

## **Ecologia industrial - vantagem competitiva no século 21: uma análise sob o enfoque da teoria de custos.**

**Elizete Antunes Teixeira** (Universidade Federal de São João del Rei - Brasil) [elizete@ufsj.edu.br](mailto:elizete@ufsj.edu.br)  
**Aline Lourenço de Oliveira** (Universidade Federal de São João del Rei - Brasil) [aoliveira@ufsj.edu.br](mailto:aoliveira@ufsj.edu.br)  
**Sálvio de Macedo Silva** (Universidade Federal de São João del Rei - Brasil) [salvioms@ufsj.edu.br](mailto:salvioms@ufsj.edu.br)

***Resumo:** A crise de sustentabilidade dos modelos de produção e consumo, se apresenta como um novo desafio à sobrevivência de empresas em um ambiente caracterizado por crescentes níveis de competitividade. As organizações produtivas buscam formas de gerar e manter vantagens competitivas que sejam duradouras e que as destaque na mente dos consumidores. Atualmente, observa-se uma crescente busca por instrumentos que permitam a diminuição dos impactos ambientais das atividades industriais e que proporcionem eficiências nos processos de transformação. A gestão estratégica de custos proporciona o efetivo controle destes, identificando ineficiências e embasando o processo decisório. O objetivo geral deste estudo é a análise, sob o enfoque da teoria de custos, da contribuição dos pressupostos teórico-metodológicos da Ecologia Industrial para o incremento da eficiência e da competitividade empresarial.*

*Palavras chave:* Ecologia industrial, Gestão Ambiental, Custeio do Ciclo de Vida (CCV).

*Área Temática:* Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social.

### **1. Introdução.**

A dinamização dos processos industriais ocorrida após a Revolução Industrial representou o incremento das escalas de produção e permitiu a criação de uma sociedade industrial baseada na produção e consumo de bens e serviços. A aglomeração humana junto das unidades fabris e das cidades, muito mais que uma mera consequência da necessidade de mão de obra, representou a inauguração de um novo estilo de vida, marcado pela “sociedade de organizações”. Com o passar dos anos e da consolidação do novo estilo de vida observam-se aspectos negativos, indesejados e não concebidos que mostram a face perversa do “desenvolvimento”: pobreza, fome, exclusão social, desemprego, e degradação ambiental, são apenas alguns exemplos. O mundo começa a se questionar acerca do futuro em função dos modelos de apropriação e uso dos recursos naturais que afetam tanto a vida cotidiana de cada indivíduo quanto a manutenção do modo de produção industrial, e que tanto impacta o meio ambiente.

As crises de sustentabilidade dos modelos de produção e consumo se apresentam como um novo desafio à sobrevivência de empresas em um ambiente caracterizado por crescentes níveis de competitividade. As organizações produtivas buscam formas de gerar e manter vantagens competitivas que sejam duradouras e que destaque na mente dos consumidores a sua marca, seus produtos, seus serviços, e principalmente os conceitos associados a cada um deles. Desta forma a variável ambiental ganhou grande destaque e importância no cenário produtivo mundial e atualmente observa-se uma crescente busca por instrumentos que permitam a diminuição dos impactos ambientais negativos das atividades industriais e que aumentem a eficiência das atividades de transformação.

O objetivo geral deste estudo é a análise, sob o enfoque da teoria de custos, da contribuição dos pressupostos teórico-metodológicos da Ecologia Industrial para o incremento da

eficiência e da competitividade empresarial. De modo específico buscou-se contextualizar a realidade empresarial em um ambiente de grande competitividade; evidenciar a necessidade de inserção da variável ambiental na gestão e concepção de estratégias empresariais; apresentar o conceito de Ecologia Industrial e analisar seus pressupostos sob enfoque da Teoria de Custos, destacando o sistema de Custeio do Ciclo de Vida (CCV).

Este estudo foi desenvolvido sob a forma de pesquisa bibliográfica, conforme Cervo (1983) & Triviños (1987) sendo composto de cinco partes. A primeira parte relaciona e evidencia a importância das estratégias empresariais para a busca da competitividade empresarial; a segunda parte apresenta elementos que embasam a oportunidade e necessidade da inserção da variável ambiental no processo de planejamento e gestão empresarial. A terceira parte apresenta os pressupostos da Ecologia Industrial – EI e uma visão de sua utilização no Brasil. A quarta parte analisa os conceitos apresentados pela teoria da Ecologia Industrial sob o enfoque da teoria de custos, de modo especial a Custeio do Ciclo de Vida (CCV). A quinta e última parte apresentam considerações finais sobre o estudo.

## **2. Estratégia empresarial e competitividade.**

A palavra estratégia é de origem grega “*strategía*”, que significa a arte do general. Segundo Koogan/Houaiss (1999) o termo significa a arte de planejar ações de guerra ou a arte de combinar a ação das forças militares, políticas, morais econômicas, implicadas na condução de uma guerra. O livro *A Arte da Guerra*, Clawell (1998), do estrategista militar chinês Sun Tzu, descreve assuntos relacionados ao posicionamento de tropas, espionagem, atuação em situações de superioridade, reconhecimento das potencialidades dos adversários. Os conceitos apresentados em 13 capítulos foram recentemente adaptados para o mundo dos negócios Krauze (1997); Michaelson (2002), onde se retrata a questão de combate no sentido de luta pelo mercado, pela atenção por parte dos consumidores e pelo aumento da capacidade de ação eficiente de gerentes, subordinados e aliados de sua cadeia de produção e fornecimento. Desta forma a estratégia empresarial constitui um modo de gerenciar que considera as capacidades empresariais; as realidades ambientais externa, que inclui fornecedores, clientes, a concorrência e órgãos reguladores; e a determinação de objetivos e metas a serem seguidos de forma responsável. Deve ser considerado ainda, que o processo de gerenciamento estratégico deve ser pautado pela flexibilidade, de forma a permitir sua análise permanente em termos de resultados e reorientação de objetivos e metas. A estratégia em nível de empresas se desenvolveu tanto em termos de desenvolvimento crítico em relação a áreas internas como marketing, finanças, produção e recursos humanos, Bethlem (2002); e de planejamento, organização, direção e controles (Oliveira, 1999), quanto no sentido das relações entre empresas de um mesmo setor, reportados de forma didática no estudo denominado “Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência” de Michael Porter (PORTER, 1986). Neste estudo o autor apresenta, dentre outras contribuições, a possibilidade de sucesso através do uso de estratégias: liderança no custo total; diferenciação; e enfoque.

