

A ENGENHARIA E O GERENCIAMENTO AMBIENTAL

RESUMO

O presente artigo mostra a inter e multidisciplinidade da questão ambiental em relação aos recursos (meios) com que a engenharia tem corroborado para a melhoria contínua da qualidade de vida. Os quatro principais fatores (Recursos: Tecnologia, Processo, Projeto Produto, Informações e Recursos Humanos) da engenharia são abordados de forma geral; é também objetivo deste trabalho compreender a dinâmica da reconceitualização e do processo de aprender a aprender dentro do processo de interação dos ambientes internos e externos da empresa. Embora tratando-se de um trabalho de contornos acadêmicos, pretende-se ter produzido uma visão geral dos conceitos hoje causados pelo tema, considerando a área temática complexa e de interesse progressivo.

Palavras-chave: Engenharia, Meio Ambiente, Tecnologia, Processo Produtivo, Projeto do Produto, Competitividade, Sobrevivência.

**João M. Tavares
Júnior**

ex-aluno do Curso de Engenharia Mecânica e do Curso de Especialização em Gerência de Produção da UNIFOR, Prof. da ETFCE e aluno do PPGEF da UFSC

**Sandra Sulamita
Nahas Baasch**

professora do PPGEF da UFSC

Osmar Possamai

professor do PPGEF da UFSC

ABSTRACT

This article shows the inter and multi-relationship among subjects on the environmental issue, related to the resources (means) with which the engineering area has corroborated for the continuous life-quality improvement. The four main factors (Resources: Technology, Process, Product, Product Project, Information and Human Resources) of the engineering area are approached within a general view; it is also the aim of this article to

understand the dynamics of the learnership process within the process of interaction of inner and outer environment of the companies. Although it is a discussion with an emphasis in the academic context, it has an objective of having produced, through this approach, a general view of the concepts caused by this theme, taking in account the complex and thematic area and of progressive interest, the environment.

Key words: Engineering, Environment, Technology, Product, Project, Competitivity, Survival.

INTRODUÇÃO

A sobrevivência da empresa tornou-se elemento fundamental, tendo em vista a competitividade advinda de uma economia globalizada e internacionalizada, que obriga a todos que pretendem permanecer no mercado a obter um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis - Informações, matéria-prima, mão-de-obra, máquinas e equipamentos, e recursos naturais de forma a atender as necessidades e exigências que o mercado impõe.

Nas últimas três décadas, a questão ambiental tem abrangido e englobado vários temas, saindo da esfera da ecologia e biologia, principalmente, e tornando-se inter e multidisciplinar, onde cada área tem corroborado com informações valiosas.

Assim, numa época de aumento da consciência ambiental e preocupação da comunidade tanto científica quanto do ponto de vista do consumidor, os programas de gerenciamento ambiental e as normas têm levado a área técnica a tratar o assunto como uma força competitiva para sobrevivência da empresa, tendo em vista o crescente conhecimento das implicações sobre o meio ambiente, causadas pelos principais fatores do sistema produtivo, que passaram a ser encarados como responsáveis "número um" pelos problemas de degradação do meio ambiente.

A problemática ambiental e a sustentabilidade aparecem hoje no cenário internacional como as variáveis mais importantes; assim a engenharia tem que se preparar para responder às necessidades do mercado, de maneira que pesquisadores e representantes dos mais variados setores busquem a redução ou eliminação dos impactos e a recuperação do meio ambiente.

Este trabalho contribui para a reflexão sobre os conceitos e as características do

tema, tendo as considerações teóricas sobre os principais fatores da engenharia como elemento central de um ambiente competitivo e um mercado globalizado.

PRINCIPAIS FATORES DA ENGENHARIA

A engenharia, hoje como antes, na sua forma de ciência e tecnologia, tem muito a contribuir com a questão ambiental, principalmente na manipulação de seus quatro principais fatores (tecnologia, processo, informações e RH - projeto do produto).

