



A SUSTENTABILIDADE INSERIDA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO POR CERA PERDIDA NO SEGMENTO JOALHEIRO

Daniela de Aquino – Especialista em Design Gráfico e Estratégia Corporativa,
aquino@univali.br
Univali

Carlos Eduardo Mauro – Mestrado em Educação,
cadu@univali.br
Univali

Resumo: Este artigo apresenta os conceitos de sustentabilidade na fabricação de jóias, com o objetivo de mostrar que no segmento joalheiro é possível utilizar materiais recicláveis especificamente o alumínio para a confecção de produtos de jóias, utilizando a técnica da fundição por cera perdida e chapas laminadas. O processo de fabricação com material não nobre mais com valores agregados apresentado no artigo mostra a versatilidade do material que o *designer* de jóias encontrou para reduzir a quantidade de lixo que agride a natureza, dando maior valor, pois estará usando um material que é descartado pela sociedade e transformando num produto desejado pela a mesma. O alumínio apresenta características que confirmam sua qualidade e adequação para a utilização na fabricação de jóias.

Palavras-chave: Design, Sustentabilidade, Joalheria.

1. INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, a consciência ecológica dos consumidores tem crescido de tal forma que as autoridades e os setores produtivos buscam cada vez mais informações sobre os impactos ambientais associados aos processos produtivos e, uso e descarte final dos produtos.

O papel do *designer* começa com a preocupação ambiental ainda na fase do projeto, ele precisa ter em mente o conceito do ciclo de vida do produto e procurar desta maneira minimizar os impactos negativos que o mesmo possa vir a causar ao meio ambiente. O *design* é um mediador das relações entre produtos ambientalmente sustentáveis e as determinantes dos conceitos éticos e ambientais. O presente artigo relata o uso de um material não nobre, como o alumínio inserido no segmento joalheiro, aplicado a técnica de fabricação por cera perdida, enfatizando umas das práticas do Eco *design* que prevê a troca de materiais novos por matéria-prima reciclada.

Como observa Rattner (1991:7), o meio ambiente e sua proteção estão se convertendo em oportunidades para abrir mercados, baixar custos e prevenir-se contra

restrições futuras quanto ao acesso a mercados internacionais. Assim o uso do alumínio no processo de fabricação da jóia proporciona uma redução no custo da peça, e se for bem aceito no mercado, a produção poderá ser feita em larga escala.

O profissional da área da joalheria utiliza materiais extraídos da natureza para aplicar no produto da jóia como madeira, semente, pena, tecido, polímeros enfim diversos componentes que servem para estilizar e agregar um diferencial nas peças, tendo como referência o modo artesanal, técnica muito valorizada desde antes da Revolução Industrial no século XVIII, mesmo depois desse período o segmento manteve suas raízes no artesanal caracterizando um produto da alta sociedade que não se priva da qualidade das peças.

A matéria prima usada na joalheria como os metais nobre exemplo do ouro, prata, titânio, platina, paládio e outros, são reaproveitados para a confecção de outros produtos de jóias, no caso não acontece o descarte do produto, os materiais não perdem suas propriedades como prevê os conceitos do eco *design*, a recuperação da matéria e de seus componentes e a recuperação e reutilização de resíduos, no máximo serão aplicados uma quantidade mínima de outras ligas metálicas para manter as reais propriedades dos materiais.

2. CONCEITUANDO O *DESIGN*

No decorrer do tempo, o *design* recebeu conceitos e definições diversificados. Segundo Cardoso (2004), o termo *design* origina-se do latim *.designare.*, verbo que abrange níveis abstratos, como conceber, projetar e atribuir, e também concretos, como registrar, configurar e formar. Na língua inglesa, o substantivo *design* refere-se à idéia de plano, desígnio e intenção, além de apresentar os sentidos de configuração, arranjo e estrutura. Para a atividade do *design*, defende-se a junção desses dois níveis (abstrato e concreto), a fim de que seja atribuída forma material a conceitos intelectuais.

Muitos estudiosos afirmam que o *design* é uma ferramenta essencial dentro de uma empresa, uma arma estratégica que se utiliza de métodos e ferramentas para chegar a uma melhor solução e suprir as necessidades de toda uma sociedade, ela demanda conhecimentos de todo o processo em busca da qualidade e da diminuição do impacto ambiental. Essa abordagem tem como objetivo melhorar a qualidade de vida humana e considera o ecossistema do qual fazemos parte tão importante quanto à imagem do produto no mercado.

Para Manzini; Vezzoli (2002) o *design*, entendido em seu significado mais amplo, compreende o conjunto de atividades projetuais, desde o projeto territorial até o projeto gráfico, passando pelo projeto arquitetônico e bens de consumo, é o instrumento fundamental para a integração do sistema-produto, isto é, o conjunto integrado de produto, serviço e comunicação com que as empresas se apresentam ao mercado. É o *design* que vai sintetizar o tecnicamente possível com o ecologicamente viável e fazer nascer novas propostas, social e culturalmente apreciáveis.