A intensidade da concorrência atualmente é o elemento que mais merece atenção por parte dos gerentes e líderes empresariais. Atualmente a produção de bens e serviços Moreira (1993) e Giansi (1996), estão condicionadas a opção de escolha por parte dos clientes de uma determinada empresa, sendo que a insatisfação pode ser superada imediatamente por uma outra empresa do mesmo setor. Surge desta forma a preocupação com a denominada “Competitividade Empresarial” que é a capacidade de uma organização produtiva manter e desenvolver-se, no ambiente atual de grande instabilidade e flutuações relativas às forças mercadológicas. Estudando os desafios competitivos para a indústria brasileira, Ferraz, Kupfer e Haguenuer (1995) conceituam competitividade como sendo: “a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”. O horizonte de

planejamento em termos estratégicos pode ser claramente definido através das obras de Levitt (1960) e Hamel e Prahalad (1995). Levitt (1960) em seu artigo Miopia de Marketing destaca a importância da visão de longo prazo e o uso da criatividade para vencer a competição. Estes temas são também tratados por Hamel e Prahalad (1995), quando evidenciam a importância da visão das configurações da competitividade no futuro como condicionantes das ações estratégicas atuais das empresas.

O cenário atual apresenta uma realidade em que as organizações produtivas estão condicionadas a considerar, nas suas ações de estratégia e de planejamento, um conjunto de variáveis com alto nível de complexidade. Além de atender aos acionistas, aos órgãos reguladores e a toda uma expectativa de produção e realização de lucros, atualmente são induzidas a se ater as questões ambientais pertinentes ao desenvolvimento de suas atividades. Atualmente a questão ambiental nas empresas começa a ser tratada em nível de estratégico e não apenas operacional, uma realidade que, apesar de não generalizada, demonstra uma tendência a uma postura pró-ativa em relação ao assunto.

### **3. Gestão de ambiental: uma perspectiva estratégica.**

As questões ambientais passam a ser consideradas como parte da gestão das empresas em função de fatores como a escassez de matéria prima, o surgimento de legislação ambiental em diferentes níveis do Estado, e principalmente a necessidade de adequação a exigências do comércio internacional. Assume desta forma um caráter estratégico a tomada de decisão baseada em fatores ambientais, tanto para atender aos fatores citados anteriormente quanto no intuito de adequação em termos de eficiência produtiva nos quesitos energia e matéria-prima consumida nos processos produtivos e na minimização da emissão de efluentes.

A natureza ao longo dos tempos recebe e absorve impactos das ações humanas, no entanto, em épocas recentes o homem imprimiu um ritmo acelerado de desenvolvimento e conseqüentemente apropriação dos recursos naturais que superam a capacidade regenerativa da natureza. Segundo McCormick (1992) a evolução do aparato de pensamento e resposta aos problemas ambientais evoluiu muito desde o ano de 1863, época em que foi aprovada na Grã-Bretanha a primeira lei contra a poluição do ar, a criação do primeiro grupo ambientalista e o primeiro acordo internacional sobre meio ambiente. A preocupação acerca da relação produção de alimentos/população e do bem estar da população pode ser considerada como um fator histórico do surgimento do pensamento ambiental, representados respectivamente por Malthus (1833) e Pigou (1920). O debate apresentado por estes pensadores sintetiza a preocupação de uma época em que se iniciavam as pressões por alimentos em uma escala superior a sua oferta e pela percepção de problemas sociais e dos efeitos negativos no ambiente adjacente a produção econômica e da necessidade da presença do Estado como regulador destes conflitos.

O relatório Meadows (1972), apresenta uma situação de futuro crítico em função do cruzamento de índices de crescimento populacional, produção industrial, poluição e produção de alimentos. As publicações de Commoner (1971), Goldsmith (1972), Boulding (1966), e Lovelock (1979), chamam a atenção para a necessidade de uma visão de caráter sistêmico e de uma reconsideração das posturas nacionais no que concerne ao problema ambiental e ao estabelecimento de uma nova ordem internacional. O termo “Desenvolvimento Sustentável” elaborado inicialmente no relatório “Our Common Future” da World Commission on Environment and Development, no ano de 1987 com a seguinte afirmação: “precisamos garantir que os recursos sustentem esta e as próximas gerações”, observa-se neste momento um ponto de inflexão na visão da finitude dos recursos naturais.

O debate ambiental contemporâneo se mantém em construção, tendo como principais referências a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente - CNUMAD ocorrida

em 1992, também conhecida como Eco-92, que teve como principal resultado a elaboração da Agenda 21; e a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (The World Summit on Sustainable Development) ocorrida em Joanesburgo – África do Sul no ano de 2002 que, dentre outros objetivos, buscava avaliar os resultados obtidos desde a Rio 92.

A questão ambiental em nível de organizações do setor produtivo é tratada de forma intensa desde a Revolução Industrial, onde a concentração das indústrias e da população em torno delas gerava também uma concentração de emissões de poluentes. Os Acidentes ambientais de grandes proporções ocorridos nas décadas de 70 e 80 Mancini et. al. (2003) acentuaram o senso de urgência para a solução dos problemas desta natureza. Corroborando esta posição Campos (2001) afirma que para melhor entendimento do histórico da evolução do movimento ambientalista dever-se-ia dividi-lo em três fases: “era pré-industrial, a era industrial e os dias atuais”.