Da mesma forma que na Qualidade Total, o êxito do gerenciamento ambiental encontra-se atrelado a duas questões primordiais: o comprometimento e a perseverança dos dirigentes e o envolvimento de todos os que fazem a organização, o que até pode ser visto como uma imposição circunstancial.

Um exemplo bem claro disto encontra-se no conceito de produtividade (fazer mais consumindo menos) adotado na Qualidade Total que se pode reportar na sua íntegra para o Gerenciamento Ambiental, na visão da economia dos recursos naturais e a redução ou eliminação dos impactos ao meio ambiente.

A figura a seguir mostra de forma global os tópicos a serem abordados neste trabalho, com as particularidades que no momento têm sido consideradas em cada tópico.

ASPECTOS DO FATOR TECNOLOGIA

Durante vários anos, as preocupações que ligavam a tecnologia ao gerenciamento ambiental encontravam-se no uso de tecnologia de fim de linha, ou melhor, no controle da emissão de efluentes nocivos ao meio ambiente.



Figura: A engenharia e seus fatores de impacto ao meio ambiente

Hoje, a visão dos técnicos e a atenção dos que trabalham com o meio ambiente encontra-se voltada ao uso de tecnologias limpas, as que não poluem, ou de maneira que se possa corrigir, ou, quando não, amenizar o problema da poluição.

O grande passo da engenharia tem sido o uso destas tecnologias no processo produtivo. Assim, os aspectos importantes discutidos na atualidade são referentes a tecnologias limpas, tecnologias corretivas de fim de linha, tecnologias apropriadas e inovações tecnológicas, esta última até como fator de competitividade tanto em questões gerenciais quanto tecnológicas.

As tecnologias de fim de linha, como por exemplo os filtros e os tratamentos de efluentes, ainda são bastante utilizadas, principalmente pelo alto custo ou falta de tecnologia para substituir determinados processos produtivos.

Tecnologias limpas são aquelas que poluem dentro de níveis e padrões aceitáveis e suportáveis, de maneira a não agredir o meio ambiente, e sem prejudicar o processo de melhoria da qualidade de vida, e são hoje pesquisadas e desenvolvidas pelas empresas que a possuem, que estão num mercado competitivo e que sofrem barreiras impostas por consumidores verdes e legislações cada vez mais rigorosas, passando a ter maior influência a cada dia.

Já as tecnologias apropriadas podem ser tratadas sobre vários aspectos (sociais, ecológicos, técnicos, econômicos e até morais), conforme a ocasião, local e recursos disponíveis. Mas do ponto de vista da engenharia a preocupação deverá encontrar-

se na sustentabilidade, o que se tornou hoje uma exigência de mercado.

Também do ponto de vista da engenharia, as tecnologias apropriadas são examinadas como aquelas que estão disponíveis para atender às necessidades, utilizando o conceito de produtividade (fazer mais gastando menos) e buscando incessantemente a introdução de novos produtos e processos de produção que causem menor impacto ao meio ambiente.

Um outro tema da tecnologia bastante discutido quanto aos vários aspectos mencionados acima são as questões relacionadas às inovações tecnológicas; como exemplos recentes pode-se citar o uso de computadores, robôs e a automação e controle de uma forma geral.

A tecnologia e principalmente a inovação tecnológica são de fundamental importância como elemento competitivo. No entanto, algumas questões quanto ao impacto ambiental e social têm sido de difícil explicação, considerando-se principalmente os problemas sociais que ora enfrentamos, quanto às questões de desemprego, reciclagem e reaproveitamento dos equipamentos que rapidamente ficam obsoletos, como é o caso dos computadores. Se considerarmos as utilidades do computador, benefícios do tipo executar tarefas de risco ao ser humano, processamento e armazenamento de dados e o fato de ser ferramenta extremamente versátil que é utilizada nos mais variados ramos da ciência (medicina, física, engenharia, química, etc.) como equipamento de suporte, e até mesmo com o seu mais popular uso, o de editor de texto (onde podemos ver a economia de papel, já que o texto só terá sua emissão após corrigido), além da sua velocidade de trabalho, a confiabilidade, entre outras vantagens; podemos ver que as inovações tecnológicas devem ser utilizadas, muito embora os questionamentos sejam muito parecidos com a questão da tecnologia apropriada, confrontos nos aspectos sociais, econômicos, morais e ambientais.

