

Inclusão de Requisitos de EcoDesign para o
Desenvolvimento de Equipamentos Eletro-Eletrônicos
Mais Sustentáveis

*Inclusion of EcoDesign Requirements for Development of
More Sustainable Electro-Electronic Equipments*

✓ **Elizabeth Regina Platchek**

Doutoranda em Engenharia de Materiais – LdSM/PPGEM/UFRGS

✓ **Wilson Kindlein Júnior**

Pós-Doutor em Design Industrial e Coordenador do LdSM/EE/UFRGS

Resumo As metodologias são fundamentais no processo de design, traçando diretrizes orientadas na criação de novos produtos. Neste sentido, o presente trabalho propõe a “Inclusão de Requisitos de EcoDesign para o Desenvolvimento de Equipamentos Eletro-Eletrônicos Mais Sustentáveis”.

Palavras-chave: design industrial, metodologia, desenvolvimento sustentável.

Abstract *The methodologies are fundamental in the design process, tracing guidelines for the development of new products. In this sense, the present work proposes the “Inclusion of Ecodesign Requirements for Development of More Sustainable Electro-Electronic Equipments”*

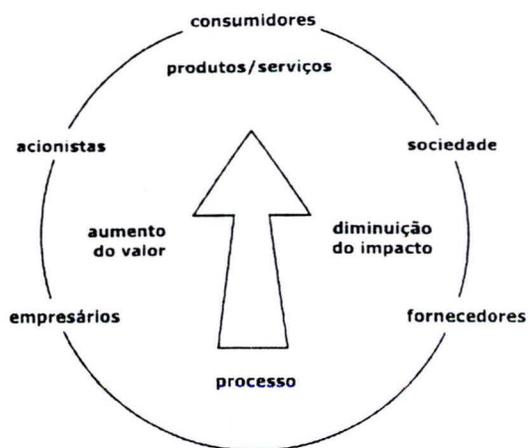
Key words: industrial design, methodology, sustainable development

Introdução

O desenvolvimento de produtos eletro-eletrônicos e sustentabilidade formam uma recente combinação que advém do reconhecimento da importância que o design, a produção, a escolha de materiais, o tipo de produto, o uso e sua disposição final têm sobre o ambiente. Essa postura pode vir a desempenhar um importante papel no marketing e no design destes equipamentos, tornando-se necessária a fim de estabelecer critérios e desenvolver metodologias para o design de produtos mais sustentáveis. Entende-se por desenvolvimento sustentável “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas necessidades”, segundo a “World Commission Environment and Development” (WCED). Cabe aqui salientar que este conceito deve ser questionado uma vez que é muito cômodo repassar o problema para as futuras gerações pois mesmo hoje já sofremos diretamente o problema da não sustentabilidade. Basta lembrar dos enormes acúmulos de lixo das grandes metrópoles, efeito estufa, poluição dos mananciais etc. Assim, o alvo dos Designers e Engenheiros deve ser o de maximizar este valor de sustentabilidade minimizando os impactos negativos do produto frente ao ambiente. É necessário rever o processo de criação de produtos e serviços na indústria eletro-eletrônica ainda na fase de geração de idéias. Portanto, se introduzirmos os conceitos de sustentabilidade nos primeiros estágios do processo, teremos a oportunidade de maximizar a soma global dos valores ambientais já no início do projeto, de forma preventiva. Tomar essa postura implica em uma questão de compromisso com muitas considerações a serem julgadas. O processo de sustentabilidade pode ser observado na figura 1, o qual deve satisfazer não só o consumidor e a sociedade mas também acionistas e empresários, melhorando a qualidade de vida global em todo o processo de manufatura e ciclo de vida do produto.

Efetivamente, todos os produtos, segundo Peneda et al. [3], afetam o ambiente em maior ou menor grau nas diversas fases de seu ciclo de vida, o que se traduz na poluição do ar, água e solo, por emissões e resíduos e eventualmente também em efeitos nefastos sobre a saúde humana. Os produtos provenientes da indústria eletro-eletrônica são de grande consumo por parte da população, a qual não hesita em descartar o velho e adquirir um novo modelo. Atualmente, estes produtos não levam em conta as variáveis ambientais em seus projetos, dificultando, ou mesmo impossibilitando, a manutenção e a separação dos materiais neles contidos.

Esperar pelo fim do projeto para pensar no ambiente e recorrer exclusivamente às tecnologias de fim de linha, em detrimento das vantagens da prevenção e dos instrumentos de gestão que lhes estão associados, é uma visão equivocada e acarreta um caminho de insustentabilidade, que é precisamente o que vivenciamos hoje. A melhoria da eficiência ecológica dos produtos, benefícios de menor carga de poluição ambiental, tornar-se-á cada vez mais um parâmetro dinâmico da competitividade empresarial. Assim, a contribui-



ção para diminuição dos impactos ambientais é a sua prevenção. Justifica-se, então, claramente o papel importante e original do Design visto que é precisamente na fase de projeto que se decide as principais características ambientais do produto e os impactos ao longo do seu ciclo de vida.

O design de produto na indústria eletro-eletrônica pode precisamente desempenhar um importante papel na competitividade sustentada das empresas ao enfatizar a mudança progressiva dos controles de fim de linha para estratégias de prevenção já nas fases iniciais do projeto e o uso de tecnologias de produção mais limpa.

Posto este cenário, este artigo propõe a inclusão de requisitos de EcoDesign na metodologia para o desenvolvimento de produtos eletro-eletrônicos mais sustentáveis onde os fatores ambientais são levados em consideração desde a concepção da idéia até o produto final, passando por todas as fases de projeto e fabricação. Esta proposta visa tornar a Produção Mais Limpa através conceitos como Design Orientado para Manutenção (Design for Maintenance - DIM), o Design Orientado para Montagem (Design for Assembly - DfA) e Design Orientado para Desmontagem (Design for Disassembly - DfD).

Com a implantação deste requisitos, as empresas poderão ser beneficiadas não só por incentivos fiscais decorrentes da redução do impacto ambiental nos processos de extração de matéria prima e de fabricação como também pela redução de materiais e componentes e pela diminuição da diversidade de fornecedores o que minimiza os custos de fabricação do produto reduzindo o seu preço de venda.