Atualmente observa-se uma consolidação da questão ambiental através de sua internalização nos processos de tomada de decisão estratégicas (Passos & Câmara, 2003) e (Silva, 2001), independentemente de que sejam caracterizados como reativas, ofensivas ou inovativas Meredith (1994). Além da internalização das questões ambientais, segundo (Coral, 2002), torna-se necessária à intenção propositiva em termos de responsabilidade social e ambiental não apenas de modo compulsório, mas voluntário e permanente. Maimon (1994).

Os Sistemas de Gestão Ambiental - SGA's têm sido adotados por organizações produtivas por motivos diversos que vão desde o medo das multas e imposições legais, passando pela intenção de melhorias em seus processos e até a visão de vantagens comerciais. (Moreira, 2001; Donaire, 1999).

“Enquanto algumas empresas se perguntam quanto custa implantar um sistema de gestão ambiental, outras chegam à conclusão de que fica muito mais caro não ter o sistema, face aos diversos riscos a que estão sujeitos, como, acidentes ambientais, multas, processos de justiça, custos de remediação de passivos, danos à imagem, barreiras à exportações de seus produtos, perda de competitividade, etc. E com certeza, a visibilidade de um certificado perante as exigências de certos mercados influenciam fortemente a decisão de muitas organizações”. (KNUTH, 2001).

Segundo Campos (2001) a norma ISO 14000 se origina a partir de contribuições de sistemas de gestão ambiental que a precederam como o Programa de Atuação Responsável (Responsible Care Program); EMAS – Eco-(Management and Audit Scheme); o STEP (American Petroleum Institute); e a BS 7750 Norma Britânica - BS 7750. A norma ISO 14000 abrange cinco áreas: Sistemas de Gestão Ambiental, Auditoria Ambiental, Avaliação de Desempenho Ambiental, Avaliação do Ciclo de Vida e Rotulagem Ambiental. E tem como princípios básicos: o compromisso e definição da política ambiental, planejamento, implementação, medição e avaliação, e análise crítica pela alta administração. Mota (2003).

#### **4. Ecologia industrial e a indústria brasileira**

A relação entre empresa e meio ambiente tem se alterado significativamente com o passar dos anos através do aumento da percepção das externalidades negativas que envolvem os processos produtivos. A década de 70 marca o início do uso do termo Ecologia Industrial - EI, cunhada inicialmente em países industrializados como Japão e Estados Unidos. Para Frosch (1992) a idéia de EI é baseada em uma analogia direta com sistemas ecológicos naturais, onde há consumo e desperdício de perda de natural, que segundo Allenby (1992) se refere também à manutenção da sustentabilidade das inter-relações entre o ambiente humano e econômico. Hileman (1992) conceitua a EI como sendo o estudo de formas de organização da Terra e dos modos de produção de forma a se buscar a proteção da saúde dos seres humanos, dos

ecossistemas e das gerações futuras. Desta forma a compatibilidade entre objetivos empresariais e de desenvolvimento tecnológico e de criação de riquezas é algo factível dentro de uma perspectiva ambiental que busque evitar erros ambientais futuros (Tibbs, 1993) e que se considere o atual momento como uma situação de transição para um paradigma de sustentabilidade social. (Speth, 1992).

Segundo Buen (2001) há discordância entre pesquisadores e representantes do setor industrial sobre princípios e práticas no que se refere a Ecologia Industrial, notadamente na definição dos limites de sua atuação, de forma restrita a análise de fluxo de material e energia ou as fronteiras dos sistemas considerados. Garner & Keoleian, (1995) ainda não há uma definição única para Ecologia Industrial, mas todas possuem alguns atributos semelhantes como a visão sistêmica e de relação entre sistemas, estudo de fluxos de energia e material e transformações; abordagem multidisciplinar; orientação visando o futuro; mudança da consideração de processos lineares e abertos para cíclicos e fechados; esforço para reduzir impactos dos sistemas industriais nos sistemas ecológicos e a relação harmoniosa entre estes dois sistemas.

Segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL (SENAI, 2003), e Tibbs (1993), Ecologia Industrial e Metabolismo Industrial são conceitos para os novos padrões de produção industrial e estão intimamente relacionados ao conceito de Produção mais Limpa. Ecologia Industrial e Metabolismo Industrial são áreas de estudo dos sistemas industriais e das atividades econômicas, incluindo as ligações destas áreas com os fundamentos dos sistemas naturais. Basicamente, estes dois conceitos procuram imitar os aspectos da reciclagem de materiais de um ecossistema – a gestão do fluxo de materiais é o aspecto crucial destas abordagens. Esta mesma destaca seis principais elementos da Ecologia Industrial/Metabolismo Industrial

- “1. Criação de ecossistemas industriais: maximização no uso de materiais reciclados na produção, otimização no uso de materiais e energia, minimização na geração de resíduos e reavaliação dos resíduos como matérias-primas para outros processos.
2. Equiparação das entradas e saídas dos processos industriais à capacidade natural dos ecossistemas: compreensão da capacidade dos grandes sistemas naturais de absorver resíduos tóxicos, ou de outro tipo, em situações típicas ou de desastre ambiental.
3. Desmaterialização: redução na intensidade no uso de materiais e energia na produção industrial.
4. Melhorar os caminhos metabólicos dos processos industriais e no uso de materiais: redução ou simplificação dos processos industriais para que estes possam emular os processos naturais, altamente eficientes.
5. Padrões sistemáticos no uso de energia: promover o desenvolvimento de um sistema de fornecimento de energia que funcione como uma parte do ecossistema industrial e que seja livre de impactos ambientais negativos aos padrões correntes de uso de energia.
6. Alinhamento de políticas com a perspectiva de longo prazo da evolução do sistema industrial: nações atuando em conjunto para integrar suas políticas econômicas e ambientais”. (CNTL, 2003).

