



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Avaliação da Presença dos Princípios do Ecodesign em uma Empresa do Setor Químico

M. Borchardt ^a, M. A. Sellitto ^b, G. M. Pereira ^c, M. H. Wendt ^d

a. Unisinos, São Leopoldo - RS, miriamb@unisinos.br

b. Unisinos, São Leopoldo - RS, sellitto@unisinos.br

c. Unisinos, São Leopoldo - RS, gian@unisinos.br

d. Artecola Indústrias Químicas Ltda., Campo Bom - RS,
marcos.wendt@artecola.com.br

Resumo

Este trabalho apresenta e discute um estudo de caso sobre medição da aplicação dos quesitos do ecodesign, baseada em um método multicriterial de apoio à decisão, o AHP (Analytic Hierarchy Process). A medição foi feita em uma empresa da indústria química. A metodologia foi desenvolvida de forma a viabilizar a sua extensão a outras indústrias. A primeira etapa consistiu em levantamento teórico sobre os pressupostos do ecodesign aplicáveis em manufatura. Na sequência, por meio de grupo de foco, os mesmos foram consolidados em sete construtos capazes de descrever o termo de topo ecodesign. São eles: materiais, componentes do produto, características do produto e do processo, uso de energia, distribuição de produtos e estoques, embalagem e documentação e resíduos. Cada construto foi desdobrado em quesitos. Por meio do AHP, os construtos do ecodesign foram ponderados permitindo identificar a importância relativa dos mesmos para a empresa. Os construtos que compareceram de modo mais significativo foram: características do produto e do processo e resíduos. Posteriormente, gestores da empresa estudada identificaram, através de um instrumento de avaliação, a atual capacidade da organização em atender a cada um dos quesitos. Identificam-se, dessa forma, as lacunas de cada quesito e possibilita-se a priorização das ações e recursos para os construtos com maior importância e maior lacuna.

Palavras-Chave: ecodesign, desempenho ambiental, análise multicriterial, design for environment, Análise Hierárquica de Processo.

1 Introdução

Conceitos como ecodesign e análise do ciclo de vida vêm promovendo uma releitura nas técnicas de concepção, projeto e produção industrial de bens (Byggeth, Broman e Røbert, 2007) e têm oferecido o embasamento teórico para diretivas de aplicação em projeto de produto. Para Fiksel (1996), ecodesign é uma técnica de projeto de produto em que os usuais objetivos de projeto, tais como desempenho, custo da manufatura e confiabilidade, surgem conjuntamente com objetivos ambientais, tais como redução de riscos ambientais, redução do uso de recursos naturais, aumento

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

São Paulo - Brazil - May 20th-22nd - 2009

da eficiência energética e da reciclagem. O mesmo possibilita relacionar as funções do produto ou serviço com os aspectos relativos a sustentabilidade ambiental, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a presença de produtos eco-eficientes (Karlsson e Luttrupp, 2006; Manzini e Vezzoli, 2005). Para Vercauteren (2001), empresas consideram o ecodesign como um meio para preservar não apenas o ambiente, mas também a competitividade e a imagem pública.

Na literatura pesquisada, diversos requisitos para o ecodesign são propostos. Os principais deles referem-se a materiais, componentes, processos e características dos produtos, uso de energia, armazenagem e distribuição, embalagem e resíduos (Wimmer et al., 2005; Luttrupp e Lagersted, 2006; Fiksel, 1996). Por outro lado, até quanto se pesquisou na literatura, essas práticas ambientais, relacionadas ao ecodesign, têm formato genérico e de difícil enquadramento a métodos específicos de projeto de produto e processos industriais (BORCHARDT, POLTOSI, SELLITTO e PEREIRA, 2008).

