., Sanchez, O. F. A., "Collaborative Mechatronical Platform for Integrated Robotics Environment", International Workshop ROBOCONTROL´08, 2008, Bauru - SP.

Oliveira, E.: "Prototipagem Rápida em Sistemas Mecatrônicos Baseada em Instrumentação Virtual", Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2008, 271p., Tese (Mestrado).

Rosário, J. M., Cassemiro, E. R.: "Modelling and Control of Anthropomorphic Gripper in Industrial Robot", Proc. IEEE 12th International Conference on Advanced Robotics, Coimbra, Portugal, 2003.

Rojas, J. H. C.: "Metodologia de Modelagem, Simulação e Programação *off-line* de Robôs e Mecanismos Mecatrônicos Integrados e Direcionados a Células de Manufaturas Flexíveis", Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004, 168p. Tese (Doutorado).

Rosário, J. M., Oliveira C. and Sá C.E.A.: "Proposal Methodology for the Modeling and Control of Manipulators", International Journal of the Brazilian Society of Mechanical Engineering, Vol. XXIV - nº. 3, Julho 2002.

Sanchez, O. F. A., Rosário, J. M., Uribe, A. J., Paracêncio, L. G. M.,: "Estratégia de Controle para Mão Mecânica Baseado em Informação de Forma: Experiências com Mão Mecatrônica MUC-1", International Workshop ROBOCONTROL´08, 2008, Bauru - SP.

Traylot, R. L., Heer, D. and Fiez T.S.: "Using an Integrated Platform for Learning™ to Reinvent Engineering Education", In: IEEE Transactions on Education, Vol. 46, nº. 4, p. 409-419, November 2003.

A UTILIZAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO CONTRIBUIÇÃO PARA A REDUÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

The use of Reverse Logistics as contribution to the reduction of residue from plastic packaging

CHEREGATI, Dayane Cristina
Faculdade de Jaguariúna

DARÓS, Francine Santos
Faculdade de Jaguariúna

FERREIRA, Leonardo
Faculdade de Jaguariúna

Resumo: o presente artigo aborda a importância da Logística Reversa, apresentando suas características e demonstrando-a como uma forma para a redução de resíduos, tendo como foco as embalagens plásticas. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os temas envolvidos levantando seus aspectos e relacionando o que diversos autores elaboraram sobre o mesmo tema, dos quais vários artigos científicos foram verificados. Os dados foram analisados qualitativamente obtendo como resultados fatores como a maior conscientização ambiental, a opção de utilização de embalagens retornáveis, a importância da reciclagem após o pós-consumo e parcerias entre clientes e fornecedores para o bom funcionamento da Logística Reversa.

Palavras-chave: Logística Reversa, Resíduos e Embalagens Plásticas.

Abstract: the present article discusses the importance of Reverse Logistics, presenting their characteristics and demonstrating it as a way for residue reduction, focusing on the plastic packaging. It was performed a literature research on the themes involved by raising its aspects and correlating what various authors have elaborated about the same subject, of which several scientific articles were verified. Data were analyzed qualitatively obtaining as results factors such as the greater environmental awareness, the option of using returnable containers, the importance of recycling after the post-

consumption and partnerships between customers and suppliers to the good functioning of Reverse Logistics.

Keywords: Reverse Logistics, Residue, Plastic Packaging.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, um fator importante e que deve ser considerado é o destino apropriado dos produtos e embalagens depois de utilizados. No Brasil, em agosto de 2010 foi sancionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, 2010), que possui alguns critérios para a tratativa dos resíduos gerados tanto no processamento, quanto no final de vida útil dos produtos (que é o foco do presente trabalho).

Os conceitos de logística reversa, que começaram a aparecer nos anos 80 e se aprimoraram a partir dos anos 90 (CHAVES e BATALHA, 2006), encaixam-se nesse contexto, pois têm como premissa a coleta dos produtos utilizados do ponto de consumo até o ponto de origem, onde os mesmos deverão ser reutilizados, reciclados ou descartados de forma ecologicamente adequada. Essa atividade, além de ser apropriada a questões ambientais, pode como citam Chaves e Batalha (2006), propiciar vantagens competitivas às empresas como: redução de custos, diferenciação da imagem corporativa, razões competitivas (diferenciação dos correntes) e restrições ambientais (reduzindo os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos).

Leite (2003) aponta que devido ao aumento da descartabilidade dos produtos após o seu primeiro uso e a falta de canais reversos, existe um desequilíbrio entre o que é descartado e reaproveitado, ocasionando um grande número de produtos de pós-consumo.

Com o desenvolvimento de embalagens que possam ser reutilizadas, no lugar das descartáveis (*one-way*), é possível reduzir a quantidade de resíduos emitidos no meio ambiente. O investimento inicial de um processo de troca, pode ser recompensado pela redução de custos a longo e médio prazo e o

gerenciamento correto da logística reversa. Também é importante que para as embalagens as quais não possam ser mais reutilizadas por algum tipo de avaria, sejam criadas formas de reciclagem, voltando então ao fluxo produtivo (o seu ou para ser usado em outras finalidades).

Daher et al (2006) citam que é uma questão de tempo até que as empresas realmente se conscientizem da importância da Logística Reversa e, as que se atentarem a isso com maior rapidez, terão vantagens competitivas sobre as outras que demorarem para se adequar, como custos e atendimento as necessidades do consumidor por exemplo.

O tema desse trabalho foi escolhido por possibilitar essa redução de resíduos e, consequentemente, proporcionar ganhos ambientais e econômicos para as organizações. Tem por objetivo identificar como a Logística Reversa pode contribuir para isso, tendo como foco o uso de embalagens retornáveis plásticas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Logística Reversa

Em vários países existem regulamentações que focam a responsabilidade dos produtores em relação à destinação correta de seus bens após o uso. Na União Europeia, por exemplo, foi aplicado o conceito de poluidor pagador, como forma de reduzir os resíduos gerados por empresas produtoras (GONÇALVES-DIAS, 2006 apud KAZAZIAN, 2005; WILLIAMSON, 2000); e a Alemanha possui restrições legais para impedir que as embalagens sejam descartadas no meio ambiente (LACERDA, 2002). No Brasil, já existiam legislações para determinados estados, mas foi no ano de 2010 que a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi sancionada. Nesse contexto, a Logística Reversa torna-se uma importante ferramenta para os produtores conseguirem realizar o retorno dos materiais após o uso à suas respectivas cadeias.

Segundo Leite (2003) Logística Reversa é a área responsável por planejar, operar e controlar todas as informações relacionadas ao retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios, por meio de canais de distribuição reversos. Nesse processo se agrega valor de natureza econômica, ecológica, legal, logística, de imagem corporativa, entre outros.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, 2010, p.2) também possui uma definição para Logística Reversa:

> XII – logística reversa: um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A Logística Reversa pode ser classificada em duas áreas de atuação: a de pós-venda e de pós-consumo. A logística reversa de pós-venda é relacionada aos materiais que retornam a sua cadeia com pouco ou sem uso, devido a vários motivos como: devoluções por problemas comerciais, de transporte e produtos defeituosos (LEITE, 2003). Martins e Silva (2006) citam que a legislação brasileira prevê ao consumidor a possibilidade de troca, reparo ou devolução dos produtos comprados em até sete dias após a data da compra (lei 8078), e isso, faz com que as empresas tenham uma estrutura desenvolvida, também para o ciclo reverso.

Já a Logística Reversa de pós-consumo, que será abordada nesse trabalho, é aplicada aos produtos/embalagens que retornam a sua cadeia após o uso, ou seja, materiais no final de seu ciclo de vida útil ou aqueles que poderão ser reutilizados e os resíduos em geral (LEITE, 2003).

Além das regulamentações e direito do cliente devolver os produtos por meio da legislação brasileira, citados anteriormente, existem outros fatores que influenciam na utilização da Logística Reversa, para Lacerda (2002) são eles: **Questões ambientais**, devido a legislações ambientais, que tendem cada vez mais a focar a responsabilidade da destinação final dos bens aos produtores e

também ao aumento da consciência ecológica dos consumidores; **Concorrência** (diferenciação por produto), onde os clientes valorizam mais as empresas que possuem fluxos de retornos dos produtos; e **Redução de Custos**, as empresas tem obtido retorno com a Logística Reversa, utilizando embalagens retornáveis ou reaproveitando materiais para produção.

Já Mueller (2005, p.2) considera como razões que levam as empresas atuarem em Logística Reversa:

> 1 – Legislação Ambiental que força as empresas a retornarem seus produtos e cuidar do tratamento necessário; 2 – Benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção, ao invés dos altos custos do correto descarte do lixo; 3 – A crescente conscientização ambiental dos consumidores; 4 – Razões competitivas – diferenciação por serviço; 5 – Limpeza do canal de distribuição; 6 – Proteção da margem de lucro; 7 – Recaptura de valor e recuperação de ativos.

Especificadamente para os bens de pós-consumo, Rodrigues et al (2002, p.), apontam que os retornos podem ser realizados com o intuito de: reaproveitar componentes e materiais, através da reutilização ou reciclagem; incentivo para a troca de um produto usado para a compra de um novo; e revalorização ecológica, vinculando a imagem dos produtores com a responsabilidade de disposição final adequada dos seus materiais.

Aos materiais que retornam à sua cadeia, Lacerda (2002) define que podem ser revendidos, recondicionados, reciclados ou, em último caso, podem ser descartados. A figura 1 detalha o fluxo de atuação da Logística Reversa.

 ISSN 1679-8902

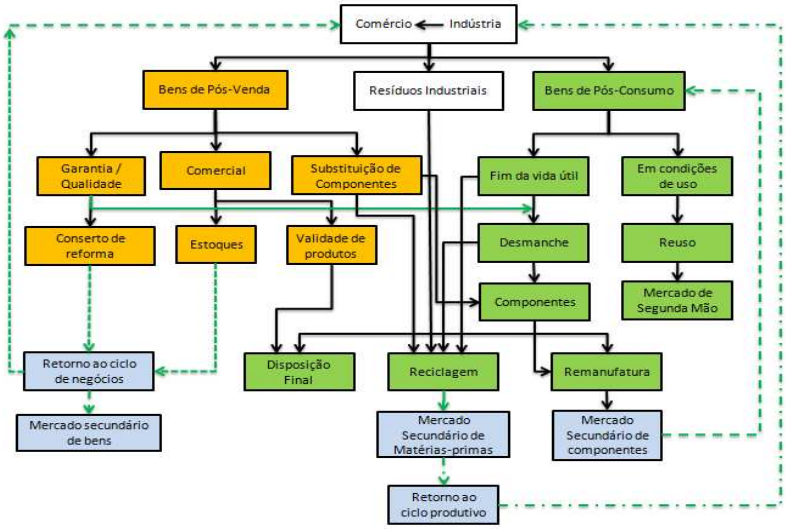


Figura 1 – Fluxo de Atuação da Logística Reversa. Fonte: Adaptado de Leite, 2003.

2.2. Embalagens Plásticas Secundárias

Embalagem é um sistema de materiais e equipamentos que levam os bens e produtos até os consumidores, utilizando os canais de distribuição. Podem ser classificadas de acordo com as suas funções: Primaria (a que contem o produto), Secundária (proteção da embalagem primária), Terciária (embalagem com a combinação da primária e secundária), Quartenária (embalagens de movimentação) e de Quinto nível (embalagens especiais de movimentação); e também quanto as suas utilidades: retornáveis (retornam a origem geralmente para reutilização) e não retornáveis (descartáveis – *one-way*) (MOURA e BANZATO, 1997).

Existem quatro funções que a embalagem pode exercer (MOURA e BANZATO, 1997): **1 – Contenção**: capacidade de conter as unidades. A embalagem deve ser projetada analisando as características dos produtos, os fatores econômicos e as conseqüências da disposição do tipo da embalagem, podendo conter 100% ou não do material. **2 – Proteção**: proteger o produto embalado dos perigos da manipulação, movimentação, estoque, transporte e condições climáticas. Quanto maior a importância do produto, um nível de proteção maior da embalagem será necessário. Existem dois tipos de proteção: Mecânica e Físico-Química. **3 – Comunicação**: transmitir as informações do produto, em forma de impressões, mensagens, dimensão, cor, gráfico e

simbologia. **4 – Utilidade**: é a função que facilita a integração entre a embalagem e o produto nela contido, como exemplos: facilidade de abertura, fechamento e dosagem.

Forlin e Faria (2002) demonstram que no mercado brasileiro, a maioria das embalagens utilizadas entre os anos de 1990 a 1999 eram feitas de papelão ondulado em primeiro lugar e de plásticos em segundo lugar. Os plásticos são materiais compostos por polímeros e Mano et al (2005, p. 106) os define como “materiais que se tornam fluidos por ação da temperatura e podem se moldados por pressão; tornam-se sólidos por resfriamento”. Podem ser considerados Termorígidos e Termoplásticos.

A produção de plásticos aumentou de forma significativa nas últimas décadas. Leite (2003) cita como exemplo a produção mundial que em 1960 era de 6 milhões de toneladas por ano e em 1994 já se elevou para 110 milhões de toneladas. No Brasil, a Abiplast (2010) demonstra que a produção de plástico em 2000 era de 3888 toneladas e em 2010 esse número aumentou para 5920 toneladas. A figura 2 demonstra o crescimento que a produção de plástico vem obtendo no Brasil nos últimos anos.



Figura 2 – Produção de Transformados Plásticos de 2000 a 2010. Fonte: Adaptado de Abiplast (2010) apud ABIQUIM / Sistema Alice MDIC

A Abiplast (2010) também aponta os polímeros termoplásticos mais consumidos, estando o Polietileno (PE), Polipropileno (PP) e o PVC em primeiro, segundo e terceiro lugar respectivamente. A Figura 3 demonstra os termoplásticos mais produzidos no ano de 2010.

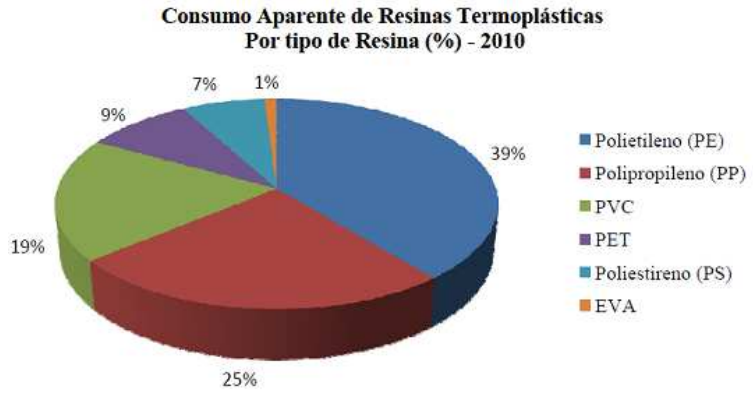


Figura 3 – Consumo Aparente de Resinas Termoplásticas (por tipo de resina). Fonte: Adaptado de Abiplast (2010) apud. ABIQUIM / Sistema Alice MDIC

Os materiais plásticos são extremamente utilizados na fabricação de embalagens, devido suas características, como "(...) seu baixo custo, baixo peso, boa resistência mecânica, impermeabilidade, transparência, capacidade de coloração e impressão (...)" (GONÇALVES-DIAS, 2006, p. 464).

O Polietileno (PE) é a resina plástica mais vendida e pode ser aplicada de diversas formas, devido suas características como: barreiras de proteção, propriedade de selagem, propriedades mecânicas e baixo custo (GARCIA et al., 2008). No setor de embalagens, são utilizados na fabricação de filmes flexíveis e frascos, por exemplo.

O Polipropileno (PP) pode ser utilizado na fabricação de filmes, frascos, garrafas sopradas, tampas, caixas injetadas, potes, ráfia, filamentos e bandejas (GARCIA et al., 2008).

O PVC – Poli Cloreto de Vinila, terceira resina mais consumida no ano de 2010, é utilizada em diversos segmentos, como a da construção civil e de embalagens. No ramo de embalagens é utilizada na fabricação de filmes esticáveis e termoencolhíveis, frascos, garrafas e bandejas (GARCIA et al., 2008).

2.3. Ciclo de Vida dos Produtos

O ciclo de vida pode ser entendido, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, 2010, p.2), como "série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final".

Atualmente existe uma tendência em reduzir o ciclo de vida dos produtos, por motivos como competitividade, inovação tecnológica, valor agregado ao produto e tempo de resposta reduzido (LOPES, 2008; apud LEITE et al, 2005). Consequentemente, esses fatores elevam a produção de novos itens, gerando mais resíduos. Torna-se importante considerar todos os fatores relacionados à disposição final, buscando soluções ambientalmente corretas.

Para embalagens, Gonçalves-Dias (2006) aponta três principais estágios no ciclo de vida: concepção e produção, consumo e pós-consumo. É fundamental que desde a concepção, as embalagens sejam projetadas levando em consideração o seu pós-consumo, onde as possibilidades de reciclagem ou reutilização deverão ser definidas.

A vida útil de um bem pode ser considerada o tempo desde a sua produção até a disposição final. Os bens de pós-consumo podem ser classificados em **bens descartáveis**, produtos com ciclo de vida útil médio de apenas algumas semanas (no máximo até seis meses); bens **duráveis**, produtos com ciclo de vida útil médio de alguns anos a algumas décadas; e **bens semiduráveis**, produtos com ciclo de vida útil médio de alguns meses e, dificilmente superior a dois anos (LEITE, 2003).

No caso de materiais plásticos, Leite (2003) aponta que cerca de 40 a 50% são utilizados em produtos com baixo ciclo de vida (embalagens e descartáveis) e o restante são utilizados em produtos de médio ou elevado ciclo de vida (automóveis, eletroeletrônicos, utilidades domésticas, entre outros).

 ISSN 1679-8902

2.4. Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, 2010, p.2), em seu capítulo II, define resíduos sólidos como:

> XVI - (...) Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe a proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em fase da melhor tecnologia disponível.

Outra definição trata resíduos sólidos como todos os matérias que o seu detentor deseja se desfazer (materiais sem utilização ou indesejáveis), resultantes da atividade humana e animal, geralmente sólidos e com capacidades de valorização (RUSSO, 2003).

Dentre os materiais, o plástico se destaca, devido à descartabilidade das embalagens e sua resistência a degradação (GONÇALVES-DIAS, 2006 apud SANTOS, et al., 2004). Do ponto de vista técnico, possuem reciclabilidade mediana, pois existem tecnologias acessíveis, mas os materiais acabam perdendo algumas de suas propriedades originais (LEITE, 2003). Apesar de existir possibilidade de reciclagem, alguns não são reciclados por falta de interesse de mercado, por exemplo, o Isopor (GONÇALVES-DIAS, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODO

Esse trabalho consiste em uma pesquisa exploratória de natureza qualitativa, onde foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos temas: Logística Reversa, Embalagens Plásticas Secundárias, Resíduos Sólidos e Ciclo de vida dos produtos. Também demonstra um exemplo da aplicação da Logística

Reversa na reutilização de embalagens plásticas, onde todos os dados foram coletados com os responsáveis na instituição de pesquisa.

Segundo Gil (2002) a pesquisa exploratória busca obter uma maior familiaridade com o problema. Quanto aos procedimentos técnicos, esse mesmo autor cita que a pesquisa bibliográfica é feita em materiais já desenvolvidos, constituídos por livros e artigos científicos em sua maioria.

Na realização da pesquisa, foram consultados livros sobre os temas, bem como artigos científicos nacionais, dos quais foram selecionados os publicados nos últimos dez anos com os conteúdos condizentes com o objetivo desse trabalho. As referências foram coletadas entre setembro de 2010 e setembro 2011.

4. RESULTADOS

Dos artigos científicos pesquisados foram selecionados nove publicados nos últimos dez anos, dos quais descrevem os fatores que devem ser considerados na utilização de embalagens retornáveis, o impacto que a logística reversa tem na imagem coorporativa, uma ferramenta que pode contribuir com a reciclagem de embalagens (no desenvolvimento), a importância da parceria entre fornecedores e clientes e algumas barreiras encontradas na aplicação da Logística Reversa. Na tabela 1 estão descritos os artigos selecionados, bem como seus autores e ano de publicação.

Também foi utilizado como fonte de pesquisa o livro “Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade” (LEITE, 2003) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010).