Roberts (2004) apresenta como princípios da Ecologia Industrial a promoção de parcerias com outras empresas, governo e demais organizações sociais no intuito de desenvolvimento de práticas ambientais sustentáveis. Destaca também o papel da localização geograficamente concentrada de indústrias como fator que contribui positivamente a concentração de subprodutos, fluxos de materiais e excessos de energia de forma a se sistematizar o uso e reutilização de matéria prima e energia do sistema. Segundo este mesmo autor deve-se desenvolver estruturas institucionais que permitam a dinamização do processo de ações em

torno da Ecologia Industrial, de forma a difundir e a demonstrar os benefícios e vantagens inerentes aos processos produtivos nesta perspectiva. Ainda segundo Roberts (2004) a Ecologia Industrial pode ser aplicada a eco-indústria através do desenvolvimento em três níveis, ao nível da firma, em contexto de parques eco-industriais e sistema de redes “Network” em nível de cadeias produtivas ou de caráter geográfico.

Corroborando a posição de Buen (2001) e Garner & Keoleian (1995) não se encontra um consenso na literatura pertinente acerca das ferramentas utilizadas no contexto metodológico da Ecologia Industrial, Méndez (2003). Neste sentido, Christesen, Scott, Krrishnamohan, Gabric and Heart (1999) consideram como tal: “*Dematerialization; Design for Disassembly; Cleaner Production Change; Life-Cycle Assessment; Design for Environment; Waste Exchange Register; Product life extension and the service economy*”. Para Silva, Almeida e Giannetti (2003), há vários métodos e ferramentas utilizados pela Ecologia Industrial. Entre estes, alguns são aplicados em unidades industriais separadas e outros na Eco-rede, nas interfaces empresa-ambiente-empresa, Exemplos destas ferramentas são: Interface empresa-ambiente: Desmaterialização; Prevenção à Poluição, Sistemas de gerenciamento (SGA); Produção mais limpa; Eco-eficiência; Interface empresa-ambiente-empresa; Modelo dinâmico de entradas e saídas (input-output modeling); Metabolismo Industrial; LCA (Life Cycle Assessment) ACV (avaliação do ciclo de vida); DfE (design for environment) projeto para o ambiente. As especificidades de cada ferramenta são direcionadas a objetivos intrínsecos a serem atingidos em termos de economia e reaproveitamento de matéria prima, de energia e consequentemente a diminuição dos impactos ambientais inerentes a cada fase do ciclo de vida dos produtos.

Atualmente a indústria brasileira apresenta níveis crescentes de competitividade em nível internacional, fator que se pode atribuir aos esforços desenvolvidos de forma conjunta entre a iniciativa privada, o governo brasileiro e a sociedade brasileira de modo geral. A década de 80 marca um ponto de inflexão no desenvolvimento competitivo brasileiro na medida em que expõe a realidade de empresas e setores inteiros com níveis de competitividade muito baixos em relação aos níveis internacionais, tendo, desta forma, o desafio de atingir rapidamente tais níveis. “a erosão da competitividade do Brasil manifestou-se já na segunda metade da década de 80 através da perda de participação do país na corrente de comércio internacional quando medida em valor. (Ferraz, Kupfer e Haguener, 1995). Ainda segundo estes autores, como forma de reação neste momento crítico as empresas brasileiras iniciaram um processo de reestruturação de linhas de produtos, fixação de *core competencies*, desverticalização, terceirização, *downsizing*, além de intensificação do uso de equipamentos controlados através de dispositivos eletrônicos, Controle Estatístico de Processos – CEP, Círculos de Controle da Qualidade –CCQ’s, Sistema Just in Time – JIT e um aumento nos investimentos em Pesquisa e desenvolvimento.

No Brasil há segundo INMETRO (2004a), e INMETRO (2004b) 539 unidades de negócios certificadas com base nas normas ISO 14.001, destacando-se o estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais como as unidades da federação com o maior número de empresas certificadas. O Brasil apresenta atualmente 5457 certificações pela norma ISO 9.000, mantendo-se a liderança entre os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, e com destaque para os estados da Bahia e Amazonas com, 180 e 108 certificações respectivamente. Deve ser destacada ainda a efetiva participação brasileira no comitê internacional ISO e das atividades dos sub-comitês no Brasil. No Brasil a certificação de produtos através da Avaliação do Ciclo de Vida – ACV (ISO 14040 e 14041), ainda está em fases iniciais tendo como um dos seus principais problemas a questão da capacitação profissional. Segundo Filho & Coelho (2002): “O Brasil não conta com informações organizadas e disponíveis e equipes familiarizadas com a ferramenta. O processo de capacitação encontra-se atrasado e lento, o

que torna preocupante a exigência de ACV de produtos comercializados internacionalmente, dada a possibilidade disso tornar uma barreira técnica”.

Os avanços na área ambiental em nível industrial devem ser considerados modestos principalmente se considerados os números de empresas com algum tipo de atuação efetiva frente a questão ambiental. Em todo o Brasil ações são desenvolvidas em nível de empresas e de indústrias no sentido de pensar e agir de forma pró-ativa frente à questão ambiental. Um exemplo dos avanços e do estágio atual pode ser observado na publicação do documento Agenda da Conformidade Ambiental da Indústria Paulista, que tem como objetivo: “Identificar, propor e desenvolver articulações ou projetos destinados a promover o setor industrial paulista à excelência no desempenho ambiental como fator de competitividade”. Segundo esta mesma fonte a gestão ambiental de uma empresa é marcada pela conformidade a requisitos ambientais e pela melhoria contínua desse atendimento, buscando-se qualidade ambiental sempre em um patamar superior que pode ser atingido através de conformidade legal, conformidade normativa, ecoeficiência, e econegócio. (FIESP, 2002). Deve-se ressaltar ainda inúmeras iniciativas são desenvolvidas atualmente no Brasil em termos de uso dos conceitos e ferramentas da Ecologia Industrial, destacam-se neste estudo algumas ações e resultados das empresas Nestlé do Brasil, Randon S.A., Natura Cosméticos S.A., e Todeschini S.A.