Autores como Cabezas et al. (2005), Svensson et al. (2006) e Daub (2007) vêm trabalhando no desenvolvimento de indicadores de desempenho associados ao ecodesign; destacam, entretanto, que não há consenso quanto a esse tópico. Apesar de frequentemente se verificar a presença do tema desempenho ambiental na literatura, não foi encontrado um corpo de diretrizes ou um método objetivo que possa gerar um instrumento de medição da aplicação ou do desempenho das práticas do ecodesign. Tal instrumento evitaria que esforços em ecodesign resultem contraditórios e ineficazes e poderia orientar as organizações a priorizarem os recursos onde os ganhos ambientais fossem mais significativos.

Para a priorização de recursos e de ações relativas ao ecodesign, e suportado por trabalhos que tratam de avaliação de desempenho em aspectos ambientais, entende-se ser relevante identificar o grau de importância de cada construto do ecodesign para empresas de uma determinada indústria e o quanto cada empresa atende cada requisito.

O objetivo principal deste trabalho é identificar o grau de importância de cada construto do ecodesign e avaliar o grau de aplicação desses construtos. A metodologia utilizada foi desenvolvida considerando-se que a aplicação em outras indústrias é viável. Os objetivos secundários são: (i) propor uma estrutura arborescente capaz de representar o termo de topo ecodesign e seus construtos e itens de aplicação; (ii) apresentar um método, suportado por um método de decisão multicriterial, o AHP (Analytic Hierarchy Process), para avaliar a estrutura arborescente; e, (iii) testar e refinar o método em um estudo de caso.

2 Referencial Teórico

2.1 Práticas e Ferramentas do Ecodesign

Referências sobre ecodesign e sua aplicação em manufatura foram consultadas na elaboração deste trabalho. Bhamra (2004) e Charter (1997) tratam do ecodesign como opção estratégica para o desenvolvimento de novos produtos e melhoria de desempenho ambiental. Brezet, Stevels e Rombouts (1999) descrevem como o ecodesign integrou-se às práticas de negócio da Royal Philips Electronics. Beitz (1993) aponta diretrizes para o projeto de produtos voltado à reciclabilidade. Brezet (1997) e Sherwin e Bhamra (1999) relacionam ecodesign e inovação, destacando que o ecodesign não precisa ser apenas reativo ou corretivo, podendo incorporar novas funções aos produtos.

No que se refere ao potencial de uma empresa para a aplicação do ecodesign e, conseqüentemente, a inserção do mesmo nas rotinas de desenvolvimento de produtos, a organização deve avaliar fatores relativos a companhia (internos), ao ambiente (externos) e ao produto (Vercauteren, 2001). Como fatores internos citam-se: (i) motivação da empresa; (ii) inovação, considerando a capacidade da empresa em influenciar as especificações do produto; (iii) competitividade, visto que uma empresa líder no mercado de um setor específico tem mais chances de redesenhar os produtos; as empresas menores podem considerar o ecodesign como uma oportunidade de incrementar a participação no mercado; e, (iv) setor, considerando que, se já existem iniciativas equivalentes no setor, a empresa pode aprender com essas experiências. Com relação aos fatores externos, destacam-se: (i) regulação; (ii) clientes e mercado, onde se faz necessário avaliar se o mercado aceitará ou não os produtos verdes; e, (iii) fornecedores, visto que é essencial que os mesmos queiram cooperar. Relativamente ao produto, o mesmo deve ter potencial para um reprojeto baseado nas considerações ambientais.

Identificado o potencial de uma empresa para a aplicação do ecodesign, faz-se necessária a compreensão dos elementos que constituem o ecodesign. Nesse sentido, foram avaliadas as proposições de Fiksel (1996), de Wimmer et al. (2005) e Luttrupp e Lagersted (2006). A síntese das práticas propostas pelos autores mencionados são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese das práticas propostas para o ecodesign