ASPECTOS DO FATOR INFORMAÇÕES E RH

Este é um outro fator com aspecto tão complexo quanto os demais, principalmente por tratar de assuntos relacionados aos

trabalhos com a cultura e valores dos seres humanos, desde sua conscientização, passando pelo envolvimento, até se tornarem ações concretas.

As questões ligadas à cultura e valores, que se diferenciam de região para região, e que estão influenciando e sendo influenciadas pelo meio ambiente, trazem em seu todo a interação e a inter-relação dos tópicos deste tema. Estes são elementos que participam da problemática do impacto ao meio ambiente, como passo importante ao bom gerenciamento ambiental.

A comunicação e a coordenação entre as diversas áreas, a possibilidade ampla da troca de idéias, e a busca pela seleção da melhor alternativa fazem parte de um sistema de informações dentro da empresa, pois decisões erradas, dados incompletos e defasados são grandes fatores de promoção de impacto ao meio ambiente.

Um sistema de informação é uma ferramenta gerencial que, analisada do ponto de vista da engenharia, tem muito a contribuir, desde a redução dos custos - fator este importantíssimo para todos - passando pela redução dos estoques, e chegando até à otimização do uso dos recursos, que para o gerenciamento ambiental podemos dizer ser um bom sinal, assim serão evitadas as retiradas e o uso indiscriminado dos recursos naturais.

Também faz parte de um sistema de informação um bom planejamento, que busque a melhor alternativa para que se chegue a um resultado futuro, comprometido com os recursos necessários a cada situação, assim causando impacto reduzido ou minimizado.

Um banco de dados, é de fundamental importância a fim de que se tenha informações suficientes e precisas quando necessário. Assim, pode-se ter um planejamento e um controle eficaz e eficiente da utilização dos recursos e lançamento de efluentes que possam causar algum impacto ao meio ambiente.

Todos estes questionamentos que a engenharia traz através das informações e RH devem estar prontos, a fim de que se possa responder eficazmente às pressões

exercidas pelas mudanças, tanto ambientais, como de mercado, e legais.

Treinamento, outro tópico que não poderia deixar de ser comentado, tendo em vista as questões e os problemas que atuam em todo o círculo que envolve a engenharia e o meio ambiente, que necessitam de especialistas e funcionários treinados. Da mesma forma que na Qualidade Total, o efeito dos conceitos e o envolvimento de todos ocorrem em forma de cascata, ou melhor, divulgados através de facilitadores e do trabalho de equipe com apoio da direção.

Somente com um bom treinamento e envolvimento de todos, de forma a disseminar os conceitos e as normas que envolvam a engenharia (e seus fatores) e gerenciamento ambiental, é que teremos resultados satisfatórios e desejáveis.

ASPECTOS DO FATOR PROCESSO

O processo produtivo, foco de estudos científicos, tem sido analisado há vários séculos desde Adam Smith, com a divisão do trabalho, passando por Taylor, com a Teoria da Administração Científica, chegando à atualidade com as questões da qualidade total, onde as preocupações com a maximização da utilização dos recursos e a minimização das perdas visando a uma melhoria contínua na qualidade de vida e dos padrões aceitáveis, tem-se tornado-se forte elemento da competitividade da empresa.

Os problemas relacionados à engenharia da manufatura (Engenharia de Produção) têm dado prioridade às questões de inserção ambiental. As questões relacionadas a processos produtivos limpos, têm levado à interação de vários segmentos (econômico, mercado, tecnologia, ecologia entre outros) na busca de alternativas, isto é, inovações tecnológicas, mais adequadas a cada firma.