Tabela 1 – Caracterização dos artigos selecionados quanto ao ano de publicação e autores

Ano	Título	Autor
2002	Logística Reversa – Componentes e Conceitos do Sistema	Rodrigues, D.F. et al.
2002	Logística Reversa – Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais	Lacerda, L.
2005	Logística Reversa, meio ambiente e produtividade.	Mueller, C. F.
2006	Logística reversa no Brasil: Estado das Práticas.	Martins, V. M. A.; Silva, G. C. C.
2006	Logística Reversa: Oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor.	Daher, C.E.; Silva, E. P. S.; Fonseca, A. P.
2007	Projeto para o meio ambiente aplicado ao desenvolvimento de produtos plásticos	Gondak, M. O.; Machado, M. A. L. S.
2007	Embalagens Retornáveis para transporte de Bens Manufaturados: Um estudo de caso da Logística Reversa	Adlmaier, D.; Sellito, M. A
2008	Fatores Essenciais para Implantação da Logística Reversa de embalagens reutilizáveis: Um estudo de caso na indústria de Alimentos.	Maravieski, V.C et al.
2008	Aspectos que influenciam a eficiência da Logística Reversa.	Lopes, D. M. M.

5. DISCUSSÃO

Nos últimos anos, o uso de embalagens retornáveis cresceu (MURARO et al., 2006 apud LEITE, 2003), mas ainda a utilização das embalagens do tipo *one-way* é muito significante. Os motivos que levam as empresas a optar por esse tipo são: custos menores e a inexistência de um fluxo de retorno, sendo desnecessário também o gerenciamento de movimentação de retorno (MURARO et al, 2006). Mas considerando os fatores ambientais, esse não é o tipo mais apropriado, pois eleva a quantidade de resíduos descartados, muitas vezes sendo realizados de forma incorreta.

A decisão do tipo de embalagem a ser utilizada, deve considerar:

- Os custos elevados com embalagens retornáveis, porém que tendem a ficar menores com o número de reutilização (ciclos) que e a embalagem tiver (LACERDA, 2002);
- As embalagens retornáveis podem ser projetadas para proteger melhor os produtos, possuindo flexibilidade no uso e podendo ser recicladas após o termino de sua vida útil (MURARO et al., 2006);
- O custo de compra e descarte da embalagem *one-way* deve ser comparado com a quantidade de ciclos que a embalagem será reutilizada e seus custos de transportes, bem como os custos de melhor ambiente de trabalho e redução de avarias (MURARO, et al., 2006 apud. BOWERSOX & CLOSS, 2001).
- A maior preocupação dos consumidores com o meio ambiente e valorização dos produtos que agridem menos, o que pode impactar na imagem que a empresa tem frente aos seus clientes (LACERDA, 2002).
- Quando vários fornecedores enviam ao cliente o mesmo tipo de embalagem retornável, o controle da Logística Reversa pode se tornar difícil e aumentar a possibilidade de extravios (MURARO et al., 2006 apud. Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

A escolha de utilização de embalagens retornáveis possibilita tanto a redução de consumo de matéria-prima, quanto de outros recursos, como energia elétrica no processo de fabricação, e redução de resíduos durante o processo e após o uso.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) prevê que as empresas elaborem planos de redução de emissão de resíduos. Para embalagens, esse requisito deve ser avaliado no desenvolvimento de produto, onde devem ser priorizadas a reutilização, reciclagem e a utilização de materiais que permitam isso.

A imagem que as empresas têm frente a seus consumidores também é um aspecto muito relevante, pois diversos autores consideram que vem ocorrendo uma maior consciência ambiental dos clientes. Alguns desses autores são:

- Mueller (2005) afirma que o perfil do novo consumidor é voltado a uma maior preocupação ambiental, pois ele tem consciência dos prejuízos que os dejetos podem causar no futuro;
- Conforme Daher et al. (2006) as empresas estão revendo suas responsabilidades sobre seus produtos após seu consumo, devido a legislação mais rigorosa e conscientização ambiental dos consumidores;
- Segundo Lacerda (2002) os consumidores esperam que as empresas reduzam seus impactos negativos sobre o meio ambiente. Algumas delas têm planos de transmitir aos consumidores uma imagem institucional ecologicamente correta.

Leite (2003, p. 27) afirma que as organizações preocupadas com a sua imagem coorporativa, têm modificado projetos em busca de "reaproveitamento, como utilização de identificação nas diversas embalagens plásticas, adaptabilidade a desmontagens dos bens duráveis e redução de mistura de constituintes diferentes na mesma embalagem, entre outros".

Uma ferramenta que pode auxiliar a atender essa exigência é o DFR (*design for reciclyng*), que é derivada do DFX (*desing for x*) onde x corresponde às fases do ciclo de vida, conforme Gondak e Machado (2007). Esses mesmos autores citam que o DFR tem como objetivo a desmontagem do produto no fim de vida útil, pois esse é um processo essencial para a reciclagem. Alguns parâmetros devem ser considerados no início do projeto, tais como: escolher materiais recicláveis e compatíveis, identificar todos os plásticos, não misturar diferentes materiais se não necessário, utilizar marcas, símbolos padronizados para cada peça para facilitar a identificação dos materiais plásticos (GONDAK e MACHADO, 2007 apud LIU et al., 2002). Apesar dessa ferramenta ser importante para o desenvolvimento de novas embalagens, Martins e Silva (2006) apontam que não era realizada por nenhuma empresa contemplada em seus estudos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) também cita alguns segmentos que devem realizar a logística reversa de suas embalagens e produtos obrigatoriamente, sendo eles: Agrotóxicos (seus resíduos e embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (seus resíduos e

embalagens), lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

As empresas ainda não enxergam a Logística Reversa como uma área estratégica capaz de proporcionar vantagens econômicas, portanto não é tratada como uma prioridade e muitas vezes não possui áreas específicas para seu gerenciamento. Alguns autores apontam isso:

- No trabalho realizado por Martins e Silva (2006) notou-se que a maioria das empresas, não tem uma gerência específica para essa área, o que comprova a falta de interesse em relação ao assunto;
- Martins e Silva (2006, p.6) também observaram as seguintes barreiras encontradas na utilização da Logística Reversa nas empresas que eles estudaram: "falta de sistema (35%), Políticas internas (20%), Recursos humanos (20%), Baixa importância da Logística Reversa (15%) e Recursos Financeiros (10%)".
- Lacerda (2002) aponta que essa é uma área com baixa prioridade dada pelas empresas em geral, e pode-se notar pelo pequeno número de organizações que possuem gerência dedicada para Logística Reversa;
- Rodrigues et al. (2002 p.6) citam como uma barreira a "pouca importância da Logística Reversa frente às demais atividades da empresa";
- Segundo Maravieski et al. (2008), não há foco na logística reversa, pois a logística tradicional é priorizada e é necessário o envolvimento da alta direção para a mudança de pensamento.

Para implantar a Logística Reversa é importante estabelecer parcerias entre fornecedores e clientes. Leite (2003) afirma que um processo de diferenciação tem sido obtido através do foco em relacionamento eficaz entre clientes e fornecedores, para adequar produtos e processos com as necessidades e valores dos clientes.

 ISSN 1679-8902

5.1. Exemplo de aplicação da Logística Reversa de Embalagens Plásticas Secundárias Retornáveis

A unidade de pesquisa está localizada na cidade de Jaguariúna e é uma empresa fabricante de embalagens plásticas sopradas e injetadas, com produtos nos segmentos nas linhas de: higiene e limpeza, farmacêutico, defensivos agrícolas, alimentícios e cosméticos. A empresa trabalha com a logística reversa de sacos plásticos de PEAD, utilizados como embalagem secundária para frascos (cliente específico de higiene e limpeza para uma determinada família de produtos).

Esse tipo de embalagem não pode ser aplicada a todos os tipos de produtos com que a unidade de pesquisa trabalha, como por exemplo, clientes do ramo alimentício, cosmético e farmacêutico, devido a restrições legais e riscos de contaminação das embalagens secundárias e primárias com o produto.

Devido a uma exigência de seu próprio cliente, a unidade de pesquisa necessitou desenvolver uma melhoria na embalagem para reutilizar os sacos. Os motivos que impulsionaram essa exigência foram: o alto consumo das embalagens *one-way* que ocasionavam custo elevado e a necessidade de alta velocidade de alimentação das linhas de envase do cliente.

Essa análise condiz com o que foi apresentado na literatura, que é a possibilidade de redução de custos com a logística reversa e os sistemas de produção que exigem uma alimentação rápida (JIT) e com alta frequência de entrega (ADILMAIER e SELLITTO apud. LEITE, 2007).

Para realizar essa migração de embalagens *one-way* para retornáveis, foi necessário alterar o parâmetro da espessura na especificação dos sacos. Isso possibilitou que o material obtivesse uma resistência à rasgos e durabilidade maior, não sendo necessária a troca de matérias primas na composição, pois o material embalado é consideravelmente leve e os problemas que a espessura anterior poderia apresentar, era a facilidade de

rasgos durante o processo de movimentação e fechamento da embalagem (que é realizado através de fita adesiva).

Conforme estudos obtidos no início desse projeto de alteração, foi estimado que os sacos plásticos deveriam ser utilizados no mínimo 4 vezes (ciclos), o que gera uma economia de consumo de matérias-primas necessárias para sua fabricação. Na especificação anterior, seriam descartados 4 sacos e, considerando a atual e o procedimento de Logística Reversa, 3 sacos deixaram de ser descartados, o que diminui a emissão de resíduos. Essa economia pode ser maior, conforme o número de vezes de reutilização.

Os sacos danificados ou em final de vida útil, são vendidos a uma empresa especializada em reciclagem, e após reciclado, esse material é utilizado para produção de outros materiais plásticos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa bibliográfica apontam que existe uma tendência no aumento da Logística Reversa, impulsionada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) e a maior consciência ambiental dos consumidores. Mas a Logística Reversa ainda enfrenta algumas barreiras, não sendo vista por todas as organizações como um diferencial estratégico para redução de resíduos e reutilização de materiais, devido aos custos que são necessários para a sua aplicação.

Seu uso pode proporcionar muitas vantagens, mas por falta de conhecimento e de uma adequada implantação e gerenciamento, acaba sendo considerada muito onerosa. É preciso que as empresas diferenciem as atividades da logística tradicional das de fluxo reverso, pois geralmente acaba-se tendo um grande foco na tradicional deixando em segundo plano a de fluxo reverso (Maravieski et al., 2008).

Quanto às embalagens plásticas, são amplamente utilizadas e consideradas como de baixo custo, por esses motivos, as empresas devem atentar-se para, sempre que possível, utilizar as retornáveis, pois as *one-way*, além de propiciar uma maior quantidade de resíduos, podem elevar o custo com embalagens, pois geralmente são utilizadas em larga escala.

De uma forma geral, as empresas que passarem a adotar um sistema de embalagens retornáveis, precisam primeiramente realizar um estudo aprofundado juntamente com seus parceiros (clientes e fornecedores) considerando o tempo de retorno do seu investimento, estimando um prazo da utilização do projeto da embalagem, buscando a utilização de matérias primas que menos agridem o meio ambiente e que possibilitem a reciclagem, levantando os custos logísticos e a forma que a Logística Reversa poderá ser utilizada.

A Logística Reversa de embalagens plásticas retornáveis pode ser considerada uma alternativa para a redução no descarte dos materiais plásticos que são intensamente utilizados na produção de bens descartáveis.

As embalagens com avarias ou no final de vida útil devem ser recicladas, voltando a ser utilizada como matéria-prima para outras embalagens ou para a fabricação de outros materiais plásticos. Para isso a ferramenta DFR é muito importante e ajuda a facilitar esse processo, além disso, desenvolver parcerias com empresas que realizam esse tipo de trabalho de reciclagem também é imprescindível.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abiplast. Perfil Plástico; Indústria brasileira de transformação de material plástico. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/index.php?page=conteudo &id=00038&cat=men&sub=00038>. Acesso em: 16 mai. 2011.

Adlmaier, D.; Sellito, M. A. Embalagens Retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em Logística Reversa. Gestão & Produção,

v. 17, n.2, p.395-406, maio-ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n2/a14v17n2.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2011.

Chaves, G. L. D.; Batalha, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da Logística Reversa em uma rede de hipermercados. Gestão & Produção, v. 13, n. 3, p.432-424, set.-dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/05.pdf>. Acesso em: 20 set. 2010.

Daher, C. E.; Silva, E. P. S.; Fonseca, A. P. Logística Reversa: Oportunidade para Redução de Custos através do Gerenciamento da Cadeia Integrada de Valor. Brazilian Business Review (BBR), v. 3, n. 1, p. 58-73, jan.-jul. 2006. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1230/123016269005.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2011.

Forlin, F. J.; Faria, J. A. Considerações sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas. Polímeros Ciência e Tecnologia, vol. 12, p. 1-10, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/po/v12n1/9876.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

Garcia, E. H. C., Sarantópoulos, C. I. G. L., Coltro, L. Materiais Plásticos para embalagens rígidas. In. Oliveira, L. M., Queiroz, G. C. Embalagens Plásticas Rígidas: principais Polímeros e avaliação da Qualidade. 1. Ed. Campinas: CETEA/ITAL, 2008.

Gil, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Gonçalves-Dias, S.L.F. Há vida após a morte: um (re) pensar estratégico para o fim da vida das embalagens. Gestão & Produção, v. 13, n. 3, p. 463-474, set.-dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v13n3/08.pdf >. Acesso em: 03 mar. 2011.

Gondak, M. O; Machado, M. A. L. S. Projeto para o meio ambiente aplicado ao desenvolvimento de produtos plásticos. Congresso de Engenharia de Fabricação (COBEF), 2007. Disponível em: <http://www.grima.ufsc.br /cobef4/files/151013149.pdf>. Acesso em 03 maio 2011.

Lacerda, L. Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Centro de Estudos em Logística (COPPEAD), 2002. Disponível em: <http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf>. Acesso em 20 set. 2010.

Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 08 nov. 2010

Leite, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

Lopes, D. M. M. Aspectos que influenciam a eficiência da Logística Reversa. Rio de Transportes, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.riodetransportes.org.br/ index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=137&Itemid=219>. Acesso em: 03 mar. 2011

Mano, E. B.; Bonelli, C. M. C.; Pacheco, E. B. A. V. Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

Maravieski, V. C.; Maravieski, E. L.; Resende, L.M.; Hatakeyama, K. Fatores essenciais para Implantação da Logística Reversa de Embalagens reutilizáveis: Um estudo de caso na indústria de Alimentos. XXVIII ENEGEP, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_080_612_11966.pdf >. Acesso em: 26 set. 2011.

Martins, V. M. A.; Silva, G. C. C. Logística reversa no Brasil: Estado das Práticas. XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca /ENEGEP2006_TR450302_7385.pdf >. Acesso em: 03 mar. 2011.

Moura, R. A; Banzato, J. M. Embalagem, Unitização & Conteinerização. 2.ed. ver. Ampl. São Paulo: IMAM, 1997.

Mueller, C. F. Logística Reversa, meio ambiente e produtividade. Grupo de Estudos Logísticos – UFSC, Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://empresaresponsavel.com/aulas/logistica_texto_meioambiente.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2010.

Muraro, C. et al. A tendência da utilização de embalagens retornáveis em indústrias – um estudo exploratório no Brasil. Makenzie, 2006. Disponível em: <http://www.mackenzie.br/portal/dhtm/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/viewFile/873/392>. Acesso em: 26 set. 2011.

Rodrigues, D.F. et al. Logística Reversa – Componentes e Conceitos do Sistema. XXII ENEGEP, Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ ENEGEP2002_TR11_0543.pdf >. Acesso em: 03 mar. 2011.

Russo, M. A. T. Tratamento de Resíduos Sólidos. Universidade de Coimbra, 2003. Disponível em: <http://homepage.ufp.pt/madinis/RSol/Web/TARS.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2011.

ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS RESULTANTES DA UTILIZAÇÃO DE PARTÍCULAS DE BORRACHA DE PENEUS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Environmental, social and economic aspects due to the use of rubber particles of tire in the civil construction

NIETTO, Jhony Nietto
Faculdade de Jaguariúna
jhonynietto@hotmail.com

SILVA, Leandro Alves
Faculdade de Jaguariúna
leandro.alves@allevard-rejna.com.br

SIQUEIRA, Renan Campos de
Faculdade de Jaguariúna
renan.csiqueira@yahoo.com.br

VALENTE, Angela Maria Montes Peral
Faculdade Politécnica de Campinas
Faculdade de Jaguariúna
angelavalente@uol.com.br

Resumo: Diversos artigos têm abordado as propriedades mecânicas do concreto com a adição de partículas de borracha obtidas de pneus inservíveis. Porém, este artigo teve como principal objetivo identificar referidas propriedades, assim como, os ganhos ambientais, sociais e econômicos que essa reutilização pode trazer para a sociedade como um todo. Os dados deste trabalho foram obtidos através de pesquisa do tipo exploratória sobre o concreto ecológico produzido pelo Instituto Via Viva. Os resultados mostraram que o concreto ecológico, com adição de partículas de borracha trituradas de pneus inservíveis em substituição de parte da brita, confere propriedades mecânicas relevantes, porém o seu custo é maior em relação ao convencional. No entanto, este custo pode ser desprezível em relação aos ganhos sociais, com a redução da proliferação de doenças e a geração de renda para pessoas com deficiências, e ao ganho ambiental, com a diminuição do uso de recursos naturais. Assim, concluí-se que, com a utilização deste produto, os ganhos ambientais e sociais são imensuráveis. Para que essa tecnologia seja difundida em diversos setores da construção civil, se faz necessário um maior incentivo

 ISSN 1679-8902

do governo para uso do concreto ecológico, através de novas legislações e redução de impostos para os envolvidos nesta cadeia.

Palavras chaves: Pneus Inservíveis, Concreto Ecológico, Construção Civil.

Abstract: Several articles have addressed the mechanical properties of concrete with the addition of rubber particles obtained from scrap tires. However, this article aimed to identify those properties, as well as environmental, social and economic gains that the reuse can bring to society as a whole. The data in this study were obtained from an exploratory research on the ecological concrete, produced by the Via Viva Institute. The results showed that the green concrete with the addition of rubber particles shredded scrap tires to replace part of the gravel, confers important mechanical properties, but its cost is higher compared to conventional. However, this cost may be negligible in relation to social gains, by reducing the spread of disease and income generation for people with disabilities, and environmental gains, with the decreased use of natural resources. Thus, it was concluded that, using this product, environmental and social gains are immeasurable. For this technology is widespread in many sectors of construction, it is necessary a greater incentive for the government's use of ecological concrete, through new laws and tax cuts for those involved in this chain.

Keywords: Waste Tyres, Ecological Concrete, Civil Construction.

1 Introdução

Entre os problemas que a humanidade vem enfrentando, pode-se citar, sem dúvida, o gerenciamento e a destinação final dos resíduos gerados pela sociedade. Dentre esses resíduos gerados, os pneus descartados constituem uma parte significativa dos problemas, não só no Brasil, mas em todo mundo.

A produção de pneus teve seu início no Brasil em 1936 e a primeira fábrica era localizada no Rio de Janeiro conhecida popularmente como Pneus Brasil, fabricando em seu primeiro ano 29 mil pneus. Após 63 anos do início da fabricação de pneus, foi criada a 1ª resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução nº 258/99 do CONAMA) na qual proíbe a destinação final inadequada de pneus inservíveis. Desde o início da produção de pneus à atualidade, o país acumulou mais de 100 milhões de pneus inservíveis em aterros, terrenos baldios, rios, lagos e quintais de residências. Apesar da legislação vigente, o consumidor final do pneu inservível não é obrigado a entregar o mesmo para o revendedor.

Devido a essa disposição de maneira incorreta no ambiente, milhões de pessoas morrem por ano acometidas por doenças relacionadas com o lixo urbano no mundo (ONU – Organização das Nações Unidas, 1993). Esta disposição se agrava ainda mais em função da decomposição total dos pneus que leva, aproximadamente 600 anos, uma vez que não são biodegradáveis, sendo assim um resíduo de difícil eliminação (Nohara *et al*., 2006).

Dados divulgados em 2010 mostraram que o volume de vendas de pneus no Brasil aumentou 17,53% em comparação com 2009. Esse aumento de vendas, do ponto de vista econômico, é importantíssimo uma vez que gera emprego e renda, porém, a destinação final desses milhões de pneus é incerta uma vez que a legislação não obriga a entrega do pneu inservível, quando substituído por um novo.

O descarte excessivo de materiais no meio ambiente tem levado os pesquisadores a trabalharem em busca de soluções inovadoras (Pantano e Rosa, 2005). Dentre as soluções encontradas para a utilização dos pneus inservíveis descartados no meio ambiente está a utilização de partículas de borracha do pneu na Construção Civil.