Primeiro nível (construtos)	Segundo nível (itens)
Materiais: escolha e consumo	Capacidade de: (i) usar material-prima mais próxima de seu estado natural; (ii) evitar misturas de materiais não compatíveis; (iii) eliminar o uso de substâncias tóxicas, perigosas e carcinogênicas; (iv) não usar matérias primas capazes de gerar resíduos Classe I – Perigosos; (v) usar materiais reciclados e/ou renováveis; (vi) limitar as emissões atmosféricas originadas pelo emprego de compostos orgânicos voláteis.
Componentes do produto: seleção e escolha	Capacidade de: (i) recuperar componentes ou usar componentes recuperados; (ii) o acesso aos componentes; (iii) identificar materiais e componentes; (iv) determinar o grau de reciclagem da cada material e componente.
Características do produto / processo	Capacidade de: (i) elaborar produtos com formas mais simples e que reduza o uso ou consumo de matérias-primas; (ii) projetar produtos com maior vida útil; (iii) projetar produtos multifuncionais; (iv) realizar upgrade no produto; (v) desenvolver um produto com “design” respeitando as tendências mundiais.
Uso de energia	Capacidade de: (i) usar energia proveniente de recursos renováveis; (ii) empregar dispositivos de redução de consumo de energia durante uso do produto; (iii) reduzir consumo de energia durante a produção do produto; (iv) reduzir consumo de energia durante armazenamento do produto.
Distribuição de produtos	Capacidade de: (i) planejar a logística de distribuição; (ii) privilegiar fornecedores / distribuidores localizados mais próximos; (iii) minimizar os estoques; (iv) usar modal de transporte mais eficiente em termos energéticos.
Embalagem e documentação	Capacidade de: (i) reduzir peso e complexidade das embalagens; (ii) usar documentação eletrônica; (iii) usar embalagens que possam ser reaproveitadas; (iv) usar embalagens produzidas a partir de matérias primas reaproveitadas; (v) usar produtos com refil.
Resíduos	Capacidade de: (i) minimizar resíduos gerados no processo produtivo e no uso do produto; (ii) reaproveitar os resíduos gerados; (iii) garantir limites aceitáveis de emissões; (iv) eliminar a presença de resíduos classe I perigosos.

Fonte: adaptado de Wimmer *et al.* (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (1996).

2.2 Medição de desempenho e em ecodesign

Tingström e Karlsson (2006) salientam a multidisciplinaridade do ecodesign, afirmando que este não é um processo linear e repetitivo, pois se deve testar ou

medir o efeito do produto sobre o ambiente por modelos. Também destacam que, em práticas e estratégias ambientais, a execução dos planos deve ser mensurada por sistemas de medição que apreendam a complexidade do objeto. Sellitto, Borchardt e Pereira (2006) apresentam a importância dos sistemas de medição de desempenho em estratégias empresariais diversas. Pegado, Melo e Ramos (2001) discutem problemas inerente a medição de desempenho ambiental. Nota-se em Madu, Kuei e Madu (2002) a aplicação da AHP na integração dos objetivos ambientais em ecodesign.

Observou-se na literatura pesquisada que não há distinções claras entre os termos medição de desempenho e avaliação de desempenho. Para esse trabalho, considera-se o exposto em Sellitto, Borchardt e Pereira (2006): fala-se em avaliação de desempenho quando esta se der por julgamentos de variáveis categóricas e fala-se em medição de desempenho quando esta se der por medições de variáveis quantitativas.

Para Bititci (1995), um sistema de medição ou de avaliação de desempenho deve: (i) evitar a subotimização local; (ii) desdobrar os objetivos estratégicos até os níveis operacionais; (iii) proporcionar o pleno entendimento da estrutura de objetivos e de conflitos, os *trade-offs* da estratégia; e (iv) considerar aspectos da cultura organizacional. O uso de múltiplas variáveis na medição de desempenho ambiental remete à decisão multicriterial. Para French (1986), dificilmente em uma decisão multicriterial se tem um modelo claro e uniformemente estruturado. Discussões mais aprofundadas sobre a teoria da decisão com enfoque multicriterial são encontradas em French (1986).