## **5. Ecologia Industrial: análise sob o enfoque da teoria de custos**

Na constante busca por vantagem competitiva as organizações procuram implementar mecanismos inovadores e mais eficientes em termos de gestão e de modo especial na busca por melhoramento contínuo dos processos de produção. Com o objetivo de atender à demanda de uma clientela cada vez mais exigente e atenta aos procedimentos de produção dos produtos ou serviço disponíveis no mercado, as organizações são levadas a tomar decisões de acordo com tendências mercadológicas.

“A gestão estratégica de custos vem sendo utilizada nos últimos tempos, para designar a integração que deve haver entre o processo de gestão de custos e o processo de gestão da empresa como um todo. Entende-se que essa integração é necessária para que as empresas possam sobreviver num ambiente de negócios crescentemente globalizado e competitivo”. (MARTINS, 2003).

A decisão por um sistema eficiente e eficaz de custos determina o diferencial competitivo da organização, uma vez que a contabilidade de custos tem por funções principais, segundo Martins (2003), o auxílio ao controle e a ajuda na tomada de decisão. No que diz respeito ao controle, sua mais importante missão é fornecer dados para o estabelecimento de padrões, orçamentos e outras formas de previsão. No que tange à decisão, consiste na alimentação de informações sobre valores relevantes às conseqüências de curto e longo prazo.

A tomada de decisão no que concerne às estratégias ambientais deve ser embasada em critérios concebidos nas teorias de custos, de forma que a permita uma avaliação de sua viabilidade, evolução e desempenho. Desta forma, as ferramentas que buscam a melhoria do desempenho ambiental, estando devidamente comprovadas e sendo passíveis de avaliação, apresentam excelentes argumentos na tomada de decisão, nas demonstrações realizadas a terceiros, e com objetivos de certificação.

O Sistema de Custeio por Ciclo de Vida (CCV), é uma metodologia desenvolvida para a tomada de decisão nas aquisições de capital e em projetos sob uma abordagem das análises econômicas de alternativas competitivas, SAKURAI (1997). Possibilitando decisões mais efetivas e eficientes sobre processos de fabricação de produtos de qualidade, a um custo e impacto ambiental em seu ciclo de vida, menos ofensivo ao meio ambiente, em função de sua

atuação sobre os custos dos produtos desde o projeto de pesquisa e desenvolvimento até o descarte.

“Na contabilidade de custos tradicional, o ciclo de vida de um produto ou bem ativo inclui pesquisa e desenvolvimento, planejamento, desenho e fabricação. Dessas fases, todos os custos incorridos em planejamento, desenho e fabricação também aparecem no custo tradicional da produção. Os custos de pesquisa e desenvolvimento são incluídos no custo do produto ou considerados como despesas fixas do período. Todos esses custos são incorridos pelo fabricante. No entanto, o ciclo de vida real não termina quando o produto é fabricado. Existe alguma confusão pelo fato de o termo *ciclo de vida do produto* ser usado com duas interpretações na literatura. Numa definição, o ciclo de vida do produto abrange o período da produção, das vendas e dos ganhos a partir da data em que o produto é colocado no mercado, até a data em que suas vendas são suspensas. A outra definição, mais abrangente, refere-se ao uso do produto desde a data de sua fabricação ou de sua compra, até a data em que é descartado. (...) No custeio do ciclo de vida é geralmente adotada a segunda definição, porque os custos, a partir da pesquisa e desenvolvimento e do planejamento do produto, até o descarte, são objeto de sua apuração.” (SAKURAI, 1997).

As atividades do ciclo de vida tradicional de mercado são mostradas no lado esquerdo da Figura 1. Essas atividades são geralmente executadas por fabricantes responsáveis. A definição mais ampla do ciclo de vida também abrange também as atividades mencionadas no lado direito da referida Figura.

O CCV contribui para que a empresa venha a reduzir as perdas e a falta de controle sobre o processo de fabricação, ajudando-a a separar e organizar suas instalações e processos, sendo possível a adoção uma filosofia orientada para o processo, dentro do contexto de boas práticas ambientais, considerando perdas, consumo de recursos naturais e energia. (RIBEIRO, 2005)

O custeio de ciclo de vida pode ser dividido aproximadamente em três grupos, adaptados de Sakurai (1997):

1. Os custos do investimento inicial;
2. Os custos incorridos para operar e dar manutenção ao bem;
3. Os custos do descarte.