Revisão das Metodologias Atuais

As metodologias de desenvolvimento de produto são ferramentas essenciais diante de um mercado tão concorrido e restrito. Metodologias essas que são fundamentais no processo de design no momento em que traçam diretrizes para o desenvolvimento de produtos e caracterizam-se por estudos de princípios e procedimentos fortemente orientados.

ESCOLA DE ENGENHARIA
BIBLIOTECA

A velocidade e a dinâmica impostas pelo mercado pode vir de clientes, concorrentes ou da indústria, exigindo uma flexibilidade muito grande. A tecnologia minimizou o tempo de desenvolvimento de um produto, mas a pesquisa necessária para conhecer o desejo do cliente e do empresariado ainda é realizada, na sua grande parte, pela intuição do designer.

Para auxiliar no desenvolvimento do produto, muitos autores propuseram diferentes métodos. A revisão proposta nesse artigo, contempla autores com maior destaque principalmente no meio acadêmico.

Bomfim[4] afirma que uma metodologia “é necessária devido à complexidade crescente das variáveis envolvidas em um projeto” e sugere um modelo, apresentando cinco pontos principais que determinam o desenvolvimento deste projeto, tais como, o Designer, a Empresa, o Consumidor, a Sociedade como Instituição determinando as políticas econômicas e o Produto em si que representa a necessidade do mercado produtor e do mercado consumidor e, ainda salienta que “métodos são ferramentas utilizadas no desenvolvimento de um produto e dependem sempre da capacidade técnica e criativa de quem os utiliza”.

Abramovitz [5] salienta a necessidade de se especificar metas, requisitos e restrições do projeto, e a montagem de um cronograma de execução dessas etapas, e torna a aplicação da metodologia como um instrumento guia, e define o resultado dessa aplicação como o caminho mais seguro no desenvolvimento de um produto.

Baxter [6] prioriza as questões mercadológicas quando diz que “a inovação é um ingrediente vital para o sucesso dos negócios”, onde “o planejamento incluindo identificação de uma oportunidade, pesquisa de marketing, análise dos produtos concorrentes, proposta do novo produto, elaboração das especificações da oportunidade e a especificação do projeto” são quesitos fundamentais para fazer frente à concorrência industrial como estratégia empresarial inovadora, propondo redução de custos e criação de uma identidade ou estilo no produto.

Bittencourt [7] enfatiza que “o projeto de produto começa com o estabelecimento de um problema, cuja expressão mais comum é um conjunto de necessidades das pessoas que se relacionam com o apresentado”, identificando que o reprojeto de um produto pode ser aplicado na solução de uma necessidade de mercado e que pode surgir em qualquer fase do ciclo de vida deste produto, podendo ser aplicada em melhorias técnicas, demanda de mercado, de segurança ou efeitos legais. O autor afirma ainda que “o objetivo dos estudos sobre o processo de projeto de produto é formalizar uma base de conhecimento que auxilie o projetista na execução de suas atividades. Parte deste estudo envolve o estabelecimento de metodologias de projeto de produto”.

Rooseburg [8] afirma que “o processo de Design é a concepção de uma forma específica de solução de problemas”, e descreve as seguintes etapas de sua metodologia: Definição do problema; Valores do sistema; Síntese do

sistema: Análise do sistema; Seleção do melhor sistema e Planejamento da ação. Aqui Sistema é entendido como a proposta de produto onde o Designer deve elaborar metas a serem atingidas em cada etapa de desenvolvimento.

Löbach [9] afirma que todo o processo de Design é tanto um processo criativo como um processo de solução de problemas concretizado em um projeto industrial e incorporando as características que possam satisfazer as necessidades humanas de forma duradoura, podendo se desenvolver de forma extremamente complexa dependendo da magnitude do problema, e a divide em quatro fases distintas: Análise do Problema, Geração de Alternativas, Avaliação das Alternativas e Realização da Solução do Problema. Embora nunca sejam separáveis no caso real, elas se entrelaçam umas às outras com avanços e retrocessos durante o processo de projeto.

Back[10] afirma que “as fases de um projeto de produto industrial podem ser estabelecidas de diferentes formas com maior ou menor detalhamento” e, determina os seguintes pontos principais: Estudo da viabilidade do Projeto; Projeto preliminar; Projeto detalhado; Revisão e testes; Planejamento da produção; Planejamento do mercado; Planejamento para o consumo e manutenção e o Planejamento da obsolescência. O autor tem uma visão global do processo que envolve a metodologia e quais pontos tem maior ou menor impacto no desenvolvimento do produto e ressalta que o custo de se desenvolver, produzir e vender é um determinante no ciclo de vida de um produto.

Bonsiepe [11] conclui que, “a metodologia não tem finalidade em si mesma, é só uma ajuda no processo projetual, dando uma orientação no procedimento do processo e oferecendo técnicas e métodos que podem ser usados em certas etapas”, dessa forma ele diz que o Designer deve ter o controle e a decisão de qual a melhor alternativa a ser investida.

ESTUDO DAS METODOLOGIAS MAIS UTILIZADAS						
ABRAMOVITZ	BACK	BAXTER	BITTENCOURT	BOMFIM	BONSIEPE	ROOZEMBURG
- Planejamento - Fase Analítica - Fase de Desenvolvimento	- Estudo de Viabilidades - Projeto Preliminar - Projeto Detalhado - Revisão e Testes - Planejamento da Produção - Planejamento do Mercado - Planejamento para o consumo e manutenção	- Identificação uma necessidade - Pesquisa de Marketing - Análise da concorrência - Proposta de novo produto - Especificações da oportunidade - Especificações de projeto	- Reprojeto informacional - Reprojeto conceitual - Reprojeto preliminar - Reprojeto detalhado - Documentação do reprojeto	- Criação do produto - Processo de produção - Utilização do produto e satisfação das necessidades	- Problematização - Análise - Definição do problema - Anteprojeto e geração de alternativas - Realização - Análise final da solução	- Definição do problema - Valores do sistema - Análise do sistema - Seleção do melhor sistema - Planejamento da ação
Não contempla os conceitos de desenvolvimento sustentável	Contempla alguns aspectos do desenvolvimento sustentável como simplificação e redução de materiais e subsistemas	Não contempla os conceitos de desenvolvimento sustentável	Metodologia somente para o reprojeto de produtos atuais ao invés de criar novos produtos visando os valores de sustentabilidade	Sugere alguns aspectos do desenvolvimento sustentável como o reaproveitamento de partes ou do todo e a reciclagem da matéria prima antes da disposição final	Preocupação com o processo de criação porém não contempla os conceitos de desenvolvimento sustentável	Preocupação com os 3R's (reduzir, reusar e reciclar) mas não descreve como desenvolver produtos visando o desenvolvimento sustentável