Um desempenho exige um modelo para mensuração e comunicação, obtido por construção mental. A construção mais abstrata é o termo teórico, que aglutina aspectos de uma definição suficientemente ampla, estruturados em construtos e conceitos. Os construtos também são construções abstratas, deliberadamente criadas para atender a um propósito científico, porém já mais próximas da realidade. O conceito, por fim, ainda não é o fenômeno, mas já pode comunicar suas implicações. Suas dimensões são representáveis por valores numéricos, os indicadores, que podem ser combinados e resumidos quantitativamente em índices, segundo esquemas teóricos em hierarquia que auxiliam a representação da realidade intangível (LAKATOS e MARCONI, 1991).

A estrutura de desempenho, no caso deste trabalho o desempenho em ecodesign, pode ser organizada em formato de árvore (*tree-like*), ilustrado na

Fig. 1. O formato de árvore pode ser ponderado por métodos de apoio à decisão, tal como o AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Segundo Forman e Selly (2001), o AHP obriga os decisores a considerar percepções, experiências, intuições e incertezas de modo racional, gerando escalas de prioridade ou pesos. É uma metodologia de decisão compensatória, porque alternativas frágeis para um objetivo podem ter desempenho forte em outros objetivos. O AHP opera em três passos: i) descrição da situação complexa de interesse sob a forma de hierarquias conceituais, formadas por critérios e subcritérios até que, segundo os decisores, o enunciado do problema tenha sido

suficientemente descrito; ii) comparação duas a duas das influências dos critérios e sub-critérios nos entes superiores da hierarquia; e iii) computação dos resultados. As opções de preferência com base em comparação pareada, utilizadas na AHP, são apresentadas na Tabela 1. Saaty (1991) recomenda a determinação das CRs, as razões de consistência dos julgamentos, que deve ser menor que 0,10.

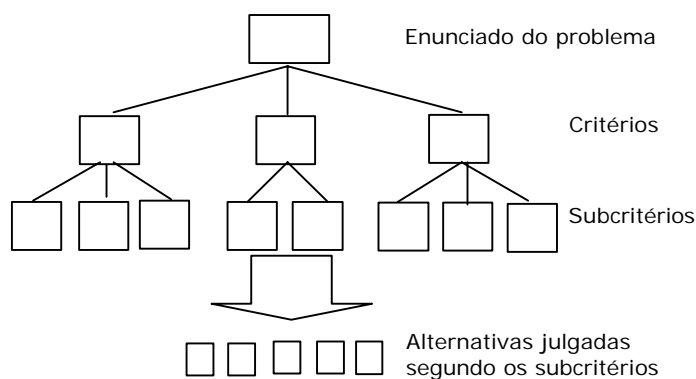


Fig. 1 – Estrutura de decisão hierárquica (adaptado de Forman e Selly, 2001).

Tabela 1 – Opções de preferência com base em comparação pareada (fonte: Saaty, 1991, p. 22 e 23)

se a_i em relação a $a_j =$	então $c_{ij} =$	se a_i em relação a $a_j =$	então $c_{ij} =$
igual	1	igual	1
um pouco mais importante	3	um pouco menos importante	1/3
muito mais importante	5	muito menos importante	1/5
fortemente mais importante	7	fortemente menos importante	1/7
absolutamente mais importante	9	absolutamente menos importante	1/9

3 Procedimento metodológico

O objetivo principal deste trabalho é identificar o grau de importância de cada construto do ecodesign e avaliar o grau de aplicação desses construtos. Para tanto, foi desenvolvido um método para avaliar o desempenho em ecodesign. A técnica de pesquisa é o estudo de caso exploratório. Para exemplificar e robustecer o método, o mesmo foi aplicado em uma empresa do setor químico. A empresa tem seis unidades fabris no País; o estudo de caso ocorreu em uma planta situada na região sul do Brasil, considerada de grande porte. Os principais produtos são adesivos e laminados para a indústria calçadista, moveleira e automotiva. Por parte da empresa, participaram da pesquisa quatro representantes abrangendo gestores das áreas de desenvolvimento de produto e qualidade. Todos dominam plenamente os processos produtivos, as aplicações dos produtos e os processos logísticos.