2 Referencial Teórico

2.1 Sobre o pneu

Atualmente, a maior parte dos pneus são produzidos com borracha sintética, que são compostos derivados do petróleo. Os primeiros protótipos de pneus eram produzidos com borracha natural extraída das seringueiras de terras brasileiras e tropicais. Foi através da borracha da Seringueira comercializada em várias partes do mundo que o norte-americano Charles Goodyear, em torno de 1830, descobriu a Vulcanização, processo que dá estabilidade a borracha independente das condições climáticas e da forma.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução nº 258/99 do CONAMA) o pneu ou pneumático é todo o artefato inflável, constituído basicamente de borracha e materiais de reforço utilizados para a rodagem de veículos.

As propriedades mecânicas dos pneus de automóveis, não são satisfatórias em termos de resistência a tração, abrasão, resistência ao rasgamento e a rigidez, podendo ser adicionalmente melhoradas com a inserção de aditivos como o “preto de carbono”, partículas muito finas e essencialmente esféricas de carbono, produzido pela combustão de gás natural ou óleo em atmosfera. Quando essas partículas são adicionadas à borracha vulcanizada, material extremamente barato, há uma melhora na resistência à tração, à tenacidade e resistências ao rasgamento e à abrasão. Os Pneus de automóveis contêm cerca de 15 a 30% em volume de preto de carbono (Callister, 2008).

2.2 Mercado Automobilístico e a Indústria de Pneus

A globalização faz com que praticamente todos os países se desenvolvam e cresçam tecnológica e economicamente. Devido a este fato, um dos segmentos que mais cresceu foi o automobilístico, com um aumento nas vendas de veículos de 12,42% no ano de 2010 em comparação com 2009, o que representa 5.444.387 contra 4.842.736 veículos, nos respectivos anos. Somente no mês de Dezembro de 2010 os emplacamentos de veículos novos no mercado brasileiro somaram 381.498 unidades, o que indica uma alta de

30,20% em relação ao mesmo mês de 2009. No entanto, quando levado em consideração todos os segmentos, incluindo motos e implementos rodoviários, o setor automotivo vendeu 593.013 unidades no mês de Dezembro, um acréscimo de 28,73% em comparação com o mesmo período de 2009 (Fenabrave – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, 2011).

Contudo, quanto maior é o crescimento de vendas de veículos automotivos, maiores são as vendas de pneus. Segundo as nove empresas associadas à Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), foram vendidos 73,0 milhões de pneus em 2010, um crescimento de 21,26% em relação às vendas de 2009 que atingiram 60,2 milhões. No entanto, as vendas no ano de 2009 foram as mais baixas quando comparadas aos anos anteriores e ao ano de 2010, provavelmente, devido à crise econômica de 2008-2009 (ANIP, 2010). Estes dados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Vendas anuais de pneumáticos em unidades por categoria (Mercado Interno+Importação)

Vendas por categoria	2006 (milhões)	2007 (milhões)	2008 (milhões)	2009 (milhões)	2010 (milhões)
Caminhões/Ônibus	7,1	7,8	7,6	6,6	8,4
Caminhonetes	6	6,5	6,2	5,9	8,3
Automóveis	31,2	33,7	33,3	32	38,1
Motos e Motonetas	11,6	13,7	15,4	13,6	15,5
Agricultura/Terraplanagem	0,7191	0,883	0,9622	0,7182	0,9773
Veículos Indústriais	0,4971	0,498	0,6867	1,3	1,6
Aviões	0,0601	0,0716	0,0614	0,0531	0,0737
Total	57,2	63,2	64,2	60,2	73,0

Fonte: ANIP (2010).

2.3 Problemas ambientais envolvidos

Com o aumento da produção de pneus houve, consequentemente, aumento de lixo e descartabilidade dos mesmos. Descartar pneus é um grave problema, pois o pneu é um produto de difícil reciclagem e que agride muito o meio ambiente, porém é possível reaproveitá-lo para outros fins. No Brasil são descartados cerca de 30 milhões de pneus por ano, sendo que cada um deles pode levar até 600 anos para se decompor na natureza (Nohara *et al.*, 2006). Por outro lado, o Brasil é um dos países que mais reaproveita pneus no

planeta, perdendo somente para os EUA em faturamento e volume. O setor gera uma receita de R$ 5,6 bilhões ao ano (dados de 2007), sendo 7,6 milhões de pneus reformados para caminhões e ônibus, 8 milhões para automóveis, 2 milhões para motos e 300 mil para veículos agrícolas ou *off roads* anualmente, totalizando 17,9 milhões, segundo a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR).

2.4 Destinação Final dos pneus inservíveis

Com a Revolução Industrial e o crescimento da população, o homem necessita cada vez mais de recursos naturais para transformá-los em produtos e gerar capital. Contudo, toda transformação demanda insumos e gera poluição, degradando o meio ambiente. Atualmente, observa-se que a quantidade de lixo urbano tem evoluído proporcionalmente ao crescimento populacional, visto que, o consumo das populações mundiais está aumentando cada vez mais. Em função disso, gerou-se uma preocupação ambiental nas empresas e no governo, o que levou a investirem mais recursos com o objetivo de eliminar ou minimizar a produção de resíduos industriais e, destinar de forma correta o lixo dos municípios, que pode se tornar uma grande ameaça ao meio ambiente. Dentre essas ameaças estão os pneus usados, resíduo de difícil eliminação e que pode trazer sérios riscos a saúde humana se não tiver seu destino corretamente planejado.

Além dos problemas ambientais causados pelos pneus ao meio ambiente, eles ainda, resultam em ameaça séria à saúde pública, expressa em vetores de doenças tropicais, tais como: dengue, malária e leptospirose, que acarretam gastos incalculáveis para a administração estatal, através da conscientização da população (via mídia), com inseticidas, raticidas e mão de obra. Curiosamente, essas campanhas não são utilizadas para o recolhimento e a posterior reciclagem dos pneus, Nohara *et al*. (2006).

De acordo com a ONU – Organização das Nações Unidas (1993), aproximadamente 5,2 milhões de pessoas – incluindo 4 milhões de crianças – morrem por ano, devido a doenças relacionadas com o lixo urbano no mundo.

Em conformidade com o Artigo 1º Lei 6.938 31 Agosto de 1981 – os estabelecimentos comerciais do município, compreendidos por distribuidores, revendedores de pneus novos, usados, recauchutados, borracharias, prestadores de serviço e demais segmentos que manuseiem pneus inservíveis, ficam obrigados a possuir locais seguros para recolhimento dos referidos produtos, atendendo as normas técnicas e a legislação em vigor no país. Os estabelecimentos ficam obrigados a afixar placas alertando os consumidores sobre o perigo de jogar tal produto em locais inadequados e colocando-se a disposição para receber o produto usado, no atendimento após o uso do pneumático.

A Resolução n. 258/99, do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, menciona que a cada quatro pneus novos fabricados no Brasil ou importados, as fabricantes e importadoras deverão ser responsáveis pela destinação final de pelo menos cinco pneus inservíveis.

2.5 Destinação incorreta dos pneus inservíveis

Segundo o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2004), os pneus cujas carcaças estejam em bom estado e com a estrutura íntegra podem e devem ser reformados através de operações de sulcamento, recauchutagem ou remoldagem, prolongando a sua vida útil. A recauchutagem em pneus de transporte de cargas, pode ser feita por duas ou três vezes sem comprometer a segurança do veículo, do condutor e dos passageiros.

Quando os processos citados acima não podem ser realizados, devido ao desgaste excessivo do pneu, o descarte inadequado é comumente realizado, causando inúmeros problemas ambientais, sendo alguns deles a obstrução de rios e lagos, acúmulo de resíduos tóxicos na natureza, ocupação em demasia nos locais de destino (pois seu volume é grande perante outros resíduos),

 ISSN 1679-8902

riscos de incêndios duradouros e proliferação de insetos e doenças. Como resultado, as destinações incorretas causam os problemas Ambientais, Sociais e Econômicos, conforme especificados na Figura 1.



Figura 1 – Destinação incorreta dos pneus inservíveis – Adaptado (Fonte: Via Viva)

2.6 Destinação correta dos pneus inservíveis

O descarte correto de pneus usados converte em benefícios os problemas causados pela disposição incorreta, proporcionando assim menos impacto ambiental, diminuição de riscos de doenças e infecções, contribuindo desta maneira com a melhoria da saúde pública, a geração de empregos, entre outros.

Neste contexto, pode-se citar o Instituto Via Viva, que possui locais de recebimento e destinação de pneus inservíveis chamados Ecopontos Via Viva®. Estes locais dispõem de uma estrutura local de administração que realiza, a seleção, o cadastramento, o armazenamento temporário e a destinação desses pneus. Com isso, a empresa cumpre a sua responsabilidade social, através da inclusão social, do desenvolvimento profissional, e geração de renda para pessoas com deficiência e seus familiares, transformando com isso pneus inservíveis em valor social.

No Brasil, as formas corretas de destinação dos pneus são regulamentadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que tem como responsabilidade, determinar

quais processos são ambientalmente corretos. Uma das formas mais usuais de reaproveitamento dos pneus inservíveis é como combustível alternativo para a geração de energia.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias de reaproveitamento de materiais, os pneus inservíveis podem ser reutilizados em diversos segmentos como na fabricação de pisos de borracha, concreto e asfalto ecológico, tapetes, solados de calçados entre outros. Esta reutilização de componentes dos pneus pode ser visualizada na Figura 2.

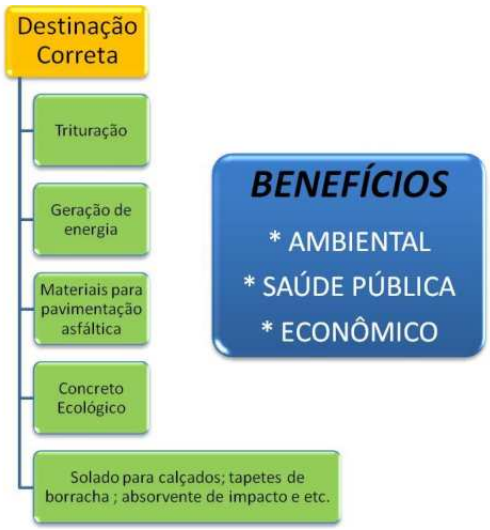


Figura 2 – Destinação correta dos pneus inservíveis – Adaptado (Fonte: Via Viva)

3.1 Sobre a Construção Civil

Conforme a Receita Federal, construção civil pode ser definida como a construção, a ordenação, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou subsolo. No entanto, a construção civil hoje em dia é considerada um macrossetor, que compreende, as construtoras, prestadoras de serviços, várias empresas do segmento de materiais de construção e os comerciantes (SEBRAE-SP - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas 2011).

Uma concisa análise sobre a construção civil atual, mostrou que este setor é responsável por contribuir positivamente com a economia brasileira, através da geração de empregos diretos e indiretos chegando à casa dos milhões. Seguindo a mesma linha de raciocínio, a área de Construção Civil abrange todas as atividades de produção de obras, incluindo, nesta área as atividades referentes às funções de planejamento e projeto, execução, manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos. No entanto, a responsabilidade técnica sobre obras e serviços nas áreas citadas só pode ser atribuída a profissionais habilitados com registro no CREA-SP. Em conformidade com a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, o Comitê Brasileiro da Construção Civil – ABNT/CB-02, possui noventa normas técnicas que oferecem requisitos para processos e produtos.

3.2 Investimentos da Construção Civil no Brasil

A abertura do mercado no início dos anos 90 colaborou para a evolução do segmento da construção civil no Brasil, permitindo às empresas construtoras, a importação de produtos e tecnologias. Nesse período várias organizações investiram em tecnologia, modernizando a produção e observando a crescente industrialização.

Conforme a 47ª Sondagem Nacional da Indústria da Construção Civil (2011), pesquisa realizada pela parceria entre SindusCon-SP e FGV, que busca captar a opinião dos empresários da construção civil frente ao contexto da economia, destacou uma percepção positiva dos mesmos sobre o desempenho das indústrias do ramo e as expectativas futuras.

Conforme dados da FVG (2010), a pedido da Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (Abramat), os investimentos em construção civil entre 2011 e 2014 chegarão a 137 bilhões de reais anuais, devido aos investimentos da segunda fase do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), lançado em 29 de março de 2011. Conforme previsões no ano de 2010, seriam investidos 70 bilhões de reais aproximadamente,

apenas com a segunda etapa do programa habitacional “Minha Casa, Minha Vida” e a construção de 2 milhões de moradias até 2014. Porém, a Ministra do Planejamento, Miriam Belchior, reafirmou em agosto de 2011, que o governo tem o objetivo de investir 125,7 bilhões de reais na segunda etapa de implantação desses programas, no mesmo período. Com esses investimentos, estima-se uma geração de aproximadamente 2,8 milhões de empregos por ano no setor, que contribuirá com uma renda adicional de 124 bilhões de reais na economia do país, sendo distribuídos 74 bilhões de reais na construção civil e 50 bilhões nos demais setores, apontados pela FVG (2010).

Ainda, com relação aos investimentos no setor da construção civil, o governo deverá destinar recursos para centros de pesquisa no ramo da construção civil, segundo carta assinada pelo Ministro Aloísio Mercadante em publicação no site Exame (2011). Além disso, também afirmou que um Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC), é parte integrante das estratégias do governo e do setor privado para aumentar a produtividade da construção civil e solucionar gargalos do setor.

3.3 Crescimento da Construção Civil no Brasil

Nos quatro primeiros meses de 2011 houve um crescimento de 10% sobre os recursos aplicados no setor de construção civil, conforme dados fornecidos pela CBIC – Câmara Brasileira da Indústria de Construção Civil (2011).

A CBIC (2011) prevê crescimento de 6% para o ano de 2011, sendo este acima do Produto Interno Bruto (PIB). Os megaeventos esportivos como a Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016 e as obras do PAC “serão o motor propulsor do desenvolvimento”, assegurou Paulo Safady, presidente da CBIC, em encontro com a ministra do Planejamento, Miriam Belchior (www.brasil.gov.br, 2011).

 ISSN 1679-8902

3.4 Alternativa – Utilização de partículas de pneus inservíveis como matéria prima para a fabricação de concreto na construção civil

Sem dúvida, os investimentos e o crescimento da construção civil estão em evidência no Brasil, o que é propício para a inserção de novas tecnologias para a preservação dos recursos naturais, sem que as obras sejam comprometidas.

Com o crescimento da construção civil e o aumento exorbitante na produção e no descarte inadequado de pneus inservíveis no Brasil, inúmeros estudos foram realizados para a inclusão das partículas do pneu como parte da matéria prima no concreto, utilizado para a construção civil.

Nascimento (2007) cita que a utilização de recursos naturais como a brita derivada das rochas, estão sendo substituídas, em parte, por partículas da borracha como matéria prima para o concreto. Além da redução dessa matéria prima natural, que contribui com a preservação do meio ambiente, confere ainda propriedades relevantes ao concreto, como maior capacidade isolante, em função de sua baixa condutividade elétrica e sonora.

Sabe-se que os recursos não renováveis são finitos e, na medida em que a população cresce, as necessidades de consumo também aumentam. Neste contexto, pode-se citar como recurso não renovável a brita, utilizada como matéria prima no concreto convencional e que pode ser substituída em até 30% por partículas de borracha, porcentagem equivalente a 6 pneus de caminhão para cada metro cúbico de concreto, segundo catálogo da Engemix, empresa do grupo Votorantim.

As novas tecnologias desenvolvidas e a conscientização de preservar os recursos naturais, contribuíram para dar destino adequado para os pneus inservíveis e reduzir o consumo de matéria prima natural. Através da integração dos setores econômicos, sociais e ambientais, nasceu o conceito de desenvolvimento sustentável, em que a utilização dos recursos naturais deve atender as necessidades do presente, pensando também na utilização e na

necessidade das gerações futuras (CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988)

Assim, o propósito deste trabalho foi verificar e identificar as vantagens Ambientais, Sociais e Econômicas que as partículas de borracha do pneu, quando acrescentadas ao concreto, em substituição parcial dos seixos ou britas, podem trazer para a sociedade como um todo, através de uma pesquisa *in loco* no Instituto Via Viva.

4 Métodos

Para a realização deste estudo de caso, foi utilizada pesquisa do tipo exploratória no intuito de levantar experiências práticas com o problema pesquisado em busca de soluções inovadoras, através de livros, artigos, sites especializados e visita no Instituto Via Viva. O instituto Via Viva desenvolveu o produto e entrou com depósito de pedido de patente junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), referente ao Concreto Ecológico DI® - INPI 0400944-4 – 13/03/2004. Foi realizada uma visita no dia 21/09/2011 com a participação dos integrantes deste trabalho e da Srta. Sheila Martimiano do Instituto Via Viva na cidade de São Paulo/SP. Com as informações obtidas foi possível coletar dados de cunho qualitativo e quantitativo para o trabalho.

5 Resultados e Discussões

5.1 Concreto Ecológico DI®

A obtenção de pneus é feita através dos Ecopontos Via Viva®, locais construídos estrategicamente, que recebem, armazenam temporariamente e dão destinação final aos pneus inservíveis, seguindo sempre as normas ambientais.

Assim, o Instituto realiza a separação dos componentes do pneu, sendo que a borracha é triturada para ser utilizada na composição do concreto. Esse

concreto ecológico é produzido a partir de concreto convencional, sendo parte da brita (rochas trituradas) substituída por borracha triturada, além de aditivos específicos. Segundo o Instituto Via Viva, este produto possui como características principais: menor densidade, maior deformabilidade, maior resistência à tração na flexão e maior capacidade de absorção de energia de impacto, assim como, características de isolamento termo-acústico e de vibrações.

Com relação ao custo, o concreto ecológico pode ter acréscimo de 10 a 15% no seu valor, quando comparado ao concreto convencional, devido a porcentagem de borracha inserida e tecnologia utilizada. Porém, a sua utilização ainda é muito tímida, uma vez que, sua comercialização efetiva iniciou a partir de 2008, e atingiu aproximadamente 1000 m^3 no ano de 2010. Esta pequena utilização, provavelmente, se deve a falta de incentivo por parte do governo e a conscientização ainda limitada dos benefícios que esta tecnologia agrega a preservação do meio ambiente e a sociedade.

Na Figura 3 pode-se visualizar as partículas de borracha inseridas no bloco de concreto (A) e a borracha de pneus triturados (B).



Figura 3 – Bloco de concreto com partículas de borracha (A); Borracha de pneus triturados (B).

De acordo, com as informações obtidas do Instituto Via Viva, todos os tipos e dimensões de pneus podem ser utilizados na composição do Concreto

Ecológico DI – Deformável e Isolante. Porém, o concreto não pode ter aplicação estrutural por não apresentar, ainda, características técnicas favoráveis para essa aplicação, devido a diminuição da resistência à compressão com a inserção das partículas, constatados através dos testes realizados na Universidade de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), apresentado na Figura 4.



Figura 4 – Ensaios realizados com o Concreto Ecológico (Fonte: Via Viva)

Estes dados são confirmados pela literatura, a qual descreve que a resistência característica à compressão do concreto (fck), é de no máximo 20 MPa, podendo assim ser utilizado em calçadas, estacionamentos, isolamento termo-acústico, em dormentes ferroviários, pavimentos e pisos (não estrutural) e sistemas de barreiras rodoviárias tipo "*New Jersey*", pois as barreiras possuem característica de semirrigidez com maior capacidade de absorver a energia de impacto nas colisões de veículos. Além disso, as partículas de borracha podem ser utilizadas como material de reparo na indústria de Construção Civil (Freitas e Galvão*,* 2009).

Nos resultados dos testes realizados, o concreto ecológico apresentou a mesma durabilidade, porém agrega duas causas altamente relevantes, sendo elas: a Ambiental e a Social, uma vez que reduz a utilização de recursos naturais (Rochas) e contribui com a geração de empregos para pessoas com deficiência nos Ecopontos Via Viva®. Na Figura 5 pode-se visualizar a aplicação do concreto ecológico em diferentes locais.



Figura 5 – Aplicação real do Concreto Ecológico (Fonte: Via Viva)

6 Conclusão

Através dos dados obtidos com este trabalho pode-se concluir que o *Concreto Ecológico DI® – Deformável e Isolante* é uma tecnologia inovadora importantíssima para a destinação correta de pneus inservíveis, porém pouco divulgado. O ganho ambiental com a implantação dessa tecnologia em obras do PAC e relacionadas a Copa do Mundo e as Olimpíadas seriam de suma importância para o cumprimento da Resolução n. 258/99, do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, a qual determina que a cada quatro pneus novos fabricados no Brasil ou importados deverá haver destinação final para pelo menos cinco pneus inservíveis. Os ganhos sociais vêm em sequência dos ganhos ambientais, já que, sem os pneus em aterros, lixões, beiras de rio e a céu aberto, a proliferação do *Aedes aegypti,* transmissor da dengue, e de ratos que podem transmitir a Leptospirose é reduzida, além da geração de empregos a exemplo do Instituto Via Viva em seus Ecopontos para pessoas com deficiência física e mental.