Tabela 1 – Revisão das principais Metodologias Atuais

Embora cada autor tenha desenvolvido uma proposta de metodologia, existem tópicos que são inerentes a todas, como por exemplo, o levantamento das necessidades dos usuários como mostra a tabela 1 onde são comparadas, esquematicamente as metodologias estudadas. Porém, essas necessidades vão além da simples utilização do produto durante sua vida útil. Nessa metodologia, a redução de matérias primas, componentes e subsistemas, a reutilização de partes ou do todo através da manutenção e reparos e a reciclagem principalmente de materiais, os 3R's reduzir, reusar e reciclar, são conceitos que deveriam ser, mas não são fortemente, levados em consideração para o desenvolvimento de um produto mais sustentável.

Ao analisar cada autor, conclui-se que tais metodologias são de suma importância para o desenvolvimento de novos produtos ou a re-adequação de produtos existentes. Porém, novos produtos estão sendo projetados sem as variáveis da sustentabilidade, então é necessário incluí-las. Sabe-se que o investimento em novos produtos tem um custo elevado para as empresas que os desenvolvem, principalmente em empresas de ponta que são pioneiras em seus lançamentos e têm de minimizar riscos de investir em produtos que poderão ter um retorno abaixo do esperado, com isso a escolha da metodologia ideal para cada situação deve ser definida em paralelo ao estudo de viabilidade do projeto.

Deve-se verificar qual o objetivo ou a meta a ser alcançada e uma previsão de investimento que será aplicado. A empresa pode dar ênfase ao EcoDesign e para tanto deve empregar uma metodologia que avalie esse conceito desde a criação até a reciclagem do produto. Segundo Santos [12], "EcoDesign é uma visão holística em que, a partir do momento em que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha dos materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final dos produtos industriais".

Algumas metodologias como, por exemplo, Back [10] e Bittencourt [7] sugerem que seja analisado o ciclo de vida de um produto com vistas ao conceito de manutenção ou re-projeto, mas não é analisada, nestas metodologias, uma forma de se projetar tendo como foco o EcoDesign, que tem como uma de suas características o conceito de Projeto Orientado para Desmontagem DfD onde o reuso, remanufatura e reciclagem ou até mesmo a manutenção do produto é facilitada devido ao desenvolvimento e aplicação de sistemas que visam a separação dos materiais por tipos ou composição, minimizando o impacto ambiental, reduzindo custos de produção e possibilitando as empresas um diferencial competitivo em um mercado que a cada dia da maior ênfase a proteção ambiental.

O desenvolvimento sustentável vem assumindo um papel fundamental no contexto mundial visto que a capacidade de se extrair matérias primas da natureza está se esgotando em um ritmo acelerado. Assim sendo, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens

que possibilitem a geração de produtos baseados no EcoDesign, garantindo o mínimo impacto ambiental.

Segundo Turra [13], "o EcoDesign é uma forma ecológica de desenvolvimento de produtos, que se pode traduzir em projeto para o meio ambiente. Esta metodologia vem se tornando uma aliada fundamental para a inovação tecnológica de responsabilidade ambiental, suas possibilidades estão sendo consideradas vitais para a garantia do desenvolvimento sustentável e para a redução do impacto ambiental de novos produtos. Assim, o EcoDesign tem seu campo de atuação na concepção de novos conceitos e no surgimento de novos padrões de consumo. Integra as questões ambientais no design industrial relacionando o que é tecnicamente possível com o que é ecologicamente necessário e socialmente aceitável, face à percepção crescente das necessidades de salvar o ambiente num contexto de desenvolvimento sustentável, isto é, que atenda às necessidades sem comprometer a atual e futura geração".

Levantamento nos Centros de Triagem

Apresenta-se aqui um panorama das visitas de campo aos centros de triagem de lixo seco da Região Metropolitana de Porto Alegre e os produtos provenientes da indústria eletro-eletrônica descartados que não contemplam os conceitos do EcoDesign.

A coleta seletiva é a forma mais utilizada para minimização dos resíduos nas regiões metropolitanas. A atividade contribui para a redução do resíduo que chega aos aterros sanitários, para a formação de cidadãos, para a geração de empregos e para a redução do consumo de matéria-prima não-renovável e do impacto gerado por resíduos não-biodegradáveis. A coleta seletiva é uma etapa entre a separação de materiais entre si e o processo de reutilização, remanufatura ou reciclagem.

Nos centros de triagem foram visualizados inúmeros produtos eletro-eletrônicos que não são passíveis de desmontagem, conforme mostra a figura 2.

Dentre os produtos eletro-eletrônicos descartados, foram encontrados tanto eletrodomésticos de grande porte como portáteis sendo suas partes compostas de diferentes materiais, principalmente polímeros, metais e compósitos. Esses materiais são de difícil separação impossibilitando a reciclagem economicamente viável dos materiais. Observou-se televisores onde as partes de madeira, metais e materiais poliméricos apresentam dificuldades imensas para serem separados e reciclados. Já os componentes elétricos e eletrônicos são praticamente inseparáveis. Foram observados também eletrodomésticos portáteis como cafeteiras elétricas, aparelhos telefônicos, secadores de cabelo onde, seus processos de concepção, não levaram em consideração a desmontagem para aproveitamento de suas partes.