As etapas de desenvolvimento deste trabalho foram: (i) a construção de uma estrutura arborescente capaz de representar o termo de topo ecodesign e seus construtos; (ii) a ponderação da estrutura arborescente usando o AHP, para uma empresa do setor químico, de modo que se possa identificar a importância relativa de cada construto do ecodesign; (iii) o desdobramento dos construtos em itens de aplicação do ecodesign, os conceitos e a elaboração de um instrumento de avaliação que permita identificar o grau de atendimento de cada item; (iv) a comparação da *performance* obtida para cada item de aplicação de um determinado construto com o grau de importância atribuído para cada construto.

A fim de manter a coerência de terminologia utilizada neste trabalho adotam-se: ecodesign é o termo de topo; as práticas do ecodesign são os construtos e os elementos que compõem as práticas do ecodesign, são os itens de aplicação (também denominados conceitos).

3.1 Estrutura arborescente para o ecodesign

A estrutura arborescente para o ecodesign, desdobrado em construtos, apresentada na Fig. 2, foi construída em reuniões de grupo de foco. Participaram quatro pesquisadores que atuam em áreas de pesquisa correlatas ao tema ecodesign e dois gestores, um de empresa moveleira e outro de empresa química e calçadista, ambos com experiência em gestão ambiental. Os requisitos propostos por Fiksel (1996) [8], Luttrupp e Lagersted (2006) e Wimmer et al. (2005) e a experiência dos membros do grupo serviram de base para o desenvolvimento dessa etapa da pesquisa. Os procedimentos do grupo focado seguiram o proposto em Ribeiro e Newmann (2003).

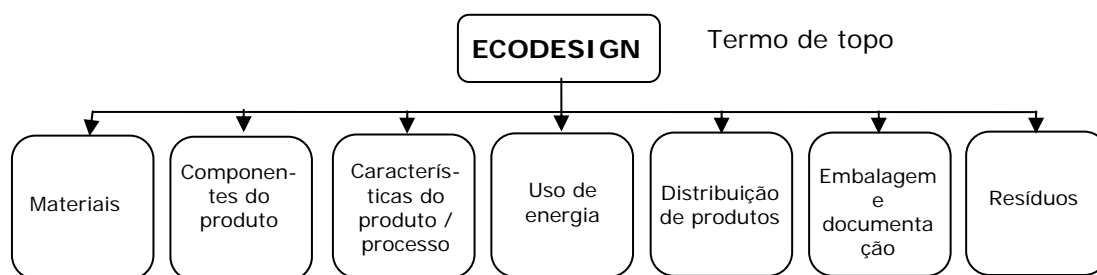


Fig. 2 – Estrutura arborescente representativa do ecodesign

3.2 Ponderação da estrutura arborescente do ecodesign e desdobramento dos construtos

Essa etapa consistiu da ponderação da estrutura arborescente do ecodesign, usando a AHP. Essa ponderação foi efetuada, usando-se os critérios apontados na Tabela 1, na empresa em estudo. Os autores deste trabalho mediram as seções.

A próxima etapa da pesquisa consistiu em desdobrar os construtos em itens de aplicação (conceitos) do ecodesign, elaborando um instrumento de avaliação que permita identificar o grau de atendimento de cada item. O instrumento tem 32 quesitos de avaliação; foi testado e ajustado pelo grupo de pesquisadores e gestores participantes da primeira etapa. Cada quesito refere-se a um item de aplicação. Os itens de avaliação e os respectivos construtos podem ser identificados na Tabela 3. Para as respostas, o respondente atribui valores de 1 a 5; 1 corresponde ao caso em que o item avaliado nunca está presente ou nunca é atendido e 5 equivale ao caso em que o item é atendido plenamente. O respondente poderá indicar que o quesito não é aplicável em sua empresa (NA); nesse caso, o mesmo não é considerado no cálculo do grau de aplicação do construto pela empresa. O grau de atendimento de cada item avaliado será determinado por consenso entre os participantes da empresa.

4 Resultados obtidos e discussão

A Tabela 2 ilustra a matriz de preferência dos construtos do ecodesign usando a AHP, para a empresa estudada.