Quanto ao ganho econômico, é necessária a criação de leis que obriguem a implantação dessa tecnologia em obras do próprio governo, além de leis de incentivo fiscal para empresas que à utilizarem. Dessa forma, a pirâmide da sustentabilidade formada pelos fatores Ambiental, Social e Econômico estará completa.

7 Referências

ANIP - *Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos*. Disponível em: <http://www.anip.com.br/?cont=anip>. Acesso em: 28 mai. 2011, 18:12:05.

BOLETIM INFORMATIVO DE BOLSA DE RECICLAGEM, *Sistema Fiep*. Ano I – número 3 julho/agosto – 2001. Disponível em: <http://www.cetsam.senai.br/bolsa>. Acesso em 21 de maio de 2011.

CALLISTER, W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais*: Uma Introdução. LTC – Grupo Gen, 2008 – Edição 7.

CMMAD - *Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. **Nosso futuro comum**. 2a ed. Tradução de *Our common future*. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro.

CONAMA - *Conselho Nacional do Meio Ambiente (1999).* Resolução nº 258. LEI Nº. 6.938 - de 31 de Agosto de 1981.

CREA-SP - *Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo*. Disponível em: <http://www.creasp.org.br/institucional/o-que-e-o-crea-sp>. Acesso em: 11 set. 2011.

ENGEMIX. Disponível em: <http://www.engemix.com.br>. Acesso em 02 out. 2011.

EXAME. Disponível em <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/governo-vai-investir-em-centro-de-pesquisa-para-construcao-civil>. Acesso em: 11 set. 2011.

FENABRAVE - Federação Nacional da Distribuição de Veículos automotores. Disponível em: <http://www.fenabrave.com.br>. Acesso em: 02 out. 2011.

FGV - *Fundação Getúlio Vargas*. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,pac-2-resultara-em-r137-bi-anuais-voltados-a-construcao-estudo,12717,0.htm>. Acesso em: 11 set. 2011.

FIESP - *Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.* Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/campinas_msg.asp?id=4923>. Acesso em: 11 set. 2011.

FREITAS, C. & GALVÃO, J. C. A. *Quim. Nova,* Vol. 32, No. 4, 913-918, 2009.

GOMES, J. A. & OGURA, S. K. *Tratamento e Reaproveitamento de Pneus usados*. Cetesb: São Paulo, 1993.

INSTITUTO VIA VIVA. Disponível em: <http://www.viaviva.org>. Acesso em 02 out. 2011.

NOHARA, J. et al. *GS-40 Resíduos Sólidos.* São Paulo, 2006.

ONU - *Organização das Nações Unidas. Resumo da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento,* Rio de Janeiro: ONU, Cinub, 1993.

PANTANO, R. & ROSA, D. S. *Meio Ambiente: Múltiplos Olhares*, São Paulo: Companhia da Escola, 2005.

RECEITA FEDERAL. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/previdencia/constrcivil.htm>. Acesso em: 10 set. 2011.

RELATÓRIO DO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – *Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas* (IPT-DEES), Dispõe sobre a origem e localização de pneus inservíveis no Brasil, 2004.

RESOLUÇÃO Nº 258, de 26 de Agosto de 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>. Acesso em: 27 mai. 2011, 09:40:17.

SEBRAE - *Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas*. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/setor/construcao-civil>. Acesso em: 10 set. 2011.

SINDUSCON-SP - *Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo.* Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/msg2.asp?id=4827>. Acesso em: 11 set. 2011.

SINDUSCON-SP - *Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo*. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/msg2.asp?id=3961>. Acesso em: 11 set. 2011.

A APLICAÇÃO DA GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO (GPT) EM UMA EMPRESA ELETRO-ELETRÔNICA COMO FERRAMENTA DE DEFINIÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO

The implementation of the Management Workstation (GPT) in an electro-electronics company as a tool for defining improvements in the productive process

GUIMARÃES, Marcel Alex
Faculdade de Jaguariúna
marcel.alex@itelefonica.com.br

ROSES, Carlos Frederico Mourilhe
Faculdade de Jaguariúna
croses@terra.com.br

Resumo: O presente artigo pretende verificar se com a aplicação da metodologia do GPT – Gestão do Posto de Trabalho é possível identificar onde estão as ineficiências dos processos para que a empresa consiga centralizar as atividades de melhorias. O artigo utiliza a abordagem do GPT e após a apresentação do referencial teórico e das principais características das teorias que estão envolvidas, o STP – Sistema Toyota de Produção e a TOC – Teoria das Restrições é mostrada onde seriam necessários os esforços para a aplicação de melhorias. As conclusões do artigo mostra que é possível com a metodologia identificar nos processos da empresa quais são as ineficiências e com isso propor quais seriam as melhores opções de melhorias a serem implementadas.

Palavras chave: GPT, IROG, STP, TOC.

Abstract: This article seeks to verify that the application of the methodology of GPT - Management Workstation can identify where are the inefficiencies of processes for which the company can centralize the improvement activities. The article uses the approach of GPT and after the presentation of the theoretical and the main features of the theories that are involved, TPS - Toyota Production System and TOC - Theory of Constraints is shown where it would take efforts to implement improvements. The conclusions of the article shows what is possible

with the methodology to identify the business processes which are the inefficiencies and thereby suggest what the best options for improvements to be implemented.

Keywords: GPT, IROG, TPS, TOC.

1. Introdução

O presente trabalho pretende fazer a abordagem do GPT (Gestão do Posto de Trabalho) através de um estudo de caso. O GPT trata da análise do posto de trabalho para a implementação de melhorias ampliando sua capacidade e otimizando a utilização dos recursos da empresa a fim de se atingir a meta das empresas que é segundo Goldratt (2002), “ganhar dinheiro” tanto no presente como no futuro.

Muitas empresas passam por esse tipo de problema, pois todas têm um processo “gargalo”, (é aquele recurso cuja capacidade é igual ou menor do que a demanda colocada nele), que pode ser no próprio processo produtivo ou também pode ser em departamentos administrativos como vendas. A ferramenta GPT aplicada aos conceitos de TOC e STP será aplicada a uma indústria de Eletro-Eletrônico.

Segundo Antunes J. ET Alli (2003), é possível otimizar os recursos, sem a realização de investimentos adicionais em termos de capital, aumentando a capacidade e flexibilidade da produção seguindo os seguintes passos:

- Identificação dos recursos produtivos da Fábrica (Gargalo) utilizando como ferramenta para a localização a Teoria das Restrições;
- Fazer a mensuração dos Índices de Eficiência Global destes recursos críticos;
- Identificar as principais causas das ineficiências dos equipamentos ou mão de obra como paradas não programadas;
- Utilizar técnicas de melhoria para otimizar os processos e aumentar de forma significativa os índices de eficiências globais.

No mundo empresarial uma das questões importantes nos dias de hoje é a forma com que se gerenciam um posto de trabalho ou equipamento para que o mesmo possa ser utilizado da melhor maneira em questões de utilização de recursos produtivos, manutenção, qualidade, segurança e melhorias.

A operação do posto de trabalho não está exclusivamente voltada para a operação executada pelo profissional que opera o mesmo. Sabendo que o posto está inserido dentro de uma empresa e que a empresa toda interfere de alguma forma nas suas rotinas, tem de se trabalhar fazendo ações que tragam resultados a um objetivo comum, ou seja, é necessário que os departamentos diretamente envolvidos promovam ações para a melhoria do posto.

Na pratica é necessário que todos os profissionais de um determinado posto estejam envolvidos para atingir as metas de um objetivo comum, para que isto aconteça segundo Antunes J. ET Alli (2003) é essencial que a Gestão do Posto de Trabalho considere ações tais como: focalizar as ações nos recursos críticos, utilizar um medidor de eficiência que estimule a integração entre os setores envolvidos, realizar planos de melhorias voltadas nos resultados para a empresa e por fim analisar os postos com base nos indicadores se a aplicação de melhorias foi eficaz.

1.2. Objetivo

1.2.1. Problema

A Gestão do Posto de Trabalho em uma empresa de eletro-eletrônicos pode localizar as ineficiências na utilização dos recursos da empresa?

1.2.2. Objetivo Principal

Verificar se com a aplicação da metodologia da Gestão do Posto de trabalho, em uma empresa do ramo eletro-eletrônico, ajuda na identificação e definição das melhorias necessárias para alavancar o resultado da empresa.

1.2.3. Objetivos Secundários

- Fazer o levantamento da Capacidade da Empresa
- Fazer o Levantamento da Eficiência do Posto de Trabalho
- Calcular a Demanda dos Produtos no Posto de Trabalho
- Medir o Tempo de Ciclo do Processo

1.2.4. Delimitação do Estudo

Com a aplicação da Metodologia da Gestão do Posto de Trabalho e através dos Indicadores de Desempenho que são gerados através do uso da metodologia, consegue-se ter um direcionamento no gerenciamento nos postos críticos da Empresa.

Essa gestão é feita através de reuniões periódicas entre Gerentes, Supervisores e com todos os envolvidos nas atividades para fazer a apresentação e discussão sobre resultados e através dos mesmos buscar melhorias para que os mesmos melhorem a cada dia.

Para fazer esse estudo dentro de uma empresa, onde se encontram diversos departamentos e tende se a ter uma visão muito ampla, o estudo será focado em alguns processos específicos da produção do equipamento eletro-eletrônico. O presente estudo será focado nos processos de Montagem das Placas, Montagem da Parte Inferior, Montagem do Cabeçote de Aplicação, Montagem do Aparelho, como esses processos são feito manualmente o GPT será aplicado nos Postos de Trabalho que realizam a montagem.

O estudo será focado nesses processos de montagem, mais especificamente voltado à produtividade e qualidade dos produtos montados, pois, é um dos principais problemas encontrados no momento e também com isso a garantia da qualidade do produto no mercado pode ser elevada e também aumentar as expectativas do cliente.

1.3. Relevância do Estudo

O conhecimento da ferramenta de GPT (Gestão do Posto de Trabalho) irá trazer outro ponto de vista em relação à administração da produção, dentro da metodologia serão levantados os Índices de desempenho dos processos da empresa para que através desses índices possam ser tomadas decisões importantes, baseada em dados, na Gestão do processo produtivo.

Além do conhecimento da ferramenta o estudo trará um amplo conhecimento sobre o gerenciamento da produção e um crescimento pessoal e profissional. O resultado desse estudo também poderá contribuir para a mudança cultural organizacional que trará resultados financeiros e também trará um ambiente organizacional melhor e mais motivador através da análise do atendimento das metas.

2. Referencial Teórico

2.1. Gestão do Posto de Trabalho - GPT

A Gestão do Posto de Trabalho vem sendo estudada desde o início da história da engenharia, onde Taylor e Gilbreith já tratavam deste tema em meados do século XX, com o estudo dos tempos e métodos e a melhoria dos postos de trabalho, mas com o foco na produção em massa e com o avanço da tecnologia e a mudança nos mercados que exige a produção de lotes cada vez menores e diversificados fez com que o tema fosse atualizado. Os principais responsáveis por essa mudança foram o STP - Sistema Toyota de Produção e também a TOC - Teoria das Restrições que mudaram a maneira de como o GPT deveria ser introduzido nas empresas mostrando que é necessário mudar a cultura da empresa, pois a empresa toda esta envolvida no desenvolvimento do Posto.

 ISSN 1679-8902

Segundo ANTUNES (2001), na gestão do posto de trabalho existem varias ações que são feitas em relação aos operadores e as máquinas dentre elas pode-se citar: Gestão da Produtividade (Peças/hora): aproveitamento da mão de obra; Gestão da eficiência do equipamento: não deixar o equipamento trabalhar em "vazio" e se o mesmo for um recurso crítico não deixar que o mesmo pare de forma alguma; 5S no posto de trabalho; Melhorias em preparação de máquinas: troca rápida de ferramenta, Gestão da qualidade: quantidade de peças boas e refugo fazendo com que o nível de qualidade aumente; Gestão de Processos: analistas de processos sempre pensando na melhoria de tempos de processo; Gestão da Ergonomia: profissionais ligados a este tema analisam os postos de forma com que eles fiquem o melhor possível para os operadores.

ANTUNES (2001), mostra na figura 1 a ilustração de que todos os departamentos estão simultaneamente ligados a questões do posto de trabalho:

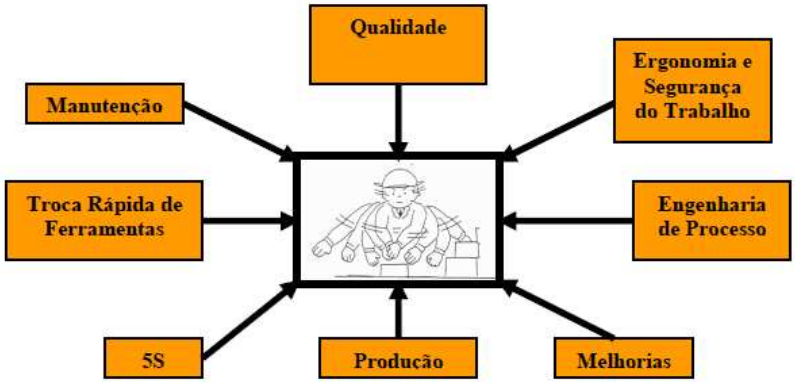


Figura 1 – Relações dos Trabalhadores no Posto de Trabalho e das Funções de Gestão da Empresa. Fonte: ANTUNES (2001)

Isso quer dizer que todos os departamentos estão ligados a questão de melhorias no posto de trabalho, pois, estas feitas no posto irão refletir no resultado da empresa como um todo, isto é a GPT.

De acordo com Antunes (1998), os autores clássicos Shigeo Shingo (1996a, 1996b) e Taiichi Ohno (1997), são necessários que para se interpretar o STP (Sistema Toyota de Produção) tenha uma visão a partir de duas óticas gerais inter-relacionadas.

A primeira ótica trata-se gerir eficazmente o posto de trabalho, ou seja, uma gestão de pessoas e máquinas levando em consideração três aspectos:

- **Visão Sistêmica da empresa** que é a utilização dos recursos de melhorias no Posto de Trabalho em determinados locais da empresa;
- **Integrada/Unificada** as medidas neste posto devem ser feitas em conjunto com os profissionais envolvidos;
- **Voltada aos Resultados** que é a melhoria nos indicadores dos postos de trabalhos específicos que levará a melhoria dos resultados gerais da Empresa**.**

Através do GPT (Gestão do Posto de Trabalho) utilizando o IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) é possível analisar as situações que paralisam as máquinas e também permite analisar em outros aspectos como ferramental utilizado, instruções de trabalho e ergonomia.

A TOC (Teoria das Restrições) propõe que a meta de uma empresa é gerar lucro tanto no presente como no futuro e propõe que a produção seja gerida a partir das restrições, segundo GOLDRATT (2002), é necessário: 1º Identificar as Restrições do Sistema; 2º Utilizar da melhor maneira possível a restrição do sistema; 3º Subordinar todos os processos a restrição; 4º elevar a capacidade da restrição e 5º voltar ao primeiro passo sempre que perceber que o sistema caia a produtividade.

A segunda ótica norteia a o STP esta relacionada com a melhoria dos processos na organização, através da melhoria do fluxo de matéria-prima e produto que estão relacionados com: Sincronização da Produção e Melhorias nas Operações mais lentas do Sistema (gargalo). A sincronização busca balancear o fluxo produtivo de maneira que os produtos sejam entregues no momento certo e pode ser abordada pelo:

- JIT (Just in Time) através do Kanban e do Tact-Time;
- TOC (Teoria das Restrições) a partir do método do TPC (Tambor-Pulmão-Corda);

Segundo KLIPPEL, Altair et al, (2003) p. 7 “... os autores evidenciaram a

importância do tratamento das questões relacionadas aos recursos produtivos críticos da Organização, dado que eles impactam diretamente no resultado econômico-financeiro da mesma.” O presente trabalho pretende demonstrar que com a Gestão do Posto de Trabalho é possível localizar onde estão as ineficiências do posto.

Segundo ANTUNES, J. A. V.; KLIPPEL, M. (2001), para que a empresa possa gerir da forma mais eficaz possível, é preciso que ela compreenda de forma ampla os Sistemas Produtivos e identifique as restrições dos mesmos. O presente trabalho pretende demonstrar que ao conseguir localizar a ineficiência, a empresa consegue nortear suas melhorias para a obtenção significativa de resultados econômicos.

Segundo Goldratt, (2002), devem se subordinar todos os processos ao processo gargalo, para que a empresa consiga equilibrar o fluxo dos processos e com isso trazer inúmeras vantagens como a redução de estoque intermediário e desperdício de investimento em recursos que não irão trazer resultados a empresa.

ANTUNES et Alli (2003), mostra que a abordagem da metodologia do GPT inicia-se estruturando logicamente o funcionamento, compreendendo cinco elementos fundamentais: 1- Entrada do Sistema; 2- Processamento; 3- Saídas do Sistema; 4- Treinamento e 5- Gestão do Sistema.

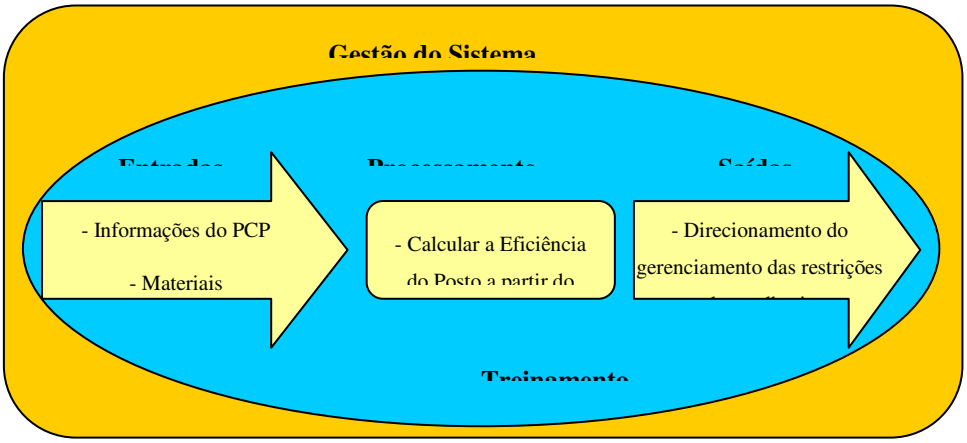


Figura 2 – 5 Elementos Fundamentais do funcionamento do GPT

As **Entradas do Sistema** estão relacionadas diretamente aos postos de trabalho relacionando as informações do PPCP, Materiais e Qualidade e outras informações também são adquiridas através das anotações do dia-a-dia dos funcionários do chão de fábrica.

Para o **Processamento** é preciso calcular a eficiência do Posto de Trabalho a partir do IROG: se o Posto for Gargalo o índice é denominado de TEEP (Total Effective Equipment Productivity) Produtividade Efetiva Total do Equipamento, significa que o tempo a ser levado em consideração é o tempo total, pois, se o posto é gargalo o mesmo não deverá parar em momento algum fazendo com que se consiga o melhor aproveitamento do posto. Já se o posto não for gargalo o índice é denominado OEE (Overall Equipment Efficiency) Índice de Eficiência Global, significa que o tempo a ser considerado deve ser o resultado do tempo total subtraído dos tempos das paradas programadas.

As **Saídas do Sistema** permite a empresa fazer o direcionamento do gerenciamento das restrições para as atividades de rotina e também para a realização de melhorias.

O **Treinamento** deve ser feito a todos os envolvidos no processo desde o chão de fábrica que fará o preenchimento do diário de bordo até aos outros envolvidos no processo para que entenda o método proposto, isto deve ser feito exaustivamente sempre que haja a necessidade de aprimorar ou capacitar às pessoas na metodologia do GPT.

Todas as informações geradas nos sistema são utilizadas para a **Gestão do Sistema** que é feito através de reuniões periódicas com as equipes de trabalho, gerentes e supervisores a fim de analisarem os resultados obtidos e de nortear quais são as melhorias que devem ser feitas para que a empresa tenha o resultado esperado.

3. Metodologia

3.1. Tipo de Pesquisa

Será feita uma pesquisa-ação que, segundo THIOLLENT (2005), significa que o autor da pesquisa não somente ficará observando, onde há uma separação entre pesquisador e dos pesquisados, mas sim estando inserido dentro do processo produtivo aplicando a ferramenta. O maior objetivo deste método é proporcionar novas informações, gerar e produzir conhecimentos que traga melhorias e soluções para toda a organização. Esse método tem como objetivo interferir na realidade estudada e modificá-la e não somente apenas explicar, ela não somente propõe soluções como as aplica de forma a resolver o problema definitivamente.