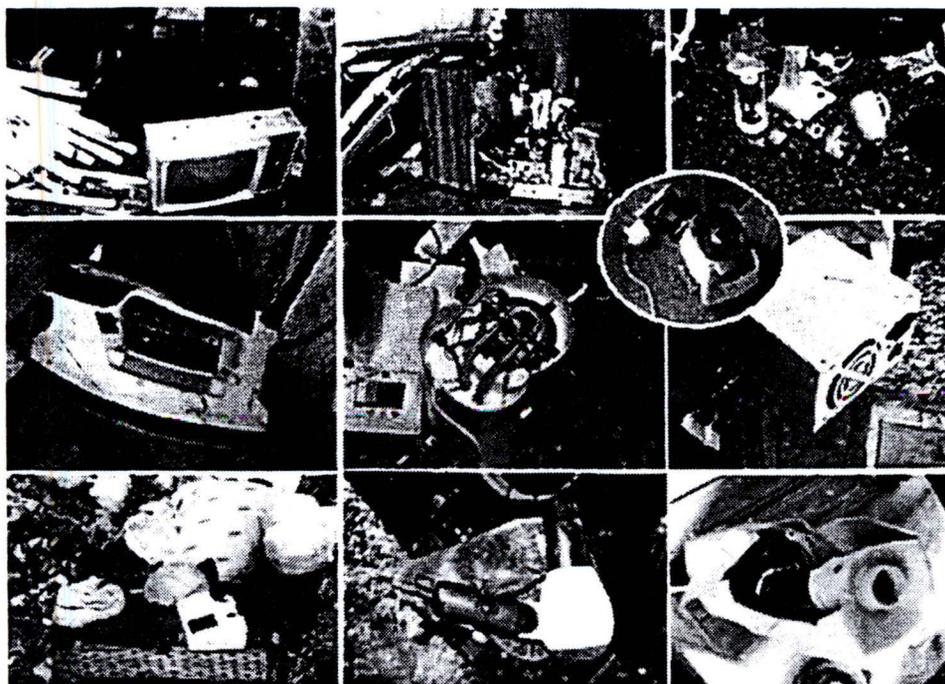


Figura 2 – Produtos provenientes da indústria eletro-eletrônica encontrados nos Centros de Triagem visitados.

Em geral, mesmo os produtos que possibilitam desmontagem parcial, há uma demanda de tempo elevada para tal assim como faltam ferramentas apropriadas. Em eletrodomésticos de grande porte como geladeiras, a carenagem de aço, após grande dificuldade, pode ser retirada e destinada a reciclagem junto de outras peças de aço. Já os ferros de passar roupas aguardam uma tentativa de desmonte. As placas de computadores, vídeos, televisores, etc., caso estejam em condições de uso, poderão ser consertadas e reutilizadas, caso contrário são classificadas como resíduo não-reciclável pela dificuldade de reposição de peças e/ou pela impossibilidade de separação dos sistemas e subsistemas que compõem o produto. Por mais inconcebível que pareça, grande parte desses produtos são descartados no lixo do próprio centro de triagem.

O chamado “lixo digital”, composto de monitores, impressoras e teclados para computador também se acumulam pela falta de ferramentas adequadas e pela falta de treinamento para desmontá-los, mas principalmente pela dificuldade de separação de sub-sistemas que foram imbricadamente fixados quando do projeto do produto.

Em todos os centros de triagem visitados, nota-se uma grande quantidade de produtos oriundos da indústria eletro-eletrônica descartados, muitos em bom estado, necessitando apenas alguns reparos. Alguns desses produtos foram consertados e reutilizados pela própria comunidade dos pavilhões de triagem. Por outro lado, muitos dos produtos que não são reaproveitados por aquela comunidade são de difícil desmontagem pela falta de um projeto inicial visando este fim (Design Orientado a Desmontagem - DiD). Também pela diversidade de materiais cujo processo de fabricação impossibilita a separação dos mesmos.

Assim, é interessante observar que as próprias pessoas que fazem a triagem conseguem consertar alguns produtos. Estas pessoas não dispõem de ferramentas adequadas como também não recebem treinamento e, mesmo assim, conseguem realizar reparos e manutenção em alguns produtos. É um bom indicativo que é possível fazer remanufatura de grande parte dos produtos atualmente descartados desde que aprimoradas as condições de infra-estrutura bem como o treinamento de recursos humanos. É claro que se o projeto de um produto estiver orientado dentro dos preceitos do EcoDesign teremos muitas possibilidades de desenvolver produtos mais sustentáveis.

Neste sentido, os Designers, Engenheiros, Arquitetos e demais Projetistas devem, então, adotar novas metodologias para o desenvolvimento de produtos que atendam os requisitos da sustentabilidade através de uma nova concepção de projeto.

Proposta de Metodologia para Concepção de Produtos Eletro-Eletrônicos na Ótica do EcoDesign

O desenvolvimento de produtos industriais é um processo de síntese que exige trabalho de grupos e equipes multidisciplinares no qual são simultaneamente consideradas as diversas características do produto como custo, desempenho, viabilidade de produção, segurança e consumo. Assim, este desenvolvimento de produtos progride continuamente segundo uma espiral de atividades - design, projeto, manufatura e decisões mercadológicas - em direção à comercialização fundamentada no trabalho inter e multidisciplinar em todas as fases desse processo fundamentalmente iterativo. A implementação deste tipo de abordagem tem permitido a muitas empresas reduzir substancialmente a duração do ciclo do produto e gerar economia de custos maximizando a qualidade e o desempenho dos produtos industriais.

A inclusão de requisitos de EcoDesign na metodologia para o desenvolvimento de produtos sustentáveis proposta neste trabalho tem a finalidade de produzir mudanças relevantes de ordem ambiental, social e econômica, onde os esforços sejam bem sucedidos. Assim, o Designer deverá assimilar uma nova maneira de projetar, segundo Santos [12], baseada não somente no mercado, mas guiada por uma tríplice visão que reúne crescimento econômico, qualidade ambiental e igualdade social. A utilização de modelos metodológicos baseados nesta visão, exige um embasamento que vai muito além dos problemas ambientais causados pelo produto a ser projetado, sendo necessário pensar de forma holística, considerando as questões éticas, sociais e ambientais envolvidas com o produto, além de identificar as melhores oportunidades de inovação.

Propõem-se aqui uma metodologia composta de 4 fases distintas: Fase da Proposta, Fase de Desenvolvimento, Fase de Detalhamento e Fase de Comunicação. A variável ambiental foi inserida na metodologia para o desenvolvimento de produtos industriais a fim de satisfazer as questões que envolvem a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável.