A computação dos dados da matriz de preferência fornece a importância relativa de cada construto do ecodesign. Para a empresa em estudo obteve-se: materiais com 12% de importância relativa; componentes do produto com 3%; características do produto e do processo com 34%; uso de energia com 3%; distribuição de produtos com 8%; embalagem e documentação com 11% e resíduos com 29% de importância relativa para o ecodesign. O índice CR foi de 0,064, o que indica que as preferências dos decisores têm um grau de racionalidade aceitável.

Tabela 2 – Matriz de preferência dos construtos do ecodesign

Empresa	materiais: escolha e consumo	componentes do produto: seleção e escolha	características do produto	uso de energia	distribuição de produtos	embalagem e documentação	resíduos
materiais: escolha e consumo	1	3	1/3	5	3	1	1/3
componentes do produto: seleção e escolha	1/3	1	1/7	1	1/3	1/5	1/9
características do produto	3	7	1	7	3	3	3
uso de energia	1/5	1	1/7	1	1/5	1/7	1/9
distribuição de produtos	1/3	3	1/3	5	1	1	1/5
embalagem e documentação	1	5	1/3	7	1	1	1/5
resíduos	3	9	1/3	9	5	5	1

A nota referente à aplicação de cada construto é obtida pela média dos valores atribuídos a cada quesito relacionado com o construto avaliado. Converte-se a nota média de cada construto em pontos percentuais. Dessa forma, ao somar-se os pontos percentuais referentes ao grau de aplicação de todos os construtos, obtém-se um índice de desempenho do ecodesign para a empresa. A

Tabela 4 indica o grau de implementação de cada construto do ecodesign e o nível de implementação total. Na Tabela 3 apresentam-se os dados obtidos a partir da aplicação do instrumento de avaliação.

A análise dos resultados indica que a empresa atende 67% do que poderia atingir em relação ao ecodesign. O construto características do produto / processo comparece com maior importância relativa; esse construto é atendido em 85% (28,9pp em 34% possíveis de serem alcançados). O segundo construto em importância é resíduos; esse construto é atendido em 64%. O terceiro construto em importância é materiais, atendido em 60%. Embalagem e documentação é o quarto construto em importância, sendo atendido em 51,8%.

Na percepção dos participantes da empresa, as importâncias relativas dos construtos do ecodesign refletem a estratégia e as ações da empresa. Foca-se primordialmente nas características do produto e processo, vinculado diretamente com a gestão dos resíduos. As características inovadoras dos produtos fazem a diferenciação dos produtos. Prioriza-se a não geração dos resíduos; não sendo possível, busca-se a maximização do uso dos resíduos nos próprios processos produtivos da empresa. Energia foi um dos construtos com menor grau de importância; o consumo e os respectivos custos com energia na empresa são considerados baixos comparativamente aos demais; ainda assim, há uma preocupação para que o usuário dos produtos da empresa (tipicamente montadoras de calçados e empresas moveleiras) reduza o consumo de energia na cura e secagem dos adesivos, focando-se dessa maneira na redução do consumo durante o uso do produto. Componentes também apresenta baixa importância relativa; observa-se a pouca presença desse construto devido as características técnicas dos produtos.