A pesquisa-ação, segundo THIOLLENT (2005), tem como objetivo além de gerar um amplo conhecimento também contribui diretamente para a solução do problema uma vez que, o pesquisador não apenas observa a situação de fora, mas participa e interfere nas soluções propostas levantadas.

3.2. Universo e Amostra

O universo deste estudo será uma empresa que trabalha no ramo eletro-eletrônico, que conta com aproximadamente 90 funcionários.

A amostra será na linha de produção de montagem de um equipamento específico onde trabalham cerca de 40 funcionários.

3.3. Coleta de Dados

Segundo VERGARA, Sylvia C. 2010, a coleta de dados será feita através de uma observação participante onde quem está fazendo o levantamento dos dados não é apenas um espectador, mas está integrado à vida do grupo, é um espectador interativo.

Para coletar os dados será feito anotações de inicio da atividade, final da atividade, paradas não programadas, peças feitas e peças com defeito, quem fará essas anotações dos tempos será o próprio colaborador no momento das montagens e para a parte de qualidade será feita a inspeção por outro funcionário que não realizou a montagem.

3.4. Tratamento dos Dados

Para as entradas do sistema será feito um levantamento dos tempos de produção, capacidade, demanda, planejamento e controle da produção e de materiais. Para isso é necessário a integração de todos os supervisores dos departamentos de produção, manutenção e também da integração da qualidade.

Para os processos serão observados os postos de maneira criteriosa fazendo anotações de todos os acontecimentos para fazer a coleta de dados com todos os fatores necessários para calcular os índices.

Será necessário, entretanto, calcular os índices das eficiências do Posto de Trabalho, esse cálculo é feito a partir do calculo do IROG, para isso é preciso que seja envolvido o profissional do chão de fábrica que será o responsável pelo lançamento das informações sobre tempos, paradas e qualidade dos produtos produzidos.

Segundo ANTUNES, J. A. V.; KLIPPEL, M 2001 O IROG pode ser calculado pelas equações abaixo:

$$\mu_{\text{Global}} = \mu_1 \text{ x } \mu_2 \text{ x } \mu_3$$

Equação 1 – Cálculo do IROG

$$\mu global = \frac{\sum_{i=1}^{n} tp_i xq_i}{T}$$

Equação 2 – Cálculo do IROG

 ISSN 1679-8902

O IROG pode ser calculado de duas maneiras a primeira é através da Equação 1, ou seja, é o resultado da multiplicação do Índice do Tempo Operacional (ITO µ1, tempo total em que a máquina ficou disponível, excluindo-se as paradas) pelo Índice de Performance Operacional (IPO µ2, tempo de operações em vazio, paradas momentâneas e quedas de velocidade) pelo Índice de Produtos Aprovados (IPA µ3, tempo total de produção de peças boas, excluindo o tempo gasto com sucatas e retrabalhos).

A segunda maneira é através da Equação 2, ou seja, é encontrado pelo resultado entre o somatório do tempo de uma determinada peça multiplicado pela sua quantidade, dividido pelo tempo total disponível da máquina.

Segundo KLIPPEL, A. F. & OLIVEIRA, J. C. A. (2004), conforme o posto de trabalho a ser observado o IROG assume os seguintes conceitos: TEEP Total Effective Equipment Productivity – Produtividade Efetiva Total do Equipamento, quando o recurso for crítico, portanto o tempo a ser considerado é o tempo total sem parada nenhuma para o recurso e OEE – Overall Equipment Efficiency – Índice de Eficiência Global para os outros recursos neste caso o tempo total deve ser considerado subtraindo as paradas do recurso.

4. Análise do modelo proposto

O presente estudo refere-se à implementação do IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) que faz parte da GPT na área de produção de uma indústria de Equipamentos Eletrônicos com o objetivo de localizar em que parte do processo há uma maior necessidade de melhorias.

4.1. Passos de Implementação do Modelo

Inicialmente foi capacitado um grupo de colaboradores com representante de todos os setores da empresa como Qualidade Produção etc.

para que os mesmo consigam levantar os dados de forma satisfatória entendendo os conceitos básicos do IROG e qual a importância da correta coleta de dados.

Então foram feitos os levantamentos de dados observando o que cada tarefa que o colaborador estava executando e além do levantamento de tempos de execução também são levados em consideração as paradas planejadas e não planejados, se houve ou não falta de matéria-prima, enfim tudo o que o colaborador esta executando.

Durante o processo de levantamento de dados percebeu se necessidade de deixar bem claro para o colaborador a importância da correta coleta de dados e também mostrar que se o processo for gargalo ele deve ser observado de forma diferente.

É preciso que todo o ensinamento seja difundido por toda a empresa para que os objetivos de todos estejam alinhados e com isso desenvolver como cultura da empresa a forma de trabalhar levando em consideração o GPT.

Todos os dados foram levantados na montagem de apenas um equipamento que é o Sonic Compact que é o aparelho mais representativo em vendas da empresa, esse equipamento é um método não evasivo, indolor e seguro para eliminação da gordura corporal localizada e celulite grau I, II e III. Oferece resultados mensuráveis de redução dos contornos corporais sem cirurgia. Pode ser utilizado pós cirurgia para prevenir aderências e fibroses e suavizando-as quando presentes num pós – operatório tardio. Possui ações antiinflamatórias, cicatrizantes, analgésico e regenerador.

4.2. Resultados Obtidos

Depois de feito todo o levantado de dados foi calculado as eficiências dos processos µ global, µ1, µ2, µ3 e com os resultados é feito a análise de onde há uma necessidade de melhoria no processo se em tempo operacional, desempenho ou qualidade do produto.

Os dados obtidos no monitoramento que ocorreu durante 20 dias e as eficiências calculados serão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados Gerais da Montagem de Placa

Dados Gerais		Placa	Cabeçote	Tf Controle	Tf Fonte	Montagem
Produção Total		120	1000	820	180	500
Produtos Retrabalhados		26	54	30	13	60
Produtos Refugados		04	06	10	07	00
TEEP	Produtividade efetiva total	58%	67%	68%	52%	67%
OEE	Tempo disponível	69%	79%	81%	62%	79%
µ 1	Índice de Tempo Operacional	83%	82%	80%	84%	82%
µ 2	Índice de Desempenho	88%	87%	89%	69%	91%
µ 3	Índice de Produtos aprovados	80%	94%	95%	90%	89%

4.3. Ações de Melhorias

A partir da análise das eficiências obtidas foram identificados os pontos potenciais de melhorias no processo utilizando a ferramenta do tipo 5W1H e proposto um plano de ação para a execução de melhorias.

Com a análise das eficiências conseguiu se observar que:

- No processo de montagem de placas há uma necessidade de melhoria na qualidade dos produtos, observou se que os maiores problemas foram de trilhas rompidas, terminais colocados de forma errada e componente invertidos.
- No processo de montagem do cabeçote montagem há necessidade de melhoria no tempo operacional, isso quer dizer que é preciso melhorar a disponibilidade do posto, ou seja, o processo não pode parar, observou se que houve falta de matéria-prima durante a execução da tarefa.
- No processo de montagem Aparelho há necessidade de melhoria no tempo operacional, isso quer dizer que é preciso melhorar a disponibilidade do posto, ou seja, o processo não pode parar, observou-se que durante a execução da tarefa o operador parou diversas vezes desnecessariamente.
- No processo de preparação do transformador de controle há necessidade de melhoria no tempo operacional, isso quer dizer que é preciso melhorar a

disponibilidade do posto, ou seja, o processo não pode parar, observou-se que são muitas as paradas não programadas do equipamento, exemplo por quebras do mesmo.

• No processo de preparação do transformador de fonte há necessidade de melhoria no desempenho isso quer dizer que apesar do processo estar sendo executado o equipamento não esta conseguindo obter o desempenho necessário, foi observado que durante o enrolamento do transformador esta ocorrendo muitas quebras do fio.

A análise dos resultados e o plano de ação feito através da ferramenta 5W1H esta apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Plano de Ação

What O que	Why Por que	Who Quem	When Quando	Where Onde	How Como
Qualidade nas Placas	Falta de treinamento	Supervisor e Lideres	Imediato	Montagem de Placas	Treinamento dos Colaboradores
Falta de Matéria-Prima	Estoque físico não confere com o Eletrônico	Supervisor e Responsáveis pelo setor de Almoxarifado	Imediato	Compras e Almoxarifado	Fazendo Inventário
Muitas paradas desnecessárias	Falta de ferramentas	Empresa	Imediato	Processo de Montagem	Levantamento de quais as ferramentas necessárias para a Operação
Quebra do Equipamento	Falta de Manutenção Preventiva	Supervisor e Manutenção	Imediato	Manutenção	Introduzindo Manutenção Preventiva no Equipamento
Quebra do Fio	Falta de Regulagem do Equipamento	Supervisor, Lideres e Operadores	Imediato	Processo de Montagem	Regulagem dos tensores que fazem à pressão dos fios.

5. Conclusão

Para a implementação do GPT no processo de montagem foi necessário primeiramente introduzir em toda a empresa uma mudança comportamental para que todos vejam a importância da ferramenta e também quais os resultados que seriam obtidos.

É de fundamental importância que a empresa toda esteja comprometida, principalmente a diretoria, para que se consiga trazer os resultados esperados,

também ela deve motivar e apoiar todo o desenvolvimento e mostrar que a ferramenta é uma melhoria continua e fundamental para a melhoria dos resultados.

Quanto ao objetivo do trabalho, que era verificar se com a aplicação da metodologia era possível identificar onde seria necessário focar as melhorias, foi possível evidenciar que os resultados foram satisfatórios na empresa. A empresa conseguiu analisar os índices de desempenhos atuais e através deles foram feitas às análises para verificar onde estavam as ineficiências no processo e foi possível definir as ações necessárias a serem tomadas e onde elas devem ser aplicadas, conseguindo obter qual a melhor localização para que a ação seja eficaz.

Com a implantação foi possível ter um aprendizado muito grande na gestão do setor da produção, onde um grupo recebeu o treinamento para atuar com a metodologia e que serão os responsáveis pela multiplicação dos conhecimentos para o restante da empresa.

A metodologia trouxe um beneficio para a empresa na identificação de onde estão localizadas as ineficiências dos processos para que após uma análise a empresa consiga focar os esforços para a aplicação das melhorias.

6. Referências

ANTUNES, J. A. V. & KLIPPEL, M. *Uma Abordagem Metodológica Para O Gerenciamento Das Restrições Dos Sistemas Produtivos*: A Gestão Sistêmica, Unificada/Integrada E Voltada Aos Resultados Do Posto De Trabalho, Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Salvador - BA 2001. Acessado em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR12_0256.pdf 07/05/11

GOLDRATT, Eliyahu M. & COX jef *A Meta*, um processo de melhoria contínua, Nobel, São Paulo, 2 ed. 2002

KLIPPEL, A.; ANTUNES, J. A.; KLIPPEL, M.; ROVARIS, R.. *Estratégia de Gestão dos Postos de Trabalho – Um Estudo de Caso na Indústria de Alimentos*, Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção

(ENEGEP), Ouro Preto, MG. 2003. Acessado em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0103_0528.pdf 07/05/11

ROSES, C. F. M. *Proposta De Desenvolvimento De Um Método De Mudança Em Sistemas Produtivos* Baseado Nos Conceitos Do Processo De Pensamento Da Teoria Das Restrições, Mestrado da Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, RS. 2003.

CAZZOLATO, N. K. *Resenha Bibliográfica* - THIOLLENT, Michel. Pesquisa-ação nas organizações. São Paulo: Atlas, 1997, Organizações em contexto, Ano 4, n. 7, junho 2008.

VERGARA, S. C. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*, Atlas, São Paulo, 12 ed. 2010.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*, Cortez, São Paulo, 14 ed. 2005.

KLIPPEL, A. F. & OLIVEIRA, J. C. A. *Aumento da eficiência operacional através da abordagem de Gestão dos Postos de Trabalho (GPT): um estudo de caso na indústria de medicamentos*, Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Florianópolis - SC. 2004. Acessado em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0115_1407.pdf 07/05/11

ANTUNES, J. *Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: Uma Discussão Sobre a Possibilidade de Unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que Sustenta a Construção de Sistemas de Produção com Estoque Zero*, Dissertação de Doutorado (1998) no PPGA/UFRGS, Porto Alegre. Acessado em http://www.imamu.edu.sa/dcontent/IT_Topics/java/tese_junico.pdf 07/05/11

TAYLOR, Frederick W. *Princípios de Administração Científica*. São Paulo: Atlas, 1995.

REDUÇÃO DE ESTOQUES EM PROCESSOS NA LINHA DE TERMINAIS MÓVEIS DE PAGAMENTO ELETRÔNICO

Inventory reduction in line processes of mobile electronic payment terminals

ALVES, Renata da Silva Alves
Faculdade de Jaguariúna
alvesresilva@gmail.com

SATOLO, Eduardo Guilherme
Faculdade Politécnica de Campinas
Faculdade de Jaguariúna
engproducao@faj.br

Resumo: O JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerada como uma completa “filosofia”. O objetivo deste trabalho é apresentar a redução de inventario em uma empresa de manufatura de terminais de pagamento eletrônico por meio de cartão de crédito ou débito aplicando a filosofia do Just-in-Time e as ferramentas do lean manufacturing por meio do método one piece flow usando a ferramenta de sushi Box. Os resultados obtidos permitiram a organização grandes benefícios, como aumento da qualidade, confiabilidade, redução de custos e em contrapartida aumento da produtividade e lucros.

Palavras-chaves: Redução de inventario, fluxo continuo, one piece flow, sushi Box

Abstract: The JIT is much more than a technique or a set of techniques for production management, it is considered as a complete "philosophy." The aim of this study is to present the reduction of inventory in a manufacturing company of electronic payment terminals via credit card or debit card by applying the philosophy of Just-in-Time and lean manufacturing tools by the method “one piece flow” using the tool Sushi Box. The results allowed the organization great benefits such as increased quality, reliability, cost reduction and in turn increase productivity and profits.

Keywords: Reduction of inventory, Continuous Flow, One Piece Flow, Sushi Box

1 Introdução

O sistema “Just in Time”, doravante denominado JIT, foi desenvolvido na Toyota Motor Company, no Japão, por Taiichi Ono, visando, sobretudo, o combate ao desperdício. Toda atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto é considerado desperdício. Dessa forma, estoques, que custam dinheiro e ocupam espaço, transporte interno, paradas intermediárias – decorrentes das esperas do processo -, refugos e retrabalhos são formas de desperdícios e consequentemente devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Contudo, o JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerada como uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos (CORRÊA e GIANESE, 2009).

Características do JIT:

- Produção sem estoque;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de fluxo contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas;
- Melhoria contínua dos processos.

Os objetivos presentes na filosofia JIT de redução de estoques, redução de lotes de fabricação, envolvimento da mão de obra, fluxo continuo de produção e aprimoramento contínuo, impõem algumas mudanças na forma de arranjar os recursos produtivos no espaço disponível da empresa (CORRÊA e GIANESE, 2009).

Vários aspectos citados da filosofia JIT requerem grandes doses de participação e envolvimento da mão-de-obra, além de ênfase no trabalho em equipe. O processo de aprimoramento continuo não pode ser realizado a menos que a mão-de-obra esteja atuante, tanto no sentido de identificar os problemas e torná-los visíveis, como no sentido de colocar esforços para resolvê-los. A própria responsabilidade pela qualidade que é retirada dos especialistas e colocada sobre o pessoal de produção só pode ser imaginada com o envolvimento dos trabalhadores (LIKER e MEIER, 2007).

Uma das ferramentas utilizadas é o *layout* celular ou célula de manufatura consiste em arranjar em um só local maquinas e equipamentos que possam fabricar o produto inteiro. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. Sua principal característica é a relativa flexibilidade quanto ao tamanho dos lotes por produto. Isso permite elevado nível de qualidade e de produtividade, apesar de sua especificidade para uma família de produtos. Diminui também o transporte do material e os estoques. A responsabilidade sobre o produto fabricado é centralizada e enseja satisfação no trabalho (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Ainda segundo MARTINS e LAUGENI (2005) célula de manufatura permite, também, maior conhecimento do trabalho por parte dos operadores da célula com conseqUência redução de custos operacionais e melhoria da qualidade. A forma das células permite que o número menor de funcionários opere os equipamentos.

O sistema “one piece flow” vem para contribuir segundo LIKER e MEIER (2007) busca um verdadeiro fluxo unitário de peças onde cada operação somente produz o que a próxima operação precisa. Se a operação seguinte se atrasa por algum motivo, então, as operações procedentes param de fato. Parece que nada pode ser mais desconfortável em uma operação de fabricação tradicional do que parar. No entanto, a alternativa à paralisação é a superprodução – produzir mais, mais cedo ou em maior quantidade do que a operação seguinte exige. A Toyota considera a superprodução como o pior dos sete tipos de perda, pois este leva aos outros seis tipos (estoque, movimentação, manejo, defeitos ocultos, etc). Essa é a chave para entender

como menos pode ser mais (menos significa menos partes produzidas em algumas etapas individuais no processo, mais significa obter mais atividade com valor agregado realizado em todo o processo).

Quando se fala fluxo contínuo em lotes menores esta se referindo aos lotes de fabricação e compra. Além de ser um dos pilares do JIT, é também uma questão lógica. Observe ao se comprar menos, se gasta menos e tem-se menos recursos investidos em estoque. Quando fabricado lotes menores, tem condições de atender o mercado com maior rapidez, ganhar mais clientes, faturar mais rápido e aumentar o fluxo de caixa.

Segundo Pozo (2004) a filosofia JIT se bem entendida e aplicada pode reduzir o tempo de resposta ao mercado em mais de 90%. Isso traz ganhos no lançamento de novos produtos ou simplesmente conseguindo acompanhar e atender as mudanças do mercado, ou seja, o tempo de colocação do produto no mercado é menor, em conseqüência têm-se menores estoques e melhor utilização dos equipamentos.

Segundo Corrêa e Gianese (2005) as vantagens do sistema JIT podem ser mostradas através da análise de sua contribuição aos principais critérios competitivos buscado pelas empresas:

- Custos dados os preços já pagos pelos equipamentos, materiais e mão-de-obra, o JIT procura que eles sejam reduzidos ao essencialmente necessário. As características do sistema JIT, o planejamento e a responsabilidade da produção pela melhoria do processo produtivo favorecem a redução dos desperdícios. Adicionalmente a estes esforços de tornar eficiente o tempo em que o valor é agregado ao produto, esforços também são gastos no sentido de eliminar o tempo gasto com atividades que não agregam valor. A redução de tempos de setup, interno e externo, além da redução dos tempos de movimentação dentro e fora da empresa, são exemplos claros disso. A flexibilidade dos postos de trabalho e dos trabalhadores constitui-se num elemento chave que permite o ajuste contínuo, necessário á maximização da eficiência da produção.

- Qualidade evita que os defeitos fluam ao longo do fluxo de produção; o único nível aceitável de defeitos é zero. A pena pela produção de itens defeituosos é alta, isto é, a parada da produção. Isto motiva a busca das causas dos problemas e das soluções que eliminem as causas fundamentais destes problemas. Os trabalhadores são treinados em todas as tarefas de suas respectivas áreas, incluindo a verificação da qualidade. Sabem, portanto, o que é uma peça com qualidade e como produzi-las. Se um lote inteiro for gerado de peças defeituosas, o tamanho reduzido dos lotes minimizará o número de peças afetadas. O aprimoramento da qualidade faz parte da responsabilidade dos trabalhadores da produção, estando incluída na descrição de seus cargos.
- Flexibilidade aumenta de resposta do sistema pela redução de tempos envolvidos no processo. Aumenta a flexibilidade dos trabalhadores que contribui para que o sistema produtivo seja mais flexível em relação ás variações do mix de produtos. Através da manutenção de estoques baixos, um modelo de produto pode ser mudado sem que haja muitos componentes obsoletos.
- Velocidade a flexibilidade, o baixo nível de estoques e a redução dos tempos permitem que o ciclo de produção seja curto e o fluxo veloz. A pratica de diferenciar os produtos na montagem final, a partir de componentes padronizados, de acordo com as técnicas de projeto adequado à manufatura e projeto adequado à montagem, permite entregar os produtos em prazos mais curtos.
- Confiabilidade das entregas também é aumentada através da ênfase na manutenção preventiva e da flexibilidade dos trabalhadores, o que torna o processo mais robusto. As regras do “Kanban” e o principio da visibilidade permitem identificar rapidamente os problemas que poderiam comprometer a confiabilidade, permitindo sua imediata resolução.