Estes grupos, sob a ótica da Ecologia Industrial, procuram avaliar o impacto do projeto do produto/serviço sobre a contabilidade financeira da empresa, incluindo os seguintes custos:

a) Pesquisa e Desenvolvimento:

- dos insumos como, por exemplo, as possibilidades de utilização de material reciclado ou biodegradável;
- do grau poluente dos resíduos, e qual a possibilidade de tratamento dos mesmos;
- do *design*, que requeiram o mínimo de matéria prima, a possibilidade de manutenção e de reposição de peças;

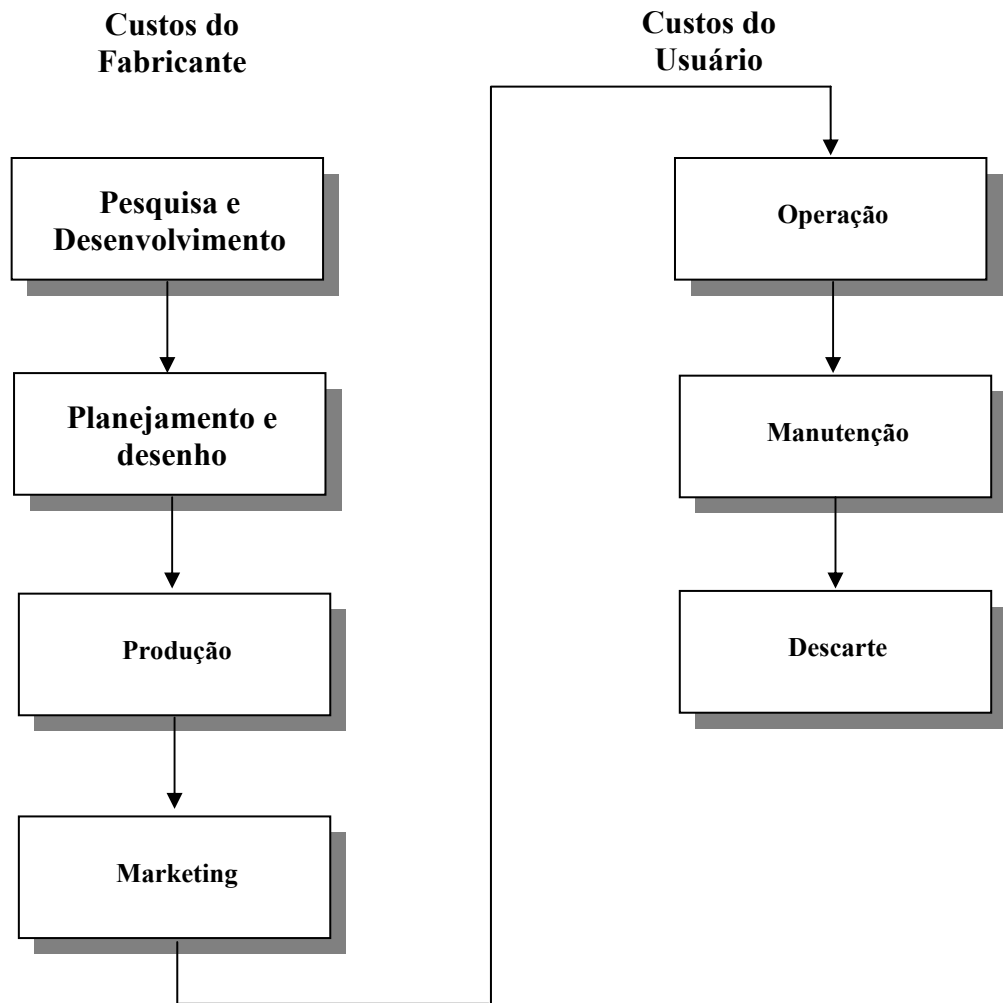
b) Desenho e especificação;

c) Fabricação;

d) Instalação;

e) Redação de manuais e treinamento;





Fonte: (Sakurai, 1997).

Figura 1- Ciclo de vida real de um produto

- f) Custos incorridos na operação (mão-de-obra, materiais diretos, secundários, de embalagem,...);
- g) Custos incorridos na manutenção;
- h) Custos motivados por perdas de oportunidade na produção, por quebras de equipamento ou falhas de manutenção;
- i) Baixo uso do equipamento por dificuldade de atender às necessidades da empresa;
- j) Declínio do desempenho;
- k) Custos do descarte;
  - Valor residual do produto
  - Custo do descarte relacionado a valores ambientais e sociais

Adaptado de Sakurai (1997), apresenta-se um modelo de demonstração de receita e custo do ciclo de vida para indústrias e usuários:

<b>Demonstração de receita e custos do ciclo de vida (CCV):</b>
(+) Receita de venda
(-) Custo do produto
Custos de Pesquisa e Desenvolvimento
Custos de Planejamento e Desenho
Custos de Fabricação
Custos de Marketing
Custos de Distribuição Física
(=) Resultado
(-) Custos Pós-Venda:
Custo de Garantia
Despesa de Devolução
Despesas de litígio
(=) Resultado Bruto do Produto
(-) Custos do Descarte
(+) Receita de venda de material reciclado
(+) Receita de venda de sucata e/ou subproduto
(=) Resultado Líquido do Produto

Fonte: (Adaptado de Sakurai, 1997).

Tabela 1- Demonstração de resultado do ciclo de vida do produto

(+) Custos de Aquisição
(-) Despesas com Burocracia
(-) Custos de Operação
(-) Custos de Manutenção
(-) Custos do Descarte
(=) Total de Custos do Usuário

Fonte: (Adaptado de Sakurai, 1997).

Tabela 2 - Demonstração de resultado do custo do produto para o usuário

Levando em consideração o Custeio do Ciclo de Vida (CCV), as empresas apresentam capacidade de fazer projeções e decisões de operação que podem resultar em substanciais economias de custos de longo prazo, aumento de receita e fortalecimento da marca.

Kaplan et al. (1998), defendem a aplicação do custeio ABC na determinação dos CCV. A importante aplicação do custeio ABC no final do ciclo de vida do produto, segundo os autores citados se deve, a primeiro momento, as leis ambientais, que em muitos países reforçam a responsabilidade dos custos para os produtos em devolução. As empresas que os fabricam são responsáveis pela reciclagem e descarte do produto após os consumidores terminarem seu uso. De forma semelhante, as companhias que desmontam ou abandonam grandes empreendimentos fabris são responsáveis por qualquer custo da limpeza ambiental do local ou da região onde estava instalada, conforme o conceito de passivo ambiental. As companhias que desejam minimizar esses custos deverão reconhecer e considerar os custos ambientais durante os estágios do projeto do produto e do processo.