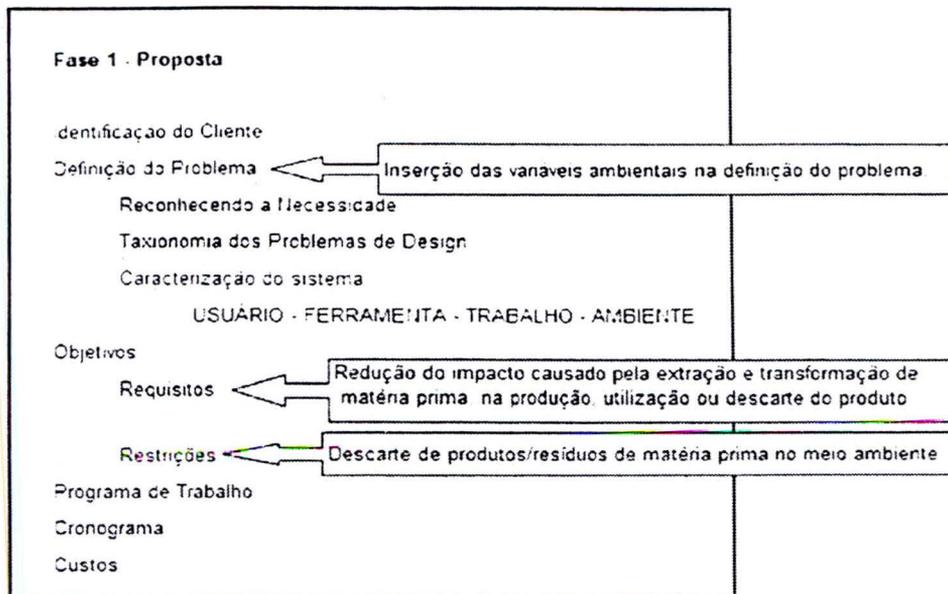


Figura 3 – Inserção das variáveis ambientais na Fase de Proposta.

A Fase de Proposta é constituída de etapas distintas e interligadas que irão compor a identificação do cliente, a definição dos problemas em questão, as metas a serem atingidas durante a fase de projeção, as restrições que irão impedir de alguma maneira a plena satisfação destas metas, cronogramas de execução, programas de trabalho e custos de projeto. A figura 3 mostra a inserção das variáveis ambientais na fase de Proposta da metodologia de EcoDesign.

A definição do problema é o reconhecimento das necessidades do usuário para a realização das tarefas que envolvem o desempenho do produto. Para tal, é relevante responder às seis perguntas básicas: O QUE é o problema/necessidade? QUEM tem o problema/necessidade? COMO ocorre o problema/necessidade? QUANDO ocorre o problema/necessidade? ONDE ocorre o problema/necessidade? PORQUE ocorre o problema/necessidade? Estas questões básicas levam a realização de uma pré-pesquisa, ou seja, um levantamento inicial de dados. Em determinado contexto, eventualmente, pode-se observar diversas tendências que correspondem a uma ou mais necessidades, tendências estas que muitas vezes encontram-se em conflito e, conseqüentemente, não satisfazem as necessidades. Decorre daí a noção de PROBLEMA. O problema o ponto de partida para a projeção resulta na não adequação entre um sistema e seu contexto ou meio ambiente imediato ou entre sistemas e sub-sistemas. Esta não-adequação, ou situação de desajuste, por sua vez, está relacionada ao fato de que determinadas necessidades não estão sendo satisfeitas. Ou seja, o sistema observado não está em equilíbrio. Existe uma lacuna entre o que o sistema é e aquilo que deve ser. Assim, deve-se considerar as várias etapas do processo tais como: a montagem deste produto durante o processo de fabricação considerando os conceitos de Design Orientado a Montagem (Design for Assembly – DfA), a manutenção do produto (Design

Orientado a Manutenção - Design for Maintenance - DIM aumentado sua vida útil e mesmo no descarte final Design Orientado a Desmontagem - Design for Disassembly - DID a fim de separar dos materiais e subsistemas visando a reciclagem/reuso dos mesmos. Isso implica que as necessidades do usuário vão além da simples utilização do produto passando pela reposição de peças e subsistemas e a desmontagem final para a reciclagem.

As metas são declarações que indicam alvos e ações a serem alcançados com o projeto. Assim, fatores ambientais devem ser incluídos como metas de um projeto de EcoDesign como a redução do impacto causado pela extração e transformação de matéria prima, o processo de produção e transformação, a utilização ou descarte do produto final.

As restrições do projeto são declarações que indicam limitações na projeção, fixando posições que devem ser mantidas e respeitadas. São variáveis não-controláveis relacionadas ao problema do projeto. Fatores ambientais são considerados nesta fase, como o descarte do produto ao término de sua vida útil, o descarte de resíduos de matéria prima durante o processo de produção e o consumo de energia durante o uso.

A Fase de Desenvolvimento é a fase analítica do processo de projeção, onde, ao invés de buscar soluções imediatas para os problemas descritos na fase anterior, faz-se uma análise da situação e de como os problemas e necessidades são solucionados atualmente. Esta fase é um levantamento do estado da arte onde se utilizam recursos como registros fotográficos, vídeos, entrevistas, enquetes, relatos, estudos, coletânea de artigos, publicações etc. a fim de tomar conhecimento dos pontos relevantes do projeto em questão, desde como são solucionados os problemas na situação existente até possíveis sistemas mecânicos, materiais, sistemas de controle que possam ajudar na solução final.

A inserção das variáveis ambientais na fase de desenvolvimento é mostrada na figura 4. Nos processos produtivos dos atuais produtos similares, deve-se considerar não só os processos de fabricação, transformação, linha de montagem, aspectos administrativos e técnicos da manufatura, como também o consumo de água e energia; as origens da matéria prima; os tipos de resíduos gerados e o destino destes. Para tal, faz-se uma análise dos atuais processos produtivos e dos similares do problema em questão, sejam similares do produto sejam similares da função. Por similar do produto entende-se todos os produtos industriais ou artesanais existentes no mercado que têm as mesmas características, realizam as mesmas funções e, principalmente, atendam em parte ou totalmente os requisitos listados na problematização. Por similares da função entende-se todos os produtos industriais ou artesanais existentes no mercado que atendam as mesmas funções não sendo necessariamente o mesmo produto. Esta análise consiste em decompor o similar em partes a fim de examinar cada uma delas em relação ao todo visando conhecer suas naturezas, funções, relações e etc. Esta análise de similares é composta de 8 (oito) etapas: análise histórica, análise estrutural, análise funcional, análise de uso, análise ergonômica, análise morfológica, análise de mercado e análise técnica, como mostra a tabela 2.