2. Objetivo

O objetivo do trabalho é apresentar a redução de estoque no processo produtivo, a redução de movimentação e transporte de matéria-prima e produto acabado e com consequência a redução dos defeitos de qualidade através do fluxo contínuo utilizando sushis box e a filosofia do “Just In Time” e as ferramentas do ‘Lean Manufacturing” aplicando o fluxo continuo na produção.

3. Metodologia

O estudo de caso trata-se de uma investigação empírica que pesquisa fenômeno dentro de seu contexto real, onde o pesquisador não tem controle sobre os eventos e variáveis, buscando apreender a totalidade de uma situação e, criativamente, descreve, compreender e interpretar a complexidade de um caso concreto (GIL, 2006).

Segundo YIN (2005) é possível justificar a escolha com base em sua aplicação: “para o estudo de caso, faz-se uma questão do tipo “como” ou “por que” sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos, sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle”.

Como não há consenso por parte dos pesquisadores quanto às etapas a ser seguidas no desenvolvimento do estudo de caso, foi estruturada uma lógica para a realização do presente trabalho, sendo destacado na Figura 1.

 ISSN 1679-8902

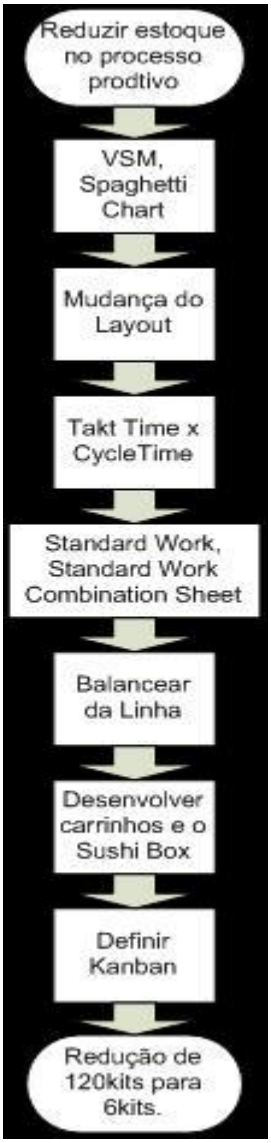


Figura 1: Fluxograma

4. Resultados

O primeiro passo para atingir o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento do VSM “Value Stream Mapping”, ou seja, o Mapa do Fluxo do Processo que é uma ferramenta essencial da Produção Enxuta que permite

a visão de todo o fluxo de valor dos processos produtivos da organização. Esta ferramenta pode ser entendida como o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção de matéria-prima até a entrega ao consumidor do produto final. Através dessa ferramenta foi identificado processamento errado, tempo de espera em alguns postos devido o desnivelamento da linha, transporte e transferência de matérias e produto acabado de longas distâncias. Conforme Figuras 2 e 3.

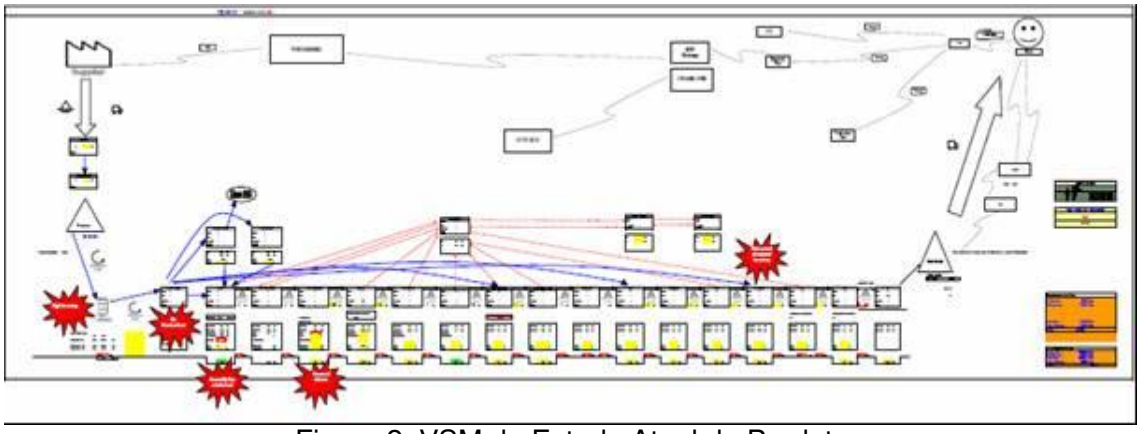


Figura 2: VSM do Estado Atual do Produto

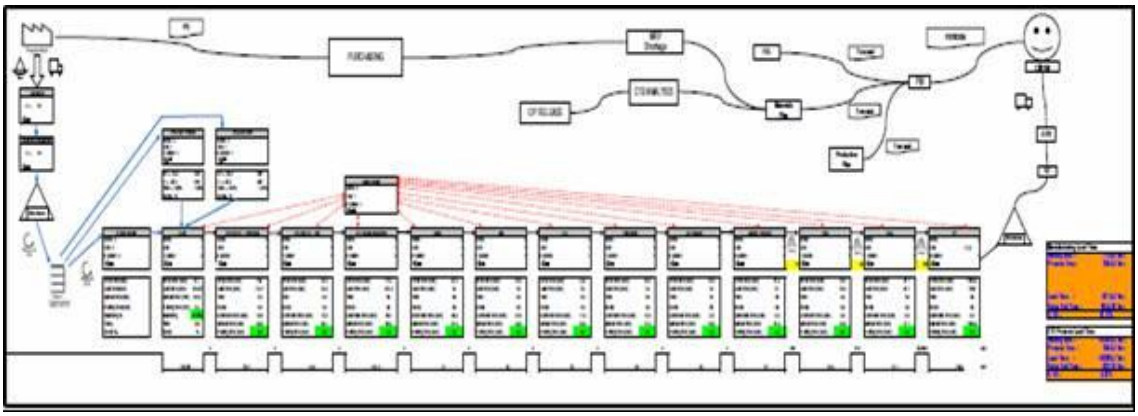


Figura 3: VSM do Estado Futuro do Produto

O “Spaghetti Chart” é um diagrama do layout da área de trabalho que ilustra o caminho seguido por materiais ou peças por meio da instalação. Ele pode ser usado para destacar uma quantidade excessiva de material de transporte ou movimentação de seus funcionários, seguindo as etapas

descritas em um fluxograma do processo. Através do “spaghetti chart” foi possível visualizar a distância percorrida na linha conforme Tabela 1.

Tabela 1: Distâncias percorridas no processo antes e depois da mudança do layout.

Fluxo do Processo	Distancia Percorrida (Layout Antigo)	Distancia Percorrida (Layout Novo)
Material de Montagem	102m	8,5m
Material de Embalagem	102m	8,5m
Produto Acabado	74m	5m

Com os resultados das ferramentas acima apresentada foi definido a mudança da linha para próximo do supermercado e da expedição reduzindo a movimentação e transporte da matéria prima e do produto final e a alteração para células de manufaturas em forma de U.

Construir uma grande variedade de produtos, com flexibilidade aos consumidores e com o mínimo desperdício é um dos avanços introduzidos pelo “Lean Manufacturing”. Células de Manufatura consistem em pessoas, máquinas, ferramentas e estações de trabalho geralmente em forma de U formando uma sequência de processos com operações flexíveis e montadores com múltiplas habilidades. Alterando o layout em formato de U (demonstrado na Figura 4) conseguiu-se visualizar algumas vantagens:

- Menos estoque de produtos em processos;
- Menos movimentação de materiais;
- Menor lead time de produção;
- Controle visual das operações;



Figura 4: Mudança do Layout.

O “Takt Time x CycleTime” é uma ferramenta que visa mostrar oportunidades com relação ao aproveitamento da mão de obra em um determinado processo, bem como a definição de utilização adequada de equipamentos necessários ao cumprimento do tempo de ciclo de um processo.

“Standard Work” ou Trabalho Padronizado é a combinação de ações que adicionam valor, executadas por pessoas e máquinas de maneira eficiente, na seqüência correta e no tempo certo, ajudados pelo fluxo de materiais, informações e usando as ferramentas adequadas é usado para se definir um processo que combine pessoas, materiais e máquinas de forma a executar uma produção de maneira mais eficiente possível.

“Standard Work Combination Sheet” ou Folha de Trabalho Padronizado Combinado é a combinação de ações que adicionam valor, executadas por pessoas e máquinas de maneira eficiente, na seqüência correta e no tempo certo, ajudados pelo fluxo de materiais, informações e usando as ferramentas adequadas é usado para se definir um processo que combine pessoas, materiais e máquinas de forma que este processo seja o mais eficiente possível e esteja alinhado ao “Takt Time”.

Através de um processo visual e rápido, alinhado com o “Takt Time”.

- Eliminar - Atividades que não Agregam Valor
- Reduzir - Tempo de Atividades
- Substituir - Atividades/Processos/Equipamentos
- Combinar - Operações/Atividades
- Alterar a Sequência - Operações/Atividades

Utilizando as ferramentas “Takt Time x Cycle Time, Standard Work e Standard Work Combination Sheet” foi realizado o balanceamento da linha conforme os gráficos das Figuras 5 e 6.

 ISSN 1679-8902

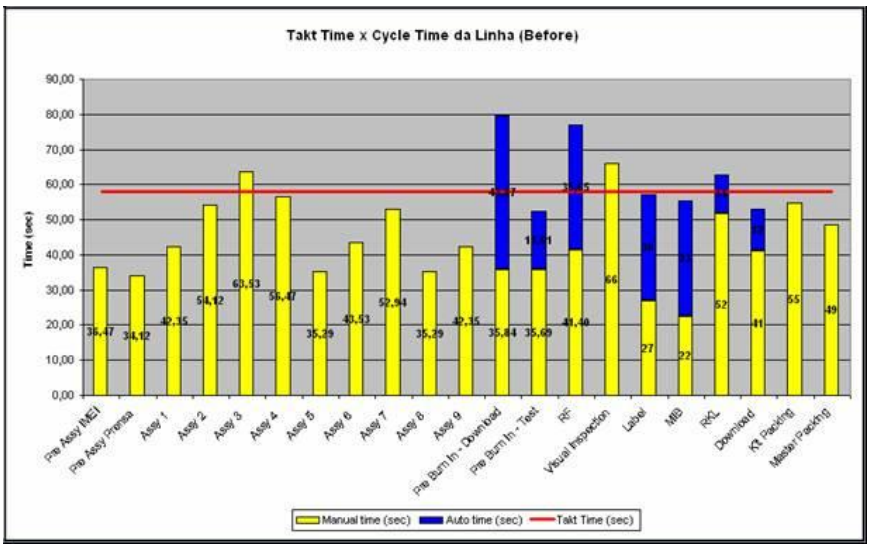


Figura 5: Takt Time x Cycle Time da Linha (Antes do Balanceamento a Linha)

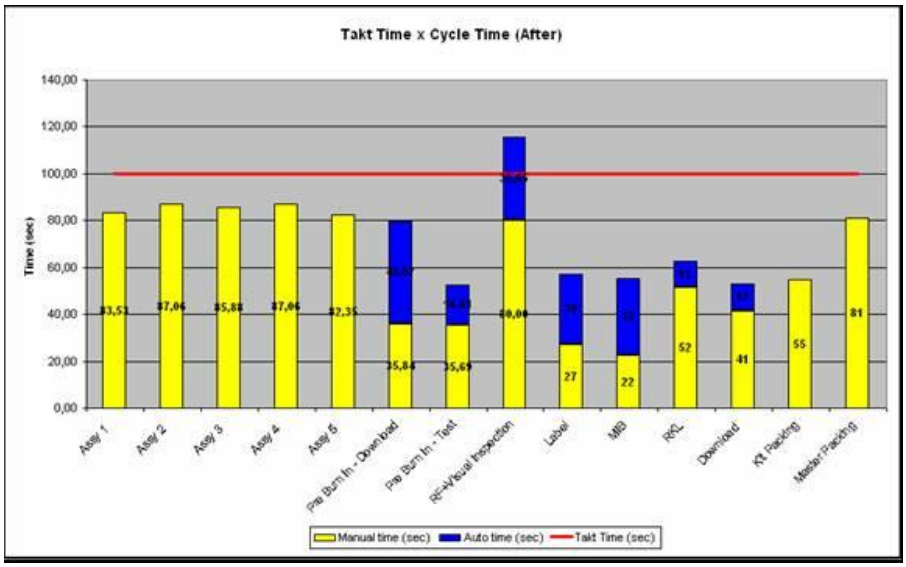


Figura 6: Takt Time x Cycle Time da Linha (Depois do Balanceamento a Linha)

A implementação de um fluxo contínuo no processo de fabricação de um produto implica na reorganização do *layout* fabril, transformando-os de layouts funcionais para layouts celulares. Nos layouts funcionais as máquinas se localizam agrupadas de acordo com seus processos já nos layouts celulares,

as células são montadas de acordo com os diversos processos necessários para a fabricação de determinada família de produtos.

O que realmente conduz ao fluxo contínuo de produção é a capacidade de implementação de um fluxo unitário de produção para que os estoques entre processos sejam eliminados completamente. Assim sendo, é possível eliminar as perdas por estoque, perdas por espera e reduzir o lead-time de produção.

Com o sistema “one piece flow” (uma peça de cada vez) permite que as peças cheguem mais rapidamente ao próximo posto de trabalho onde qualquer problema de qualidade será logo identificado.

Foi desenvolvido o *sushi box* que pode-se definir como uma bandeja de polionda que tem as divisórias necessárias para cada peça do produto e é transportada na linha através de esteiras na ultima operação o *sushi* retorna para o inicio da linha através de uma esteira atrás das bancadas da linha e carrinhos com a capacidade para armazenar seis *sushis*, ilustrado na Figura 7.



Figura 7: Sushi Box

 ISSN 1679-8902

O sistema “Kanban” foi criado para indicar o que é necessário em cada posto de trabalho e para permitir que os vários postos comuniquem eficientemente entre si. O sistema “Kanban” é conhecido como o sistema “pull” no sentido em que a produção numa dada fase inicia-se pela procura das fases imediatamente subseqüentes, isto é, o posto procedente deve produzir apenas a quantidade exata retirada pelo posto de produção seguinte. Reduz o transporte excessivo e a fabricação de produtos defeituosos

Neste trabalho foi utilizado o “kanban” de movimentação ou transporte reduzindo a movimentação do transporte através de carrinhos que comporta seis sushi box que fica em frente ao primeiro posto de trabalho e quando está vazio e trocado por uma novo carrinho abastecido com os *sushis*. Conforme Figura 8.



Figura 8: Redução de matéria-prima na linha de produção.

5. Conclusão

Utilizado corretamente e dentro de uma visão filosófica pode trazer grandes benefícios, como aumento da qualidade, confiabilidade, redução de custos e em contrapartida aumento da produtividade e lucros.

Portanto o Just in Time além de sistema de produção, é uma filosofia que envolve todo o processo produtivo, interfere e integra outros setores. Está

presente desde o planejamento, logística, na concepção do layout etc. Contudo seu foco está na redução dos desperdícios, a partir dos estoques. Desta forma se estará caminhando rumo ao que prega e para que serve todo sistema de produção, otimizar o processo produtivo e gerar lucro, afinal empresa que não gera lucro não sobrevive.

Enfim, pode-se considerar JIT como uma proposta arrojada em relação à administração tradicional. Entretanto, para que o mesmo tenha sucesso em sua implantação, vários aspectos devem ser abordados e considerados como; envolvimento da direção, estrutura organizacional celular, organização flexível do trabalho, comunicação eficaz, avaliação dos resultados e boa visão dos processos e fluxos. JIT acima de tudo deve ser compreendido como uma filosofia que agrega valor para o cliente, especialmente quando combate ações que não agregam valor ao cliente como desperdício, baixa qualidade, demora nas entregas, dentre outros.

Referências

ALVAREZ-BALLESTEROS, MARIA ESMERALDA - *Administração da qualidade e produtividade: abordagens do processo administrativo, São Paulo: Atlas, 2001*.

CONCEIÇÃO, V. SAMUEL - *Otimização do fluxo de materiais através da manufatura celular. São Paulo, 2005* Departamento de Engenharia de Produção — UFMG

CORRÊA, HENRIQUE L. e GIANESI, IRINEU G. N. - *Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. São Paulo, Atlas, 1993.*

DEMING, W. EDWARDS - *Qualidade: A Revolução da Administração. Rio de Janeiro, Marques-Saraiva, 1990.*

LIKER, JEFFREY K., MEIER, DAVID - *O Modelo Toyota: Um guia pratico para a implementação dos 4PS da Toyota, Editora Bookman, Porto Alegre, 2007*.

MACHADO, M. C. - *Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação. São Paulo, 2006*. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo.

MARTINS, PETRÔNIO G., LAUGENI, FERNANDO P. - *Administração da Produção, 2. Ed. Editora Saraiva, São Paulo, 2005.*

OHNO, T. - *O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.*

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

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, Editora Saraiva, 2006*.

SHINGO, S. - *O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Bookman, 1996*

SILVA, M. M. - *Aprendizagem organizacional no processo de desenvolvimento de produtos: investigação do conhecimento declarativo no contexto da sistemática de stage-gates. São Carlos, 2003*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. - *Administração da Produção, 2.ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, 2002.*

SLACK, N. - *Vantagem competitiva em manufatura, Editora Atlas, São Paulo, SP, 1993.*

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE TEMPO UTILIZANDO A TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) COM AUXÍLIA DO MAPA DE FLUXO DE VALOR (MFV)

Proposed of time reduction using the Theory of Constraints (TOC) with the aid of the Value Stream Map (VSM)

BALDASSO, Bruno Henrique
Faculdade de Jaguariúna
brunobaldasso@hotmail.com

BARBOSA, Marina Dell Vecchio
Faculdade de Jaguariúna
marina_dvc@yahoo.com.br

TADEO, Rafael Henrique
Faculdade de Jaguariúna
rafael.henrique48@hotmail.com

SILVA, Edson José Silvestri
Faculdade de Jaguariúna
edson.silvestri@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho descreve a aplicação do estudo do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC), em uma empresa do ramo madeireiro, visando identificar através do MFV a situação atual, obtendo informações lead time e os tempos de ciclos em todas as operações de transformação de madeira bruta em transformada. Após ter uma visão de todo o processo, e identificar a restrição, foi utilizado os 5 passos de focalização da Teoria das Restrições com o objetivo de tornar o fluxo contínuo, diminuindo os prazos de entrega e aumentar a lucratividade da empresa.

Palavras-chave: Fluxo Contínuo, Teoria das Restrições, Mapa do Fluxo de Valor.

Abstract: The present paper describes the application of the Value Stream Mapping (VSM) and the Theory of Constraints (TOC) in a lumber company. The goal is to identify, through the VSM, the current situation, gathering information about lead time and cycle times in all wood processing operations. After an

overview of the whole process, and identifying the constraint, we used the five focusing steps of the theory of constraints in order to make the continuous flow, reducing delivery times and increase profitability.

Keywords: Continuous Flow, Theory of Constraints, Value Stream Mapping

1. Introdução

Em função das constantes mudanças no mercado, dos avanços tecnológicos e a competitividade entre as empresas, torna-se fundamental a busca de ferramentas de gestão adequadas que auxiliem os gestores – sejam eles diretores, gerentes ou mesmo empreendedores individuais – no planejamento, controle, eliminação de desperdícios e na tomada de decisões. Nesse cenário, a empresa Comercial Falanga de Madeiras Limitada – ME (COFAMA), do ramo madeireiro e, no mercado há mais de 50 anos localizado na cidade de Pedreira, estado de São Paulo, vem apresentando dificuldades no cumprimento do prazo de entrega de seus produtos. Segundo Nigel Slack (2002) confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços prometidos. Os consumidores só podem julgar a confiabilidade de uma operação após o produto ou serviço ter sido entregue. Ao selecionar o serviço pela primeira vez, o consumidor não terá qualquer referência do passado quanto á confiabilidade. Entretanto, no decorrer do tempo, confiabilidade pode ser mais importante do que qualquer outro critério.

1.1 Mapeamento de Fluxo Valor

Para uma empresa que busca ser mais competitiva no mercado, reduzir tempos e custos é essencial. O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) tem como intuito mapear os processos, os fluxos de informações eletrônicas ou não, operações internas e/ou terceirizadas, com intuito de enxergar e entender

o que realmente é necessário para os processos de fabricação e administrativos.

Segundo MAIA E BARBOSA (2006), MFV é uma técnica para a visualização de todo o layout do sistema produtivo a fim de facilitar a visão e identificação do fluxo de valor. Com essa técnica é possível identificar as atividades que agregam valor ao cliente e aquelas que não agregam valor algum, ou seja, atividades que devem ser eliminadas.