O objetivo do custeio do ciclo de vida é possibilitar a tomada de medidas e decisões no sentido de o produto ser planejado, desenhado, distribuído, comercializado, usado, mantido e descartado, de forma a promover vantagem competitiva a longo prazo para a empresa, de forma ecologicamente responsável. Sem desconsiderar que o produto deve chegar ao mercado com possibilidades de competir com seus similares, além de retardar possíveis substitutos, gerando condições para empresa de maximização do seu valor de mercado e de geração de

lucro.

## 6. Considerações Finais

Os pressupostos teórico-metodológicos da Ecologia Industrial se apresentam como potenciais fontes de vantagem competitiva para organizações produtivas tanto no mercado interno quanto externo. Suas possibilidades se concretizam na medida em que buscam, através da racionalização do uso de recursos naturais, uma maior eficiência produtiva com diminuição de uso de matéria prima, energia e água. Além do atendimento a normas mundialmente reconhecidas e a observação da legislação ambiental, esta nova fronteira de competitividade amplia a possibilidade de atingir um nicho de mercado crescente em todo o mundo: os “consumidores verdes”. Desta forma a adoção de práticas recomendadas pela Ecologia Industrial permite o desenvolvimento de estratégias tanto de liderança no custo total, obtido através da análise de processos e da possibilidade de recomposição dos seus custos internos e em relacionamentos com outras unidades de produção, quanto em termos de diferenciação e nicho frente aos consumidores.

A interação entre organizações produtivas deve ocorrer de forma responsável, considerando aspectos pertinentes a sustentabilidade tanto dos sistemas produtivos quanto do sistema ambiental no qual se insere. A mudança paradigmática permite desenvolver ações que propiciam a criação e manutenção de vantagens competitivas que, marcadas pela perspectiva pró-ativa, criam condições de desenvolvimento dos negócios em um horizonte temporal de longo prazo. Deve-se considerar também a importância de um tratamento transdisciplinar que deve ser dispensada a questão ambiental em nível de empresa. Ainda que métodos e processos possam ser normatizados através de sistemas informatizados deve-se considerar as relações transdisciplinares intrínsecas a esta questão. Desta forma tecnologia, gestão e aspectos socioambientais devem constituir faces complementares de uma mesma abordagem.

A implantação de ferramentas apresentadas no arcabouço teórico da Ecologia Industrial, embasada pelos conceitos das teorias de custos permite uma análise de seu desempenho, viabilidade e evolução. Nesse sentido, a sugestão pela abordagem do sistema de custeio por ciclo de vida contribui para decisões mais efetivas e eficientes sobre processos de fabricação de produtos a custo e impacto ambiental menores em seu ciclo de vida, haja vista, a consideração da avaliação dos custos desde a pesquisa e desenvolvimento e do planejamento do produto até o descarte. A combinação Teoria de Custos e Ecologia Industrial, pode propiciar, em última análise, uma visão privilegiada das potencialidades e restrições a serem consideradas na tomada de decisões por grupos de interesse internos, externos e instituições reguladoras.

## Referências

- ALLENBY, B. R. (1992) - Achieving Sustainable Development Through Industrial Ecology. *International Environmental Affairs*. Vol. 4, no. 1 p. 56-68
- BETHLEM, A.S. (2002) - *Estratégica empresarial: conceitos, processo e administração estratégica*. Atlas. São Paulo.
- BOULDING, K. (1966) - The economics of the coming spaceship Earth. In: *JARRETT, H. (Ed.). Environmental quality in a growing economy*. John Hopkins Press. Baltimore.
- BUEN, JØRUND. (2001) - Industrial ecology – only needed in the north? *International Journal of Economic Development*. V. 3, 2., p. 1-50.
- CAMPOS, L. M. DE S. (2001) - *SGADA – Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental: Uma Proposta de Implementação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Tese Doutorado. Florianópolis