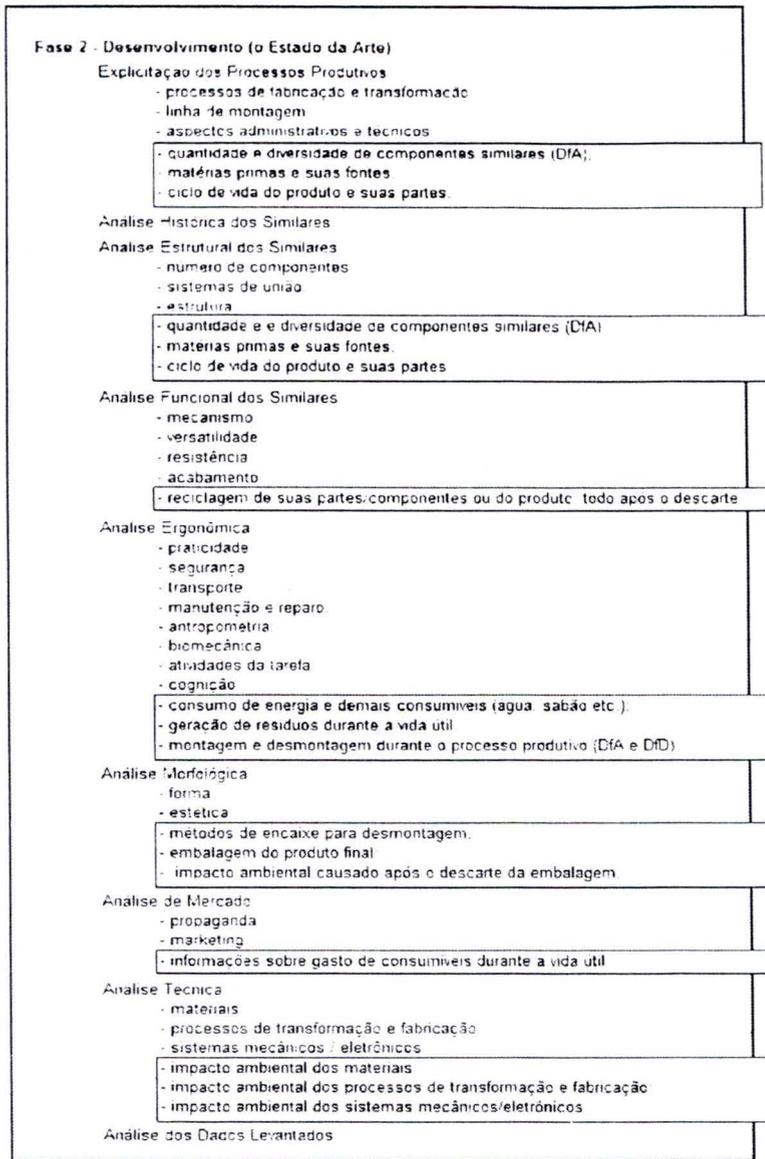


Figura 4 – Inserção das variáveis ambientais na Fase de Desenvolvimento.

ETAPAS	AÇÕES
Análise Histórica	Evolução cronológica do produto eletro-eletrônico
Análise Estrutural	Com que componentes conta o produto eletro-eletrônico?
Análise de Funcionamento	Como funciona fisico-tecnicamente o produto eletro-eletrônico?
Análise Ergonômica	Quem é o usuário? Onde é utilizado o produto? O que o usuário pensa a respeito do produto eletro-eletrônico e de sua utilização? Que atividades o usuário realiza na tarefa? Quais as posturas que assume? Adequação ótima entre o produto eletro-eletrônico e o usuário quanto a limites e faixas aceitáveis para ruído, temperatura, iluminação, fadiga, peso, aspectos de postura, manejo, visibilidade, compatibilidade, adequação na interface homem-máquina, aspectos psicológicos, etc.
Análise Morfológica	Quais são as relações estético-formais existentes no produto eletro-eletrônico?
Análise de Mercado	Qual a demanda do produto eletro-eletrônico, assim como sua forma peculiar de distribuição?
Análise Técnica	Quais materiais e processos foram utilizados para a fabricação do produto eletro-eletrônico?

Tabela 2 - Etapas da análise de similares.

Ainda nesta etapa do projeto, é na análise de similares que o método é reestruturado. Quando se analisa um similar, além de todos os aspectos estruturais, funcionais, ergonômicos, mercadológicos, propõem-se as inclusões dos aspectos ecológicos tais como: a análise do ciclo de vida, aspectos de montagem e desmontagem, embalagem e transporte, reciclagem após o descarte, geração de resíduos durante a vida útil, processos de fabricação, matéria-prima utilizada e suas fontes, energia gerada/gasta, tanto na fabricação como no uso do produto.

A figura 5 mostra que na fase de projeção são refinadas as principais etapas do EcoDesign para o desenvolvimento de produtos. É nesta fase que dá-se a projeção do objeto em estudo através da síntese dos dados analisados. Deve-se especificar e detalhar a “concepção de design” efetuando-se consultas técnicas, dimensionando-se partes e subsistemas, indicando materiais e processos para a fabricação, realizando-se estudos ergonômicos, especificando-se acabamentos etc., assim como desenvolvendo-se aspectos de engenharia: cálculos, mecanismos, eletro-eletrônica, forças, cargas estáticas e dinâmicas, definindo estruturas, superfícies e detalhes de união dos subsistemas. Também é nesta fase que desenvolve-se os desenhos técnicos e fabrica-se as maquetes e protótipos.