A atenção voltada a melhorar o impacto ambiental, melhorando a economia no processo, reduzindo os custos, utilizando tecnologias e gerenciamento de modo a ter-se uma harmonia e confiabilidade, tem sido a

preocupação dos que desejam permanecer no mercado. (Sobrevivência)

Para tanto, conhecer o processo produtivo a fundo, a fim de obter dados (normalmente recursos) para verificar o comportamento do processo e as possibilidades de substituir processos antigos por alternativas, tem sido uma grande oportunidade para as empresas se tornarem competitivas.

Evitar a emissão dos efluentes e a redução do volume de resíduos tem sido perseguido em todos os elementos citados na figura anterior, relacionados ao fator processo.

Na figura, apresentamos cinco elementos que vêm sendo estudados e discutidos pela engenharia dentro do fator processo, das mais variadas formas, e agora como elementos causadores de impacto ao meio ambiente.

A produção de materiais, como é o caso de elementos produzidos no setor de uma indústria, que pode ser matéria-prima ou até aproveitado por outro setor no processo de produção de bens, é muito importante dentro do processo de economia dos recursos naturais.

A redução de perdas no processo já tão estudada, tendo em vista os aspectos da economia de recursos agora é também analisada do ponto de vista do impacto ambiental.

Reciclar o próprio material, para obter nova matéria-prima com menor custo no consumo de energia e recursos naturais, aproveitando sobras e materiais já utilizados, efetuando uma economia tanto no processo quanto na redução do impacto ambiental é outra ação que deve ser considerada relevante dentro deste processo de proteção ambiental.

O sistema de produção, elemento este que podemos ver e ter exemplos, como é o caso da produção em massa que utilizava todos os recursos disponíveis, enquanto o sistema de produção enxuta tem produção atrelada à demanda. Assim podemos dizer que o segundo sistema causa menor impacto ao ambiente, tendo em vista que só utilizará

os recursos quando necessário e na quantidade necessária.

As atenções para com o consumo de energia e recursos, quanto à sua utilização e desperdício no processo produtivo, têm sido questionadas pela engenharia, considerando-se as alternativas, métodos e possibilidades de se conseguir maior benefício, consumindo menor quantidade de recursos e energia. Fontes de energia alternativas (solar e eólica, por exemplo) têm sido estudadas para resolver problemas de regiões com situação de impacto ambiental crítica.

Pode-se verificar que, no sistema de produção, muitas das vezes ao pesquisar um destes temas, encontramos sua inter-relação com os demais, o que nos mostra a necessidade de conhecer muito bem o processo produtivo e fazer os ajustes também junto aos outros temas quando necessário.

ASPECTOS DO FATOR PROJETO DO PRODUTO.

Cinco fatores são apresentados na figura - o que não significa dizer que são os únicos e os mais importantes dentro da análise de um projeto de produto - mas que estão bem relacionados com o assunto, que agora passaram, como já falamos, a ser barreira de mercado.

O ciclo de vida do produto, questionado pelas razões ambientais, tem ganho forte impulso em seus estudos principalmente no projeto do produto, para que seja o mais longo possível (vida útil mais longa), e que por outro lado tem sido encurtado principalmente por razões tecnológicas que são associadas ao produto, que se tornam obsoleto rapidamente.

O atendimento às normas, centralizado nas atenções para identificar os materiais, seu reaproveitamento e reciclagem quanto a fluxo, preocupação com o processo produtivo, preocupação com a qualidade de vida que o produto proporciona e a preocupação em atender às especificações, verificando assim aquelas que têm maior influência sobre o projeto, e a variável ambiental.

A escolha e os ensaios para definir qual a matéria-prima que melhor responda às necessidades de projeto, e que hoje atenda às questões ambientais quanto ao seu impacto ao meio ambiente, considerando o seu uso e posterior descarte ("do berço ao túmulo"), tem sido motivo de estudo e atenção dos que fazem essa parte da engenharia (projetistas).