- CERVO, A. L. (1983) - *Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários*. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo.
- CHRISTESEN, I.; SCOTT, J. A.; KRRISHNAMOHAN, K.; GABRIC, A.; HEART, D. S. (1999) - What is needed to encourage adoption of industrial ecology? In: *Global Competitiveness through Cleaner Production*. Edited by J. Ashley Scott and Robert J. Pagan. Australian Cleaner Production Association Inc. Brisbane.
- CLAWELL, James. (Adaptador) (1998) - *A arte da guerra*. Sun Tzu. 24ª Edição. Record. Rio de Janeiro
- COMMONER, B. (1974) - *The closing circle*. Bantam Books. New York.
- CORAL, E. (2002) - *Modelo de Planejamento Estratégico para a Sustentabilidade Empresarial*. Universidade Federal de Santa Catarina. (Tese de Doutorado). UFSC. Florianópolis.
- DONAIRE, Denis. (1999) - *Gestão ambiental na empresa*. 2ª Edição. Atlas. São Paulo.
- FERRAZ, J. KUPPER D. e HAGUENAUER L. (1995) - *Made in Brazil: Desafios Competitivos para a Indústria*. Campus. Rio de Janeiro.
- FIESP - CIESP. (2002) - *Agenda da conformidade ambiental da indústria paulista*. São Paulo.
- FILHO, N. F, COELHO, L. R. (2002) - *Aspectos ambientais do comércio internacional*. FIESP – CIESP. São Paulo.
- FROSCHE, R. A. (1992) - Industrial ecology: a philosophical introduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, 89, 3, (Feb 1), p. 800-803. 4 page(s); ISSN 0027-8424].
- GARNER, A.; KEOLEIAN, G. (1995) - Industrial Ecology: An Introduction. *School of Natural Resources and Environment, and NPPC Research Manager*. University of Michigan. East University.
- GIANESI, I.G.N. CORRÊA, H.L. (1996) - *Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente*. Atlas. São Paulo.
- GOLDSMITH, E. et al. (1972) - *Blueprint for survival*. Capítulos 1: The need for change, p.3-17 e 2: Strategy for change: toward the stable society, p.18-48. New American. New Jersey.
- HAMEL, Gary e PRAHALAD, C. K. (1995) - *Competindo pelo futuro*. Campus. Rio de Janeiro.
- HILEMAN, B. (1992) - Industrial ecology route to slow global change proposed. *Chemical & Engineering News*, 70, 34, (August 24, 1992), p. 7-14.
- INMETRO. (2004a). Empresas Certificadas ISO 9000. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. <http://www.inmetro.gov.br>. Acessado em 02.01.2005.
- INMETRO. (2004b). Empresas Certificadas ISO 14000. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. <http://www.inmetro.gov.br>. Acessado em 02.01.2005.
- KAPLAN, R. S., COOPER, Robin. (1998) – *Custo e Desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo*. Tradução: O.P. Traduções – Futura. São Paulo.
- KNUT, K. R. (2001) - *Gestão ambiental: um estudo de caso para o setor têxtil - SC*. Universidade Federal de Santa Catarina.(Dissertação de Mestrado). Florianópolis.
- KOOGAN/HOUAISS (1999) - *Enciclopédia e dicionário ilustrado*. 4ª Edição. Seifer. Rio de Janeiro.
- KRAUZE, D. G. (1997) - *A arte da guerra para executivos*. MAKRON.São Paulo.
- LEVITT, Theodore. (1960) - Marketing myopia. *Harvard Business Review*, v.38, n.4, p.45- 56, July/Aug.
- LOVELOCK, J (1979) - *Gaia*. - Oxford University. Nova York.
- MAIMON, D. (1994) - Eco-Estratégia nas empresas brasileiras: Realidade ou Discurso. *Revista de Administração de Empresas (RAE)*. São Paulo, v. 34, n. 4, jul/ago, p. 119-130.
- MALTHUS, T. R. (1983) - *Ensaio sobre a população*. Abril Cultural. São Paulo.
- MANCINI, S.; MURITIBA, S. N.; OLIVEIRA, P. M. DE; KRUGLIANSKAS, I. (2003) - Valores organizacionais na gestão com responsabilidade socioambiental. In: *XXVII Encontro Nacional da ANPAD*. Atibaia. São Paulo.
- MARTINS, Eliseu. (2003) – *Contabilidade de Custos*. 9ª Edição. Atlas. São Paulo.

- McCORMICK, John. (1992) - *Rumo ao Paraíso – A História do Movimento Ambientalista*. Relume – Dumará. Rio de Janeiro.
- MEADOWS, D.; MEADOWS, D. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books. New York.
- MÉNDEZ, G. V. Introduction to Industrial Ecology. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona. [http://antalya.uab.es/\\_c\\_ceambientals/XTEI/curs/Course\\_October\\_2003%20b.ppt](http://antalya.uab.es/_c_ceambientals/XTEI/curs/Course_October_2003%20b.ppt). Acessado em 22.12.2004
- MICHAELSON, G. A. (2002) - *Sun Tzu: arte da guerra para gerentes*. Record. Rio de Janeiro.
- MOREIRA, Daniel Augusto. (1993) - *Administração da produção e operações*. Pioneira. São Paulo.
- MOTA, E. C. (2003) - *Uma contribuição aos estudos de implantação da gestão ambiental nas médias e grandes empresas do Estado do Ceará*. Universidade Federal de Santa Catarina. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis.
- OLIVEIRA, D.P.R. (1999) - *Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas*. Atlas. São Paulo.
- PASSOS, L. A.N.; CAMARA, M. R. G. DA. (2003) - Evolução, Estratégias e o Estado-Atual-da-Arte da Gestão Ambiental: Um Estudo do Setor Químico. In: *XXVII Encontro Nacional da ANPAD*. Atibaia. São Paulo.
- PIGOU, Arthur C. [1920] 1962 - *The economics of welfare*. Macmillan. London.
- PORTER, M. E. (1986) - *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 7ª. Edição. Campus. Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, Celso Munhoz; GIANNETTI, Biagio F. & ALMEIDA, Cecília M. V. B. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial <http://www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>. Acessado em 14. 04. 2005.
- ROBERTS, B. H. (2004) - The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study. *Journal of Cleaner Production*. V. 12., p. 997–1010.
- SAKURAI, Michiharu. (1997) - *Gerenciamento integrado de custos*. Atlas. São Paulo.
- SENAI. RS. (2003) - Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. *SENAI-RS/ UNIDO/INEP*. p.42.
- SILVA, A. A. DA. (2001) - Gestão Ambiental e Competitividade: um estudo de caso na Companhia Brasileira de Amarras- BRASILAMARRAS. *XXV Encontro Nacional da ANPAD*. Campinas.
- SILVA, I. R.; ALMEIDA, C.M.V.B.; GIANNETTI, B. F. (2003) - Gerenciamento Ambiental na Indústria - uma Ferramenta da Ecologia Industrial. *Revista de Graduação da Engenharia Química*. ANO VI No. 12 Jul-Dez. Disponível em: <http://www.hottopos.com/regeq12/art3.htm>. Acessado em 20.11.2004
- SPETH, J. G (1992). The transition to a sustainable society. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, Fevereiro. p. 870-872.
- TIBBS, H. (1993) - Industrial Ecology. An Environmental Agenda for Industry. *Global Business Network*. [http://www.bfi.org/pdf/gbn\\_ecology.pdf](http://www.bfi.org/pdf/gbn_ecology.pdf). Consultado em 10.09.2004.
- TRIVIÑOS, A. N. S. (1987) - Introdução a ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. Atlas. São Paulo.