Tabela 3 – Aplicação dos quesitos referentes aos construtos do ecodesign

Construto	Quesito (itens de avaliação)	Apliação
Materiais	1) capacidade de usar matéria-prima mais próxima de seu estado natural	1
	2) capacidade de evitar misturas de materiais não compatíveis visando posterior reciclagem, reuso ou reaproveitamento dos materiais	5
	3) capacidade de eliminar ou não usar substâncias tóxicas, perigosas ou carcinogênicas	3
	4) capacidade de eliminar ou não usar matérias-primas que geram resíduos Classe I – perigosos	2
	5) capacidade de usar materiais reciclados e/ou renováveis	5
	6) capacidade de limitar as emissões atmosféricas originadas pelo emprego de compostos orgânicos voláteis	2
Componentes do produto	7) capacidade de recuperar componentes ou usar componentes recuperados	2
	8) capacidade de facilitar o acesso aos componentes	NA
	9) capacidade de identificar materiais e componentes para viabilizar posterior reciclagem ou reaproveitamento	2
	10) capacidade de determinar o grau de reciclagem do material e componente	1
Características do produto / processo	11) capacidade de elaborar produtos com formas mais simples e que reduzam o uso ou consumo de matérias-primas	4
	12) capacidade de projetar produtos com vida útil maior	5
	13) capacidade de projetar produtos multifuncionais	4
	14) capacidade de realizar <i>upgrade</i> no produto	4
Uso de energia	15) capacidade de usar energia proveniente de recursos renováveis	2
	16) capacidade de empregar dispositivos de redução de consumo de energia durante o uso do produto	3
	17) capacidade de reduzir consumo de energia durante a produção do produto	3
	18) capacidade de reduzir consumo de energia durante o armazenamento do produto	NA
Distribuição de produtos / estoques	19) capacidade de planejar racionalmente e otimizar a logística de distribuição	5
	20) capacidade de privilegiar fornecedores e distribuidores localizados mais próximos	1
	21) capacidade de minimizar os estoques de matérias-primas, durante o processo produtivo, de produto acabado e de produto para reuso	3
	22) capacidade de usar modal de transporte mais eficiente em termos energéticos	1
Embalagem e documentação	23) capacidade de reduzir peso e complexidade das embalagens	2
	24) capacidade de usar embalagens que possam ser reaproveitadas	2
	25) capacidade de usar embalagens produzidas a partir de matérias-primas reaproveitadas (ex.: reciclados como papel, termoplásticos)	3
	26) capacidade de usar documentação eletrônica	3
	27) capacidade de usar produtos com refil	3
Resíduos	28) capacidade de minimizar os resíduos gerados no processo produtivo	4
	29) capacidade de minimizar os resíduos gerados durante o uso do produto	3
	30) capacidade de reaproveitar os resíduos gerados	4
	31) capacidade de garantir limites aceitáveis de emissões	3
	32) capacidade de eliminar a presença de resíduos classe I - perigosos	2

Tabela 4 – Grau de implementação do ecodesign

Construto	Peso do construto	Grau de aplicação
Materiais	12%	7,2pp
Componentes do produto	3%	1,0pp
Características do produto / processo	34%	28,9pp
Uso de energia	3%	1,6pp
Distribuição de produtos / estoques	8%	4,0pp
Embalagem e documentação	11%	5,7pp
Resíduos	29%	18,6pp
Total	100%	67,0pp
CR	0,064	

5 Conclusões

O objetivo principal deste trabalho foi identificar o grau de importância de cada construto do ecodesign e avaliar o respectivo grau de aplicação. A importância dos construtos foi obtida a partir de uma estrutura arborescente representativa do ecodesign ponderada por meio da AHP. Um instrumento de avaliação foi utilizado para verificar o grau de aplicação de cada construto.

Este estudo, sob a ótica das organizações, possibilitará que a tomada de decisão, envolvendo recursos e prioridade para ações relacionadas ao ecodesign, seja focada nos construtos que mais contribuem para o ecodesign. Sob a ótica científica, a contribuição reside na elaboração de um método aplicável a outras organizações, inclusive de outras indústrias. Entende-se que estudo poderá ser continuado avaliando-se o desempenho de uma indústria de forma ampla ou, ainda, estabelecendo indicadores de desempenho atrelados a cada construto.

6 Referências

Beitz, W., 1993. Designing for Ease of Recycling. *Journal of Engineering Design*. 4 (1); 11-23.

Bhamra, T. 2004. Ecodesign: the search for new strategies in product development. *Journal of Engineering Manufacture*. 218 (5); 557-569.

Bititci, U. 1995. Modelling of performance measurement systems in manufacturing enterprises. *International Journal of Production Economics*. 42; 137-147.

Borchardt, M.; Poltosi, L.; Sellitto, M.; Pereira, G.; 2008. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. *Ambiente & Sociedade*, 11 (2); 1 - 13.