Na etapa da síntese, serão determinados os parâmetros projetuais para o novo produto baseados na análise de similares e na análise da situação existente e, assim, revistas as metas a serem atingidas. Na etapa de geração de alternativas deve-se usar a criatividade para tentar gerar soluções originais a

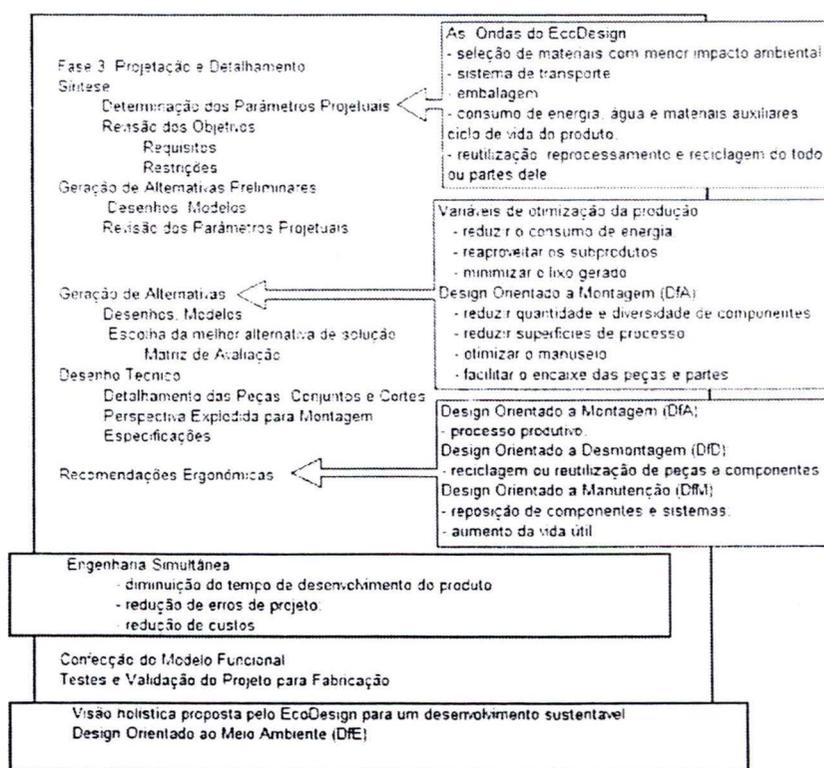


Figura 5 – Inserção das variáveis ambientais na Fase de Projeção.

partir dessa composição ou combinação de partes. Atuando assim o espírito inventivo inovador com que o Designer deve procurar se investir. Para tal, utiliza-se de técnicas de desbloqueio mental como o *Brainstorming* [14], o Método 635 [11] e modelos tridimensionais [4]. Na etapa de detalhamento técnico serão determinadas todas as especificações técnicas para a fabricação sejam desenhos como materiais e processos de produção.

Ao se determinar os parâmetros projetuais, as Oito Ondas do EcoDesign [15] são fundamentais para um desenvolvimento sustentável, no que tange a seleção de materiais que resultem em menor impacto ambiental: ao sistema de transporte e à embalagem; ao consumo de energia, água e materiais auxiliares tanto na produção como no uso do produto final; ao ciclo de vida do produto, a reutilização, o reprocessamento e a reciclagem de todo o produto ou parte dele.

No detalhamento técnico das partes e peças, deve-se observar às variáveis de otimização da produção, onde se pode reduzir o consumo de energia, reaproveitar os subprodutos e conseqüentemente minimizar o resíduo gerado. As diretrizes e regras do Design Orientado a Montagem DfA, também devem ser consideradas, pois procuram reduzir a quantidade, a diversidade de componentes, a redução de processos, a otimização no manuseio, e principalmente facilitar a montagem das peças e partes. Nas recomendações ergonômicas, deve-se pensar não somente no usuário final, mas também no usuário de "chão de fábrica" que atua no processo de produção, utilizando-se dos preceitos do Design Orientado a Montagem DfA, do Design Orientado a Desmontagem DfD e do Design Orientado a Manutenção DfM que visa facilitar a reutilização de peças e componentes.

Durante todo o processo de projeção até a validação do protótipo, deve-se utilizar a Engenharia Simultânea [16], também conhecida como Engenharia Concorrente, que consiste na execução temporal nas diversas etapas de atividade *em paralelo*, por oposição ao modo convencional seqüencial. Como característica básica de sua aplicação, a Engenharia Simultânea conduz à diminuição do tempo de desenvolvimento do produto, pois ao paralelismo temporal das atividades soma-se o fato da efetiva antecipação da detecção de problemas de projeto que somente ocorreriam muito tardiamente com o emprego da engenharia seqüencial, evitando-se a perda de tempo inerente a opções por alternativas que terminariam por revelarem-se inadequadas e implicando também na redução de custo de desenvolvimento.

Portanto, esta visão holística proposta pelo EcoDesign, deve compor três aspectos: ?economicamente viável, ?manutenção do meio ambiente e ?responsabilidade social garantam o mesmo peso quando se tratar de desenvolvimento sustentável, o que leva por fim a um Design Orientado ao Meio Ambiente (DfE), pois no momento em que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha dos materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final do produto, no que for tecnicamente possível e ecologicamente necessário.

A fase de comunicação é a fase de compilação dos dados, onde são organizados relatórios e suportes visuais. É considerada uma fase distinta devido a complexidade e importância para futuros projetos.

Conclusões

Ao apresentar esta proposição de inclusões de requisitos de EcoDesign, chega-se a conclusão que tal procedimento é importantíssimo para o desenvolvimento de novos produtos. Sabe-se que o investimento em pesquisa tem um custo elevado para as empresas que as desenvolvem, principalmente em empresas de ponta que são pioneiras em seus lançamentos e tem de minimizar o risco de investir em um produto que poderá ter um retorno abaixo do esperado. Com isso, a escolha da metodologia ideal para cada situação deve ser definida antes do estudo de viabilidade do projeto. Deve-se ter em mente qual o objetivo ou a meta a ser alcançada e uma previsão de investimento que será aplicado. A empresa pode dar ênfase ao EcoDesign e, para tanto, deve empregar uma metodologia que avalie esse conceito desde a criação até a reciclagem e o descarte final do produto ou de suas partes.