A análise do processo com o uso desta ferramenta favorece a identificação das paradas e reinícios de produção recorrentes, típicos de sistemas produtivos. Esses distúrbios diminuem significativamente o “lead time” de produção, reduzem o tempo de processamento, geram estoque e prejudicam a manutenção da qualidade com o aparecimento de não-conformidades.

1.2 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC) é uma metodologia de gerenciamento de organizações criada pelo físico israelense Dr. Eliyahu M. Goldratt, e popularizada pelo seu best-seller "A Meta", que trata das dificuldades enfrentadas pelo gerente de uma fábrica, em administrar sua empresa, com o objetivo de reduzir a despesa operacional e o inventário aumentando simultaneamente o ganho, evitando a falência da empresa.

Segundo UMBLE & SRIKANTH (1990), restrição é qualquer elemento que impede que o sistema atinja sua meta de ganhar mais dinheiro agora e no futuro. Assim, percebemos que o conceito de restrição é amplo e não se restringe aos recursos produtivos como máquinas ou homens. Restrição é toda e qualquer limitação da quantidade que poderia ser produzida caso houvesse uma maior capacidade de um dado recurso. A TOC se estabeleceu nestes últimos 30 anos como uma forma humana, eficaz e eficiente de gerir organizações. Sua utilização valoriza todos os resultados globais encontrados em detrimento dos resultados das partes (por setores, máquinas, empresas),

enfatizando que as restrições são os obstáculos do sistema, tomando como base para que esse não venha a prejudicar os resultados dos objetivos e metas estabelecidos pelas empresas.

Visando atingir a meta nas empresas industriais a TOC propõe a utilização de cinco passos globais descritos sucintamente a seguir:

– Passo 1: Identificar a(s) restrição(ões) do sistema. As restrições podem ser internas ou externas. Quando a demanda total de um dado mix de produtos é maior do que a capacidade da fábrica diz-se que tem um gargalo de produção.
– Passo 2: Utilizar da melhor forma possível a(s) restrição(ões) do sistema. Se a restrição é interna à fábrica, ou seja, se existe(m) gargalo(s), a melhor decisão consiste em maximizar o ganho no(s) gargalo(s). No caso da restrição ser externa ao sistema, em que não existam gargalos na fábrica, as restrições impostas pelo mercado estará limitando o Ganho.
– Passo 3: Subordinar todos os demais recursos à decisão tomada no passo 2. A lógica deste passo, independentemente da restrição ser externa ou interna, consiste em reduzir ao máximo os Inventários e as Despesas Operacionais e ao mesmo tempo garantir o ganho teórico máximo do sistema de produção. A redução desses fatores depende de uma gestão eficaz da lógica dos estoques e do acúmulo de máquinas e equipamentos. Garantir o máximo ganho depende da redução da variabilidade do sistema o que pode ser também conseguido pela correta gestão dos estoques intermediários.
– Passo 4: Elevar a capacidade da(s) restrição(ões). Se a restrição for interna, isto consiste em dimensionar o fluxo de produção na empresa, ou seja, reduzir os lotes de pedidos de forma a aumenta o mix de produção, com lotes menores, evitando a elevação dos estoques e adequando a produção a máquina gargalo. Se as restrições forem externas são necessárias ações diretamente vinculadas ao aumento da demanda no mercado e/ou a política de preços. Isto pode implicar, por exemplo, em ações de marketing via a segmentação de mercados, alteração no preço dos produtos baseados na lógica de elasticidade de demanda, criação de novos produtos, etc.
– Passo 5: Após a restrição ser quebrada ou a aplicação das ações surgirem efeitos, deve-se voltar ao passo 1, identificando novamente uma nova restrição

no sistema e aplicando todos os passos cabíveis. Caso a restrição continue há a necessidade de continuarmos a partir do passo 2, buscando a melhor maneira de utilizar essa restrição não deixando que a inércia tome conta do sistema. Isto implica na necessidade de analisar novamente o sistema como um todo. Na lógica da TOC, as melhorias não devem ter fim, ou seja, a TOC visa um processo de mudanças contínuas.

2. Objetivo Geral

Investigar e diagnosticar as restrições encontradas na linha de produção, do setor de corte de madeira da empresa COFAMA e melhorar os ganhos de produção.

3. Objetivos Específicos

- Aperfeiçoar o conhecimento das ferramentas MFV e TOC;
- Apresentar a aplicação em conjunto das ferramentas citadas;
- Investigar a(s) restrição(ões) do processo de corte de madeira, buscando de maneira rápida e eficaz sua eliminação usando as cinco etapas da TOC;
- Propor otimizações no fluxo de produção com o uso do MFV em seu estado futuro;
- Propor melhorias e sugestões ao processo de implantação.

4. Relevância / Justificativa

Os resultados atualmente apresentados pela empresa COFAMA estão abaixo do esperado, segundo as expectativas do proprietário. Para ele, há alguns aspectos a serem melhorados, seja na eficiência de seus equipamentos, dos processos de produção, no fluxo de agregação de valor e na comunicação com os fornecedores. Após essa impressão apresentada pelos empreendedores da COFAMA, os autores desse estudo, com base nos

conceitos, teorias, filosofias e conhecimentos adquiridos no ambiente acadêmico, vislumbraram um potencial de melhoria do quadro, utilizando-se de ferramentas e métodos descritos acima.

O processo de produção da empresa montado em forma de fluxo, contribuirá para a aplicação do MFV e a TOC permitirá ao grupo de trabalho buscar onde estão as restrições que impedem que os resultados satisfação as necessidades de retorno da empresa.

Outra questão importante a ser considerada diz respeito à possibilidade de outras sugestões de melhorias por parte do grupo, conforme for sendo encontrada durante o mapeamento da produção, já que os conhecimentos acadêmicos adquiridos capacitam os autores na aplicação estruturada de propostas de melhorias, seja no processo em questão, sejam nos demais ambientes da empresa.

Além disso, a presença de um grupo de trabalho na busca por eliminação e/ou redução dos problemas, tende a trazer um aspecto motivacional para os demais membros da equipe da empresa que passam a compreender que a mesma tem o desejo de mudar e melhorar, possibilitando novas iniciativas e propostas semelhantes ao desenvolvido.

5. Metodologia

O método utilizado para realização deste trabalho foi o estudo de caso, considerado um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em associação com uma ação ou com uma solução de problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo e participativo.

A coleta de dados necessários se dará por meio de observação direta do objeto de estudo deste trabalho, levantamento dos tempos de ciclo e do lead time do processo de corte de madeira. A metodologia apresentada deverá ser

considerada como um modelo de referência, com o intuito de guiar as ações de melhoria dos processos que não estão sendo eficientes.

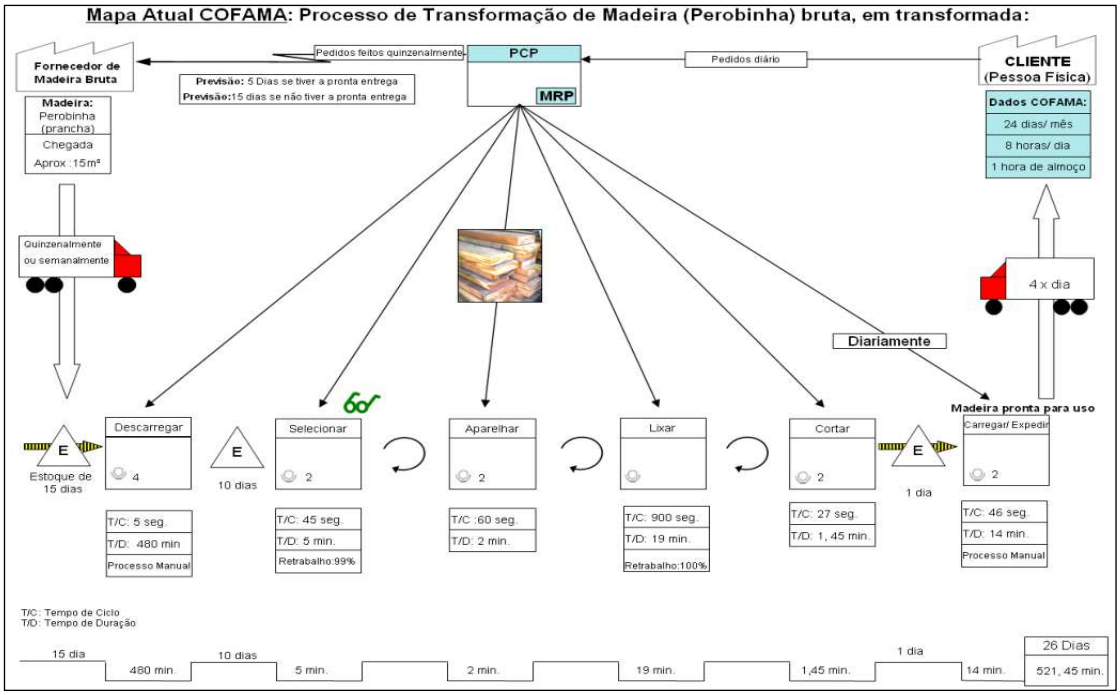
6. Estudo de Caso

Para compreender o fluxo foi feito um levantamento dos processos envolvidos na empresa, desde a entrada de pedidos da empresa até a entrega da madeira transformada, sendo que o produto que foi analisado é denominado pela empresa como Perobinha (nome vulgar) da espécie Aspidosperma Polyneuron. Foi escolhido esse tipo madeira, pois atualmente é o produto que mais é consumido pelos clientes. A empresa compra o produto bruto de seus fonecedores, e realiza dentro de sua empresa alguns processos como corte, aparelhagem e lixamento, sendo esse posteriormente vendido ainda como um item bruto já que a mesma é utilizada principalmente na construção civil. Por exemplo, dela faz-se vigas, caibros, ripas, marcos de portas e janelas, venezianas, portas, portões, rodapés, molduras, tábuas e tacos para assoalhos, degraus de escadas, móveis pesados, carteiras escolares entre outras aplicações.

A empresa nunca havia utilizado nenhuma ferramenta de otimização do fluxo, sendo que os diretores vêem na proposta uma grande oportunidade de crescimento e lucratividade, já que a mesma vai focar na fragmentação dos processos produtivos, identificando de forma clara e objetiva as operações gargalos, ou seja, aquelas que não trabalham em um mesmo fluxo/processo de capacidade igual aos demais equipamentos, gerando atrasos de pedidos e estoques excessivos.

O estudo para criação do VSM, foi feito diretamente na empresa, junto aos diretores e operários, que demonstraram de forma clara, como as operações são realizadas, bem como foi utilizado cronômetros para medição de cada atividade, tirando o tempo de ciclo das operações durante um certo período de tempo, de forma a não obter valores mascarados, mas sim valores

que mostram a realidade de execução das atividades na COFAMA nos dias de hoje.



A Figura 1 abaixo, um demonstrativo do mapa de estado atual:

Figura 1 – Mapeamento Estado Atual – Madeireira Cofama

6.1 Balanceamento dos processos

O balanceamento é a análise de linhas de produção que divide igualmente o trabalho a ser feito entre estações de trabalho, a fim de que o número de estações de trabalho necessário na linha de produção seja minimizado. Com um fluxo mais balanceado em seus tempos produtivos, propicia a redução dos recursos produtivos, sejam a quantidade de equipamentos, máquinas e mão de obra.

Para melhor visualização do estado atual do balanceamento do processo em estudo foi elaborado um gráfico. Na Figura 2, pode-se observar as operações de seleção, aparelhamento, lixamento, corte e expedição da madeira bruta perobinha, com os seus respectivos tempos individuais:

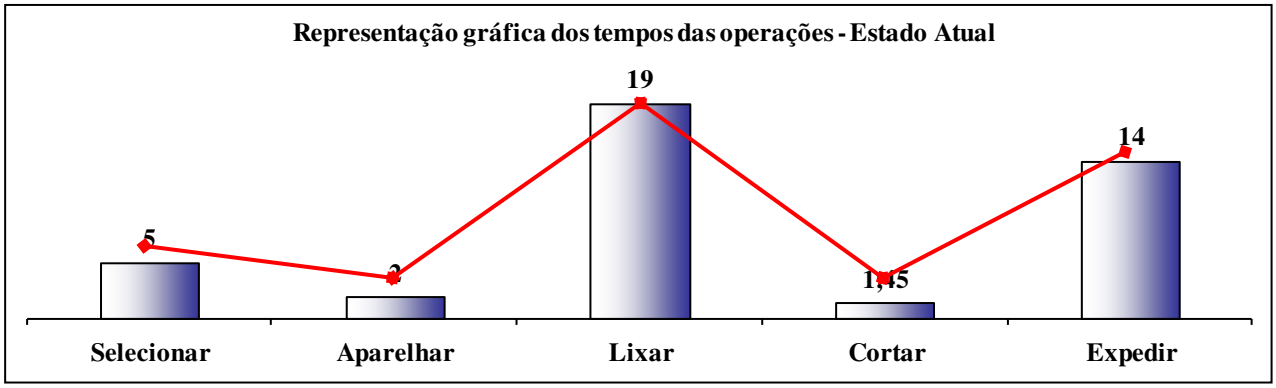


Figura 2 – Gráfico dos tempos do processo (Fluxo Atual)

O processo de descarregamento da madeira não foi inserido no gráfico, pois essa etapa só é finalizada após descarregamento completo do caminhão de madeira, não sendo possível demonstrar em tempo real o processo de descarregamento de apenas uma madeira.

7. Detalhes do processo de produção

Com a melhor visualização do mapa do estado atual, podemos identificar as operações gargalos e como o fluxo se encontra atualmente na linha de produção.

No primeiro estágio há um lead time muito grande para se descarregar as matérias-prima, já que a empresa não dispõe de espaço físico adequado e nenhum sistema de descarregamento automático, todo processo é feito manualmente por 4 operadores.

No segundo estágio há a seleção das peças que irão para os clientes, cada tipo de madeira é selecionado e separado dos demais e sendo colocados uns sobre os outros. Não há um processo de FIFO (First In First Out), sistema que garante que a primeira peça que entre no kanban, almoxarifado, ou qualquer tipo de armazenamento, seja a primeira a sair. Na etapa seguinte há o processo de aparelhar, que consiste em limpar / lixar toda a madeira, onde esse processo é feito por 2 operadores. É necessário, pois as madeiras que

geralmente vão ser utilizadas necessitam que estejam livres de rebarbas e manchas superficiais.

A máquina que executa a operação do aparelhamento encontrava-se em mal estado de conservação e sem programa de manutenções preventivas, gerando grandes necessidades de retrabalho. Para isso foi criado uma operação posterior a esse, chamado de lixamento, de forma assim, a atender a qualidade.

No processo seguinte, o de corte, é feito sob medida de acordo com cada cliente e projeto, onde há tamanhos padrões, porém a variabilidade é grande nesse processo.

Após passar por todos os processos dentro da empresa, a "matéria prima" é carregada e entregue diariamente.

7.1 Encontrando a Restrição

Com os processos descritos e o mapa de estado atual criado, começamos a levantar dados que apontassem a restrição, além de uma análise *"in loco*, verificando e tomando tempo de todos os processos, passando pela parte de selecionar que demonstrou um cycle time de 5 minutos, posteriormente a etapa de aparelhar com 2 minutos, a etapa de lixamento foi levantando 19 minutos, o corte da peça 1,45 minutos e no processo de expedir o produto 14 minutos. Após algumas análises, identificamos como primeiro ponto de restrição a ser explorado o processo de lixamento, já que, tem um tempo de 19 minutos para realização das etapas. Desconsideramos o processo de descarregamento, pois o investimento que se adequaria a esse processo seria de valores irreais para empresa, que por se tratar de pequeno porte não atinge um target de investimentos altos.

7.2 Explorando a Restrição

O processo de lixamento foi criado devido a uma falha do processo anterior de aparelhar a madeira, que após certo período de uso do equipamento, a lâmina que era utilizada para aparelhar, perdeu seu corte e acabou fazendo um serviço superficial deixando para o próximo processo terminar o mesmo.

O processo de lixamento é realizado por 2 operadores que colocam a madeira sobre uma plataforma, e com uma lixadeira manual, ele repassa toda madeira do processo anterior, tendo um grande tempo de ciclo e estoque de madeira do processo anterior, que tem um lead time de 2 minutos. Por se tratar de um processo manual, há um problema ergonômico principalmente nesta etapa, pois a plataforma que é colocada a madeira, fica a1 metro do chão, devendo o operador ficar de maneira inadequada, e conseqüentemente piorando sua vida laboral.

Apesar de grande impacto nesta etapa de exploração da restrição podemos perceber que na verdade o que impacta na produção é o processo anterior, sendo ele então a restrição. Já que o mesmo não consegue se adequar ao fluxo contínuo, passando todas as suas operações para a etapa seguinte tendo o retrabalho como consequência. Nesse caso o processo de lixamento seria eventualmente utilizado só em alguns casos, se o aparelhamento das madeiras fossem eficientes.

Fica um importante ponto de relevância a ser feito para o processo de aparelhar, por ser um importante meio de qualidade e produtividade, o mesmo ainda não tem nenhum plano de manutenção preventiva, apenas corretiva.

7.3 Subordinando a Restrição

Como o sistema deve ser analisado como um todo, para que a decisão anterior tenha resultado é necessário que os outros processos da empresa acompanhem o ritmo do processo “aparelhagem”, ou seja, será necessário nivelar os tempos dos processos, de forma que eles não sejam mais rápidos ou mais lentos que a restrição.

Como primeira estratégia, foi feito um estudo com os tempos coletados (Figura 03), de forma a adequar os tempos das operações selecionar, lixar, cortar e expedir, balanceando seu fluxo e seus tempos, através dos mesmo serem subordinados ao processo de aparelhagem.

Outro ponto importante é o treinamento dos funcionários de outros setores para trabalharem no processo de aparelhagem, pois esse processo atualmente é o mais importante da produção, sendo assim, por se tratar de uma empresa de pequeno porte, a eventual falta de funcionários do processo "restrição", não seria um problema, pois haveria funcionários qualificados para executar o serviço, sem perder a eficiência na eliminação da restrição.

7.4 Elevar a Capacidade da Restrição

A elevação de capacidade do processo aparelhagem será feito através da implantação de Kaizen no equipamento, ou seja, implantaremos um cronograma de manutenções preventivas no mesmo, pois o equipamento atualmente encontra-se com a faca de aparelhagem em péssimas condições de uso, gerando desperdícios de matéria-prima e tempo, essas condições faz com que, o processo aparelhagem seja a restrição do sistema. Após a implantação e o cumprimento desse Kaizen, o processo posterior (lixamento) consequentemente diminuirá seu cycle time, pois a quantidade de re-trabalho será consideravelmente menor, fazendo com que o nivelamento dos tempos dos processos de produção consigam ser nivelados.

8. Resultados

Com a aplicação da ferramenta Mapa Fluxo de Valor (MFV) e posteriormente a Teoria das Restrições (TOC), foi apresentado aos diretores da empresa um documento contendo todos os resultados obtidos, a restrição encontrada e as oportunidades de melhoria para balanceamento do fluxo.

Com o nível de capabilidade do processo elevado, a seleção da matéria prima passou a ser minuciosa, garantindo a qualidade e produtividade, já que, devido o melhor balancemaneto do fluxo e a criação de um plano de manutenção preventiva para o processo de aparelhagem, o processo lixamento diminuiu significativamente obtendo agora um tempo de ciclo de 4 minutos.