Brezet, H., 1997. Dynamics in ecodesign practice. *Industry and Environment*. 20 (1-2); 21-25.

Brezet, H. Stevels, A. Rombouts, J. 1999. LCA for ecodesign: the Dutch experience. *Proceedings of First International Symposium on EcoDesign, Tokyo*.

Byggeth, S.; Broman, G.; Røbert, K. 2007, A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions. *Journal of Cleaner Production*. 15 (1); 1 – 11.

Cabezas, H.; Pawlowski, C.; Mayer, A.; Hoagland, T. 2005. Sustainable systems theory: ecological and other aspects. *Journal of Cleaner Production*. 13 (5); 455 – 467.

Charter, M. 1997. Managing the eco-design process. *Journal of Sustainable Product Design*. 2; 48-51.

Daub, C. 2007. Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. *Journal of Cleaner Production*. 15 (1); 75 – 85.

Fiksel, J., 1996, *Design for Environment*. Mc Graw Hill, New York.

Forman, E.; Selly, M. 2001, *Decisions by objectives*. Expert Choice, Inc. Disponível em <http://www.expertchoice.com>, acesso em maio de 2004.

- French, S. 1986. Decision Theory: an introduction to the mathematics of rationality. Ed. Ellis Horwood, West Sussex (UK).
- Karlsson, R.; Luttrupp, C. 2006, Ecodesign: What ´s happening? An overview of the subject area of ecodesign and the papers in this Special Issue. Journal of Cleaner Production. 14 (15 – 16); 1291 – 1298.
- Lakatos, E.; Marconi, M. 1991. Metodologia científica. Atlas, São Paulo.
- Luttrupp, C.; Lagerstedt, J. 2006, Ecodesign and the ten golden rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. Journal of Cleaner Production. 14 (15 – 16); 1396 – 1408.
- Madu, C.; Kuei, C.; Madu, I. 2002. A hierarchic metric approach for integration of green issues in manufacturing: a paper recycling application. Journal of Environmental Management. 64; 261 – 272.
- Manzini, E.; Vezzoli, C. 2005, O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. Ed. USP, São Paulo.
- Pegado, C.; Melo J.; Raos, T. 2001. Ecoblock: Método de avaliação do desempenho ambiental. Disponível em: http://gasa.dcea.fct.unl.pt/ecoblock/Apea_01.pdf. Acesso em: 03 de maio de 2006.
- Ribeiro, J.; Newmann, C. 2003. Planejamento e condução de grupos focados. In: RIBEIRO, J. (org.) Grupos focados: teoria e aplicações. P. Alegre: FEENG-UFRGS-PPGEP.
- Saaty, T. 1991. Método de Análise Hierárquica. Makron Books, São Paulo.
- Sellitto, M.; Borchardt, M.; Pereira, G. 2006. Avaliação multicriterial de desempenho: um estudo de caso na indústria de transporte coletivo de passageiros. *Gestão & Produção*; 13 (2); 339 – 352.
- Sherwin, C. Bhamra, T. 1999. Beyond engineering: ecodesign as a proactive approach to product innovation. Proceedings of First International Symposium on EcoDesign. Tokyo.
- Svensson, N.; Roth, L.; Eklund, M.; Mårtensson, A. 2006. Environmental relevance and use of energy indicators in environmental management and research. Journal of Cleaner Production. 14 (2); 134 – 145.
- Tingström, J.; Karlsson, R. 2006. The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development. Journal of Cleaner Production. 14 (15 - 16); 1409 – 1419.
- Vercalsteren, A. 2001, A. Integrating the ecodesign concept in small and medium-size enterprises: Experiences in the Flemish Region of Belgium. Environmental Management and Health. 12; 347 – 355.
- Wimmer, W.; Lee, K.; Jeong, T.; Hong, J. 2005, Ecodesign in twelve steps: providing systematic guidance for considering environmental aspects and stakeholder requirements in product design and development. International Conference on Engineering Design; ICED. Melbourne.