O EcoDesign tende a minimizar o impacto ambiental, reduzir custos de produção e possibilitar as empresas um diferencial competitivo dentro de um mercado que a cada dia dá maior ênfase ao desenvolvimento sustentável, assumindo assim um papel fundamental no contexto mundial visto que a capacidade de se extrair matérias primas da natureza vem se esgotando em um ritmo acelerado. Assim, a utilização de técnicas de desenvolvimento de produtos deve conter em sua base itens que possibilitem a geração de produtos com vistas ao EcoDesign garantindo, então, o mínimo de impacto ambiental. Essa base da materialização do conceito de desenvolvimento sustentável está na passagem gradual e a longo prazo das atuais estruturas lineares de projeção e produção mais cíclicas e que assentam às estratégias de EcoDesign e produção mais limpa.

Apropriar-se neste momento de mobilidade das empresas pelo intuito de realizar a nova manufatura de uma maneira ecologicamente consciente é uma estratégia inteligente, pois não é necessário iniciar a motivação das empresas e, sim, aproveitar o momento em que o EcoDesign propõe uma nova estratégia para o desenvolvimento de produtos, associando o sistema de gestão ambiental aos materiais e processos de fabricação. Porém, o conceito de EcoDesign é muito mais que uma simples variável de projeto. Devido a influência do Design no nascimento e desenvolvimento do produto, faz-se necessário que esta atividade tenha responsabilidade social e ambiental com o surgimento de novos produtos e o desenvolvimento sustentável.

Os profissionais de Design assim como os empresários devem ser os principais condutores da mudança em curso e da quebra do paradigma de extração de recursos naturais para outro mais evoluído e sustentável. Essa mudança

dos paradigmas deve ocorrer tanto nos processos de produção como nos produtos finais, não se restringindo apenas ao cumprimento das leis, mas, aproveitando os benefícios e oportunidades que a proteção ambiental pode proporcionar através da colaboração de empresas e, conseqüentemente, do crescimento da produção de produtos ecologicamente eficientes através da aplicação do EcoDesign, o que certamente trará benefícios e oportunidades às empresas. É dentro desse contexto, que o EcoDesign deve ser assumido como um desafio que as empresas, mais cedo ou mais tarde, terão de assumir e, para o qual, deverão preparar-se desde logo.

Assim, levando em consideração as novas normativas européias as quais responsabilizam a indústria pelo recebimento de seu produto ao final da vida útil, esta metodologia permitirá melhor seleção de materiais e sistemas de junção para otimizar o reuso, a remanufatura ou a reciclagem destes produtos. Neste contexto, as empresas poderão fazer convênios com cooperativas de centros de triagem fornecendo treinamento para a recuperação de partes do produto a fim de minimizar custos tanto do processo como do produto. Engenheiros e Designers devem projetar reduzindo o número de componentes e aumentar os componentes comuns nos produtos.

A manutenção da vida só será possível com uma matriz industrial responsável, onde todos os envolvidos no processo terão obrigações com a sustentabilidade. Para tanto, esta iniciativa de implementação de uma visão macro do EcoDesign é justamente uma tentativa de colaborar com o crescimento de uma cultura que visa o desenvolvimento sustentável. Neste sentido, inclusão de requisitos de EcoDesign na metodologia apresentada é uma ferramenta de auxílio na projeção de produtos mais sustentáveis.

Recebido em: 20/12/2005

Aprovado em: 21/03/2006

Elizabeth Regina Platcheck

Desenhista Industrial; Especialista em Ergonomia pelo PPGE/UFRRGS; Mestre em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas pelo LdSM/PPGEM/UFRRGS; Doutoranda em Engenharia de Materiais pelo LdSM/LdTM/PPGEM/UFRRGS. erplatcheck@yahoo.com.br

Wilson Kindlein Junior

Engenheiro; Doutor em Engenharia; Pós-Doutor em Design Industrial; Coordenador do Laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM/DEMAT/EE/UFRRGS; Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ndsm@ufrgs.br

Este trabalho foi realizado com o apoio do CNPq.

Referências Bibliográficas

- [1] ANNES, J. - Desenvolvimento de uma Metodologia de manufatura Consciente para Micro, Pequenas e Médias Empresas Industriais - Porto Alegre. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas PPGEM/UFRGS, 2003.
- [2] CHARTER, M. - Sustainable Value - Grã-Bretanha. The Journal of Sustainable Product Design, junho de 1998.
- [3] PENEDA, C.; FRAZÃO, R. - EcoDesign no Desenvolvimento de Produtos - Portugal. INET/ITA, 1995.
- [4] BOMFIM, G. A. - Metodologia para o Desenvolvimento de Projetos - João Pessoa. Universitária/UFPB, 1995.
- [5] ABRAMOVIITZ, J.; REBELLO, L. H. B. - Metodologia do Projeto - Rio de Janeiro. UniverCidade / NPD, apostila de aula, 2002.
- [6] BAXTER, M. - Projeto de Produto - Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos - São Paulo. Edgar Blücher, 1998
- [7] BITTENCOURT, A. C. P. - Desenvolvimento de uma Metodologia de Reprojetado de Produto para o Meio Ambiente - Florianópolis. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica - UFSC, 2001.
- [8] ROOSEBURG, N.; ECKELS, N. - Product Design: Fundamentals and Methods - West Sussex, UK, Wiley, 1996.
- [9] LÖBACH, B. - Desenho Industrial - base para configuração dos produtos industriais - São Paulo, Edgar Blücher, 2000.
- [10] BACK, N. - Metodologia de Projetos de Produtos Industriais - Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Dois, 1983.
- [11] BONSIEPE, G. coordenador - Metodologia Experimental: Desenho Industrial - Brasília. CNPq / Coordenação Editorial, 1984.
- [12] SANTOS, P. A. - Inovação Sustentável: o EcoDesign Aplicado ao Design de Novos Produtos - Porto Alegre. Monografia de especialização em Agentes de Inovação Tecnológica UCS, 2001
- [13] TURRA, D. T. - Estudo das Diretrizes para a Reciclagem de Materiais e Produtos como Subsídio à Aplicação do EcoDesign - Canoas. Monografia de especialização em Gerenciamento Ambiental. ULBRA, 2002
- [14] GALVÃO, M. - Criativa mente - Rio de Janeiro, Qualitymark, 1992.
- [15] <http://www.ufrgs.br/ndsm> 04/11/2005
- [16] CUNHA, G. - Desenvolvimento de Produtos - Porto Alegre. PPGEP/UFRGS, apostilas de aula, 2000.