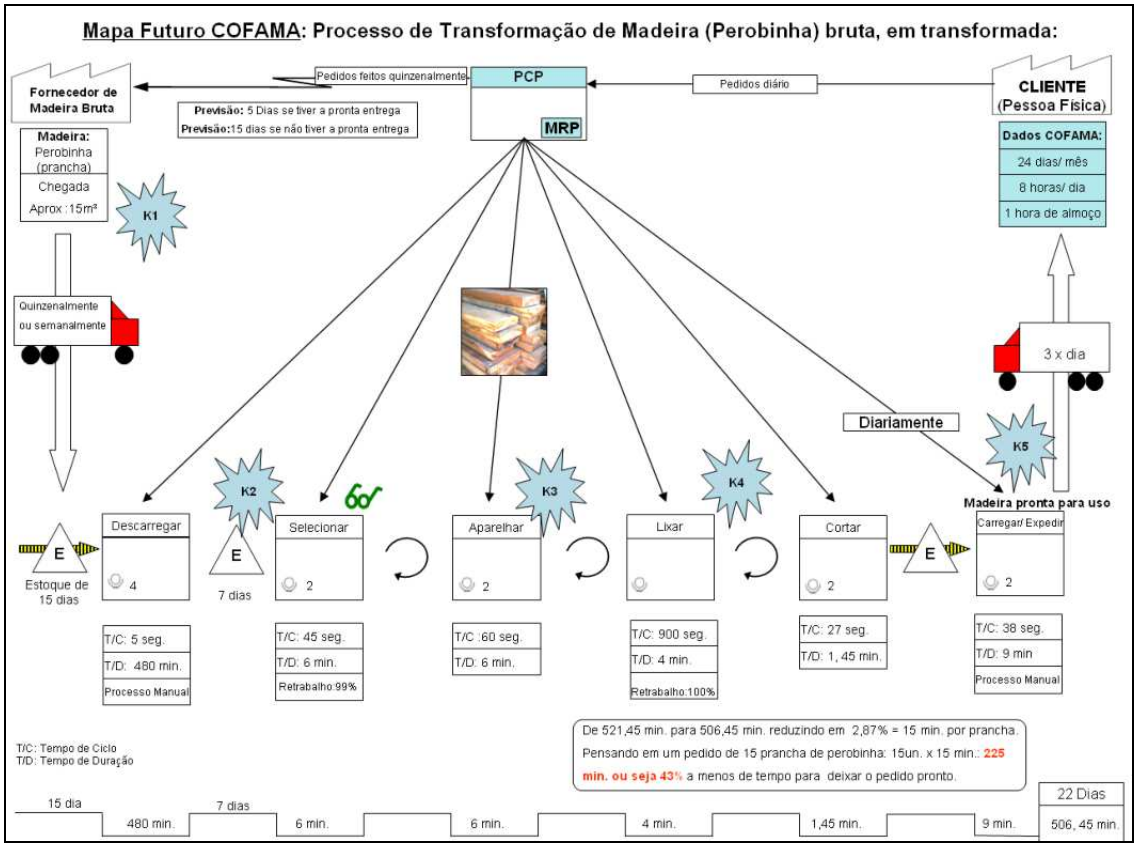


Figura 3 – Mapeamento Estado Futuro – Madeireira Cofama

Este grande impacto de melhoria nesses dois processos fizeram com que o fluxo de trabalho para o corte da peça estabelecesse um parâmetro produtivo subordinado ao anterior, garantindo estabilidade e a eliminação do tempo ocioso.

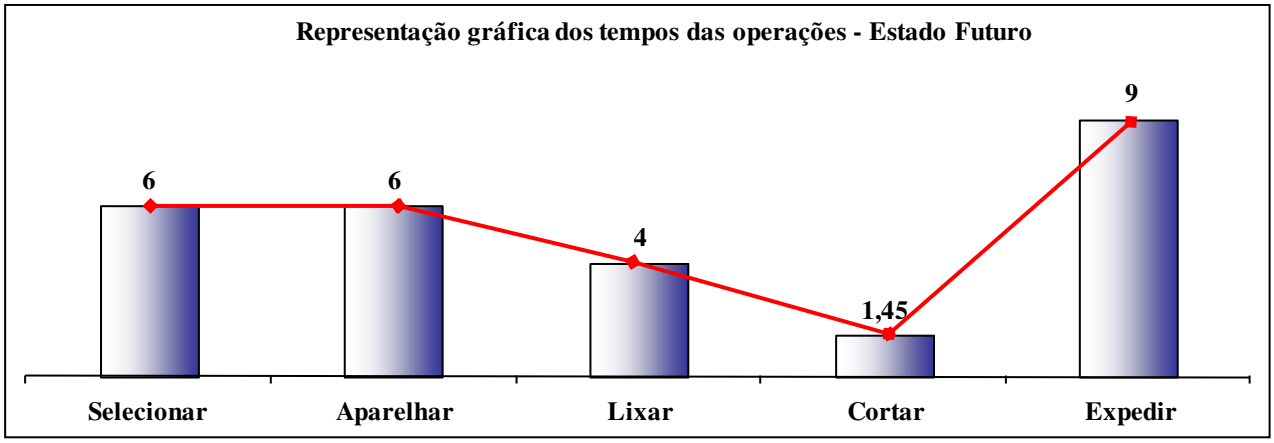


Figura 4 – Gráfico dos tempos do processo (Fluxo Futuro)

Após a apresentação da melhoria no processo, podemos perceber que a expedição das madeiras poderiam ser controladas e utilizadas estrategicamente, já que, com um processo balanceado, o controle da produção poderá ser antecipado, assim adotando 3 horários de entrega durante o dia, direcionando as entregas por regiões, diminuindo gradativamente o custo de entrega.

Ambas melhorias foram significativas para exploração e redução de custos, contribuindo de forma eficiente na melhora da produtividade e da colocação da empresa no mercado competitivo. Com os resultados alcançados, várias oportunidades de melhoria poderam ser criadas e apresentadas junto ao resultado, demonstrando ainda mais a eficácia das 2 ferramentas, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Oportunidades – Kaizens

OPORTUNIDADES – KAIZENS	
K1	Fornecedor não entrega quantidade solicitada e no dia combinado
K2	Não existe estocagem padronizada para evitar movimento e transporte desnecessários
K3	Não possuem cronograma de preventivas nos equipamentos, gerando desperdícios: perda de matéria prima, tempo, movimento, espera, estoques desnecessários, entre outros

K4	Retrabalho devido processo anterior não ser eficaz, melhorando o processo de aparelhar o lixamento de madeira, contribuindo com a pontualidade nas entregas.
K5	Gerenciamento de logística poderá ser melhorado, definição de horários para entrega, pedidos não ficarão parados aguardando carregamento para entrega

8.1 Plano de Ação

Com os problemas identificados e mostrados no mapa de fluxo de valor, foi proposto um plano de ação de forma a dimensionar e pontuar os pontos que devem ser tomados para ações a curto prazo, de forma a flexibilizar todo o processo dentro da empresa, e dar maior autonomia no processo, demonstrando maior capabilidade para atender os clientes.

Tabela 2 – Plano de ação

PLANO DE AÇÃO SUGERIDO		
O QUE FAZER?	***POR QUE? (Justificativa)***	***COMO?***
Parceria com novos Fornecedores e Madeireiras.	Fornecedor atual não entrega quantidade solicitada e no dia combinado, isso faz com que a Empresa perca clientes.	Pesquisa de novos Fornecedores, através da internet e indicações de futuros parceiros do ramo.
Pré Seleção de madeiras no descarregamento.	No descarregamento não há padronização de estocagem, gerando movimentos e transportes desnecessários no processo seguinte.	Durante o descarregamento, dois funcionários serão responsáveis pela pré seleção, enquanto os outros três serão responsáveis pelo descarregamento.
Implantação de cronogramas de manutenção preventiva no equipamento de aparelhar a madeira (Perobinha)	O equipamento está mal regulado e com a faca de aparelhagem em péssimas condições de uso, isso gera desperdícios, perda de matéria prima, tempo, perda qualidade no produto final e riscos à saúde dos funcionários.	Criação e implantação de cronograma de manutenção preventiva no equipamento, seguindo rigorosamente as datas e horários em que será necessário fazer a manutenção.
Otimização do Setor Logístico da Empresa, ou seja, organizar as entregas diárias dentro da cidade e semanais em outras cidades.	Otimizando esse Setor, a Empresa reduzirá gastos com com o veículo que faz as entregas e conseguirá entregar a mercadoria num melhor tempo para o cliente final, no que implicará num lucro maior para a Empresa e a satisfação garantida do cliente.	Criação de planilhas diárias com as informações referentes à entrega, data e hora do pedido, local (sendo dentro da cidade ou em outras cidades), data máxima de entrega exigida pelo cliente e outras informações classificadas como necessárias.

9. Conclusão

Este artigo realizou um estudo de caso no principal produto comercializado (perobinha) em uma empresa do ramo madeireiro, onde foi possível verificar que a aplicação das ferramentas Mapa de Fluxo de Valor e Teoria das Restrições em conjunto, pode trazer resultados satisfatórios, conseguindo focalizar a atenção nos problemas que possam impedir a empresa no alcance de suas metas.

De acordo com os princípios da TOC, as energias gastas devem estar concentradas nas restrições do sistema, e para isso, o estudo utilizou o MFV que auxiliou de maneira eficaz a identificação da restrição, conseguindo ter uma visão global da situação atual da cadeia produtiva da madeireira.

Com a identificação de que o processo de aparelhar seria a restrição, pode-se dar seqüência nos passos de focalização TOC, explorando a restrição, subordinando-a e elevando sua capacidade para conseguir tornar os processos balanceados e assim aumentando a capacidade de produção da empresa.

As melhorias apresentadas foram implantadas na madeireira, conseguindo uma maior lucratividade e qualidade nos processos, minimizando os desperdícios com materiais, matéria prima, tempo e pessoas, trazendo para a organização velocidade nas entregas dos pedidos e satisfação dos clientes.

10. Referências

ANTUNES, JUNICO. *Sistemas de produção.* Porto Alegre: Bookman, 2008, 1 ed.

CORBETT NETO, THOMAZ. *Contabilidade de Ganhos.* São Paulo: Nobel, 1997.

GIL, ANTÔNIO CARLOS. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa.* São Paulo: Atlas, 1991.

GUERREIRO, REINALDO. *A meta da empresa.* São Paulo: Atlas, 1996.

GOLDRATT, ELIYAHU M. COX, JEFF. *A meta.* São Paulo: Educator, 1993.

GOLDRATT, ELIYAHU M. *Mais que sorte... um processo de raciocínio.* SP: Educator,1994.

GOLDRATT, ELIYAHU M. FOX ROBERT E. *A corrida pela vantagem competitiva*. São Paulo: Educator, 1992.

MARTINS, PETRONIO G. LAUGEN, FERNANDO P. *Administração da Produção.* São Paulo: Saraiva, 2005,

2 ed.

ROTHER, MIKE. SHOOK JOHN. *Aprendendo a enxergar*. São Paulo: Lean, 2000.

SLACK, NIGEL. CHAMBERS, STUART. JOHNSTON, ROBERT. *Administração da Produção.* São Paulo: Atlas, 2002, 2 ed.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação.* São Paulo: Cortez, 2009, 17 ed.

UMBLE, M.M. & SRIKANTH, M.L. *Synchronous Manufacturing. South-Western* Publishing CO ,Cincinnati, 1990.

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM DIFERENTES ACUMULADORES ELETROQUÍMICOS DE ENERGIA

Comparative study of different batteries technology for photovoltaic systems

DIAS JR., Luiz Eduardo Ferreira
automação@facmaxplanck.edu.br
Faculdades Max Planck

Resumo: Os sistemas de geração de energia elétrica com painéis fotovoltaicos (FV) têm se mostrado uma alternativa viável para diversas aplicações. Uma das possibilidades que é bem atendida por suas características é a geração em sistemas isolados. Atualmente, por volta de 60% das células FV fabricadas no mundo tem essa aplicação [1]. No entanto, para um fornecimento contínuo de energia, esses sistemas (que atuam desconectados da rede) precisam de sistema de armazenamento da energia. O armazenamento da energia gerada pelos painéis FV, se faz necessário por diversos motivos: sazonalidade da fonte, não equivalência entre a potência gerada e a potência da carga, dimensionamento da autonomia, etc. Nesse trabalho, dentre as tecnologias disponíveis, foi analisada a solução que utiliza baterias. O sistema mais usual, com aplicação de baterias chumbo – acido,foi comparado com baterias alcalinas (NiMH) e Li – íon. O dimensionamento de um sistema FV com diferentes tecnologias foi realizado a fim de se conhecer quais as vantagens que podem ser obtidas. Como conclusão, o trabalho apresenta aspectos técnicos que foram considerados na escolha do tipo de bateria e painel FV, mostrando que a tecnologia usual de baterias chumbo-ácida ainda é a opção mais viável, mesmo com a redução de painéis FV que são um item de alto custo no sistema como um todo.

Palavras-chave: Baterias de lítio-íon, energia fotovoltaica, armazenamento de energia

Abstract: The PV systems have showed a feasible way to generate electric energy in a wide numbers of applications. One of the important possibilities that have been very well accepted is the stand alone systems. Now, around 60 % of

all PV systems in the world are made to be applied in this case [1]. However, in order to offer a continuous energy supply, the PV systems need an energy store system. This requirement is compulsory in stand alone applications for an all sort of reasons: seasons of the year, clouds days, generated power can be different of the load, autonomy of the energy supply, etc. In this paper, within the available storage technologies, we focused in systems with batteries. A description of different PV technologies will be made; different technologies of batteries will be descripting as well. As a conclusion, the work shows that no significant advantage was obtained with the using of NiMH or Lí – íon technologies.

Keewords: lithium-ion battery, photovoltaic energy, energy storage

1 Introdução

A geração de energia fotovoltaica (FV) tem apresentado uma rápida evolução ao longo dos últimos anos. Seja por suas características técnicas interessantes, por questões ambientais ou mesmo pela necessidade de busca por novas fontes de energia.

Os painéis fotovoltaicos receberam significativos investimentos em pesquisa na última década, o que gerou uma queda de preços nos painéis. No entanto, se o sistema for isolado, há a necessidade de sistemas de armazenamento de energia, que não acompanhou o mesmo ritmo de redução de preços.

Apesar do desenvolvimento alcançado, os sistemas FV ainda apresentam problemas na sua utilização. Custo elevado, degradação dos painéis, baixa eficiência na conversão fotoelétrica e armazenamento da energia são alguns destes que merecem ser citados. Portanto para uma utilização eficiente e tecnicamente apropriada, o correto dimensionamento do projeto com geração FV deve receber atenção prioritária.

Dentre os aspectos mais relevantes estão a escolha das tecnologias de painéis FV e das baterias, estas que farão o armazenamento da energia em momentos que os painéis não tem como fornecer a energia requerida pela carga. Exatamente visando o fornecimento contínuo de energia elétrica, é que os seguintes aspectos também devem ser considerados: autonomia requerida, carga que será ligada, horas de insolação e energia produzida.

2 Requisitos do sistema

Como hipóteses, as seguintes perguntas devem ser respondidas para se obter as características do sistema:

2.1 Características da insolação

Para efeito de estudo a região que será considerada é a Região Metropolitana de Campinas, no Estado de São Paulo. Essa escolha foi feita por ser tratar de uma região de interesse elevado econômico, pela sua abundante quantidade de horas de sol e pela disponibilidade de dados. Os dados já tratados foram obtidos na referência [2] e foi considerado o período com a menor radiação média diária (no caso, o mês de junho com 3,42 $kWhm^{-2}dia^{-1}$). Com um fator de correção para superfícies inclinadas em 25 º (o que otimiza o sistema) temos o valor de 4,62 $kWhm^{-2}dia^{-1}$.

2.2 Carga requerida

No trabalho foi considerado o atendimento de uma residência com um consumo médio de 65 kWh/mês o que se dividido por 30 dias fornece uma carga diária de 2100 Wh. Esse valor foi estabelecido a partir de [2] e não é necessariamente a realidade de consumo da região em estudo. Foi apenas adotado por se tratar de um consumo típico das residências no Brasil [2].

2.3 Autonomia requerida

Levando-se em consideração o consumo mensal de energia já citado, o valor de autonomia aceito para esse tipo de aplicação (não crítica) é de 5 dias [3]. O número de baterias será calculado de acordo com as diferentes características apresentadas por cada tecnologia. Para o cálculo do número de baterias a seguinte expressão é utilizada:

$$Nb = Cd \times Autonomia / Cn \times DoD \qquad (3.1)$$

Onde Cd é o consumo diário (que varia durante as horas do dia) dado em Ah, autonomia é dada em dias, Cn é a capacidade nominal dado em Ah e DoD é a profundidade da descarga (que varia entre as tecnologias de baterias, em Inglês, *Deep of Discharge*).

3 Visão Geral sobre painéis FV

Basicamente, painéis FV produzem energia elétrica a partir da exposição a uma fonte luminosa. Fótons (pacotes de energia) deslocam elétrons da junção *p-n*, para produzir uma corrente elétrica de natureza contínua (C.C.), que é proporcional a intensidade da luz incidente [2]. A energia diária produzida pelos painéis FV é medida pela expressão:

$$Ed = Hp.Ip.Vp \qquad (4.1)$$

Onde Ed representa a energia diária produzida, Ip e Vp são respectivamente a corrente e tensão de pico gerados pelos painéis e Hp são as horas de pico de insolação. Para o cálculo do número de painéis FV é utilizada a seguinte fórmula:

$$Np = C\ diário / Ed \times Ec \qquad (4.2)$$

 ISSN 1679-8902

Onde C diário é o consumo diário em Ah, Ed é a Energia diária produzida em Wh e Ec é a eficiência de carga das baterias.

As eficiências dos painéis FV estão descritas pela Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Eficiências das tecnologias de células solares. Fonte: [2].

Tecnologia	Eficiências	
	Célula (%)	Módulo (%)
Silício cristalino	27	10-17
Silício policristalino	18	9-12
Filme fino silício policristalino	17	8
Filme fino de cobre e índio	19	12
Material monocristalino	10	-
Filme fino de telureto de Cd	16	9

O modelo de painel FV adotado foi um Solarex MSX – 56, tensão padrão de 12 V, corrente de 3,35 A e potência de 56 W, da tecnologia de silício policristalino. Este modelo foi adotado por dois motivos: facilidade de ser encontrado no mercado e por já ter sido aplicado em outros projetos tornando suas características conhecidas pelo autor.

4 Visão geral da tecnologia das baterias

As tecnologias de baterias que serão avaliadas nesse artigo levam em conta a sua disponibilidade comercial e aplicação estacionária. Uma breve descrição de suas características é apresentada na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Tecnologias e modelos de baterias. Fonte [4] e Elaboração Própria.

Tecnologia	DOD [5]	Fabricante / Modelo	Capacidade Nominal	Energia Específica [1]	Eficiência[5]
Chumbo - Ácida	70 %	Enersys/Power Safe SBS	190 Ah	25-35 Wh/kg	80 %
Níquel Metal - Hidreto	80 %	Saft/NHE 200	200 Ah	65-75 Wh/kg	66 %
Lítio – íon	90 %	Enersys/ Redion	360 Ah	100-150 Wh/kg	95 %

5 Dimensionamento do sistema

A energia diária gerada por módulo (utilizando-se a Equação 4.1) será então para 6 horas de pico [2]:

Ed = 4,62 x 12 x 3,35 = 185,73 Wh.

Com a utilização das Equações 3.1 e 4.2, a Tabela 3 apresenta os resultados para as diferentes tecnologias de baterias:

Tabela 3 - Número de baterias e painéis FV

Tecnologia	Número de baterias	Número de painéis
Chumbo - Ácida	7	14
Níquel Metal - Hidreto	6	17
Lítio – íon	3	12

6 Conclusão

Como conclusão do trabalho os seguintes aspectos merecem atenção: o dimensionamento com duas tecnologias que não são usuais para sistemas FV isolados (NiMH e Lí-íon) não possibilitou vantagens técnicas expressivas (redução no número de baterias para NiMH e número de painéis para Lí-íon).

Uma estimativa de custo (4 a 5 vezes o valor das baterias Pb-Ácida) já mostra que dificilmente há vantagem econômica também.

As perdas com inversores e controladores de carga não foram consideradas, o que é um fator de desvantagem para as tecnologias não usuais.

A título de exemplificação, entre as tecnologias Pb-Ácido e Li-íon, tivemos uma redução de 4 baterias (57,1%) no sistema de lítio, mas uma redução de 2 painéis (14,3%) no dimensionamento do sistema. Ou seja, mesmo com uma razão de redução de 4 vezes entre baterias/painéis FV a razão de 5 vezes de aumento nos custos destas baterias não justifica a troca.

Um estudo que leve em conta vida-útil dos componentes talvez possa apresentar vantagens em longo prazo para as outras tecnologias.

Referências

[1] Jossen, A., Garche, J., Sauer, D.U., *Operation conditions of batteries in PV applications, 2004,* Solar Energy vol. 76, 759 – 769.

[2] Camargo, J.C. *Medidas do potencial fotovoltaico na região das bacias dos Rios Piracicaba e Capivari*, Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM/ UNICAMP, 2000.

[3] Furlan, A.L., *Análise comparativa de sistemas de armazenamento de energia elétrica fotovoltaica por meio de baterias e hidrogênio em comunidades isoladas da região Amazônica,* Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM/UNICAMP, 2008.

[4] Broussely M., Industrial applications of batteries. From cars to aerospace and Energy Storage – Chapter 4:Traction batteries. EV and HEV. Broussely M. e Pistoia G. Eds. Elsevier B.V, 2007.