Muitos exemplos da possibilidade de reciclagem e reaproveitamento podem ser vistos, como: o caso das latas de refrigerante e cerveja, que economizariam energia na sua reciclagem, e extração de bauxita; e o caso do papel, que tem enfrentado grande barreira quanto à extração de madeira nativa. Hoje não só a questão de reciclagem, mas também a preocupação com o reaproveitamento de matéria-prima e recursos, têm feito os projetistas elaborarem e se preocuparem com a reutilização dos recursos naturais.

O item pesquisa e desenvolvimento, que tem-se tornado elemento forte na competitividade para as grandes empresas, não poderia ficar de fora, pois dele teremos, para o futuro, a formação dos bancos de dados dos elementos que causam impacto ao meio ambiente, e produtos que venham a contribuir com a melhoria da qualidade de vida.

CONCLUSÃO

Faz-se necessário, no entanto, conhecer-se o estado da arte, sob os vários pontos que relacionam a engenharia e o impacto que seus fatores possam causar ao meio ambiente, considerando-se as problemáticas da competitividade, do mercado, das legislações, dos assuntos econômicos e sociais e técnicos, que envolvam este tema na busca da melhoria da qualidade de vida.

O artigo aqui apresentado de forma abrangente não trata da inter-relação dos tópicos, nem dos desmembramentos em pontos mais detalhados, restringindo-se a apresentar os principais elementos que ora são estudados de forma teórica e conceitual.

Fica clara a riqueza do tema e a grande contribuição dada por estudos e pesquisas que a engenharia realizou ou venha a realizar.

Estes estudos e pesquisas podem vir a envolver as mais diversas áreas do conhecimento da ciência e da tecnologia.

O envolvimento e o treinamento de especialistas, para trabalharem com a questão do impacto ambiental, tem-se tornado uma vertente de mercado, na busca da substituição de paradigmas como alternativas para o desenvolvimento sustentável.

Finalizando, podemos concluir que, dentro de uma visão sistematizada, a questão do impacto ambiental é um ponto rico em assuntos para estudo da engenharia, dentro dos seus mais variados ramos: processo produtivo (manufatura), tecnologia, projeto do produto, e informações e RH.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BYRNE, G. Usinagem em ambiente limpo: não se trata apenas de uma questão de higiene. **Máquinas e Metais**. Abril 1996
- BIO, Sérgio Rodrigues. Sistema de Informação. **Um Enfoque Gerencial**. São Paulo. Atlas. 1985
- CAMPOS, Vicente Falcone. **TQC-Control de Qualidade total. (No estilo Japonês)**. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG- Belo Horizonte-MG. Rio de Janeiro. 1992
- DEMAJORVIC, Jacques. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos. As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**. v.35, n.3, p.88-93. São Paulo. Mai/Jun. 1995
- GUIMARÃES, Paulo Cesar Vaz. DEMAJORVIC, Jacques. OLIVEIRA, Roberto Guerra de. Estratégias empresariais e instrumentos econômicos de gestão ambiental. **Revista Administração de Empresa**. v.35 n.5, p.72-82. São Paulo. Set./Out. 1995
- GAZETA MERCATIL, Suplementos; **Gestão Ambiental**. Curitiba. Mar./Abr. 1996
- HAYES, Robert H. and WHEELWRIGHT, Steven G. The dynamics of process-product life cycles. **Harvard Business Review**. March/April 1979.

NAHUZ, Marcio Augusto Rabelo. O sistema ISO 14000 e a certificação ambiental. **Revista de administração de Empresa.** v.35,n.6 . p. 55-66. São Paulo. Nov./Dez. 1995.

PORTER, Michael E. & LINDE, Claas Van

Der. Ser verde também é ser competitivo. **Exame.** 22/Nov./1995.

WEULE, H. Life-Cycle Analysis - A Strategic Element for Future Products and Manufacturing Technologies. **Annals of the CIRP** vol. 42/1/1993.