Portanto o *designer* tem um olhar global do processo, interage com os outros setores da empresa, convergem às ações para um único objetivo a qualidade do projeto e a concepção do produto, para atingir a satisfação do cliente. Quando falamos em qualidade, também estamos falando em preocupação com o meio ambiente. Terno esquecido há alguns anos atrás, e hoje a sociedade capitalista está cada vez mais tendo essa consciência ambiental e social.

2.1 Conceitos de sustentabilidade e de *eco design*

O desenvolvimento sustentável é almejado de maneira que os recursos naturais sejam usados racionalmente, para que as gerações futuras também disponham dos mesmos recursos que existem hoje, para sobreviver.

De acordo com Ramos (2001), *design* para o Meio Ambiente ou *Eco design* são as principais denominações da atividade de projeto que busca a redução dos impactos ambientais dos produtos. Considerando de maneira preventiva a relação do produto com o meio ambiente, durante todo o seu ciclo de vida.

O *Eco design* defende a concepção de produtos/serviços causando o menor impacto ambiental em todo o seu ciclo de vida Viacelli (2007). O *design* sustentável é aquele que ajuda a garantir, para as próximas gerações, os recursos para a sua produção (Régis, 2004).

O conceito de *Eco design* dado por Fiksel em 1999 (apud VENZKE, 2002) diz que: Projeto para o meio ambiente é a consideração sistemática do desempenho do projeto, com respeito aos objetivos ambientais, de saúde e segurança, ao longo de todo o ciclo de vida de um produto ou processo, tornando eco eficiente.

O desenvolvimento sustentável implica na questão de como assegurar o crescimento industrial sem causar impactos ambientais adversos, indo ao encontro do *design* para o meio ambiente ou *Eco design* (DfE) (GRAEDEL; ALLENBY, 1996).

Para ilustrar esta convergência, (FIKSEL, 1996) apresenta a figura mostrada a seguir:

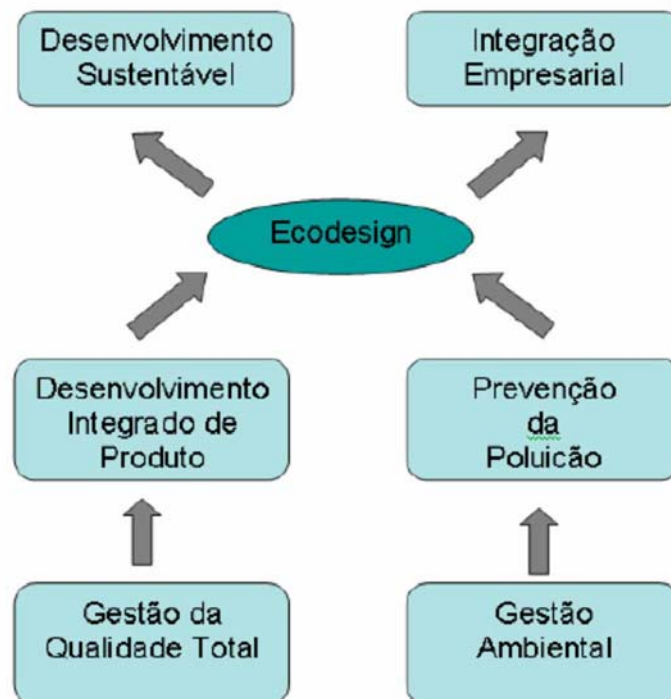


Figura 1 – Convergência para o Eco design
Fonte: FIKSEL, 1996, p. 96

2.2 A importância do produto sustentável

Durante muito tempo as questões relacionadas com o meio ambiente foram tratadas de maneira muito superficial e dentro de uma visão bastante limitada. Hoje, esta visão simplista começa a ganhar força diante das exigências da própria sociedade em relação aos impactos das transformações introduzidas no meio ambiente, que sem dúvida alterara profundamente as condições de sobrevivência de todos os seres humanos.

Os fabricantes têm dado cada vez mais atenção às propriedades ambientais de seus produtos como meio de diferenciá-los e aumentar a fatia de mercado das empresas.

2.3 Características dos materiais

2.3.1 Alumínio

O Alumínio é um metal branco, brilhante, leve, dúctil e maleável. É abundante na natureza, principalmente na forma de silicatos. Embora seja muito oxidável, não se altera em contato com água ou ar, pois sua superfície é protegida por uma fina camada de alumina (MINERAL, 2005).

Acredita-se que o alumínio tenha se formado através de sucessivas colisões de átomos de hidrogênio em altas temperaturas e fortes pressões durante o nascimento do sistema solar. Há mais de 7 mil anos, os ceramistas da Pérsia faziam seus vasos de um tipo de barro contendo óxido de alumínio, o que hoje conhecemos como alumina (ALCOA, 2005).

O ciclo de vida das latas de alumínio se inicia na etapa de extração da bauxita e segue até as etapas de reciclagem das latas pós-consumo.

O processo de reciclagem de alumínio a partir da refusão de latas de bebidas descartadas é uma atividade que vem apresentando um significativo crescimento em função do avanço no emprego desse tipo de embalagens e da redução no consumo de energia relacionado com esta reciclagem em comparação com a produção de alumínio primário. A economia de energia associada com a reciclagem de 1 Kg de alumínio representa uma redução no consumo de energia elétrica da ordem de 95% com relação à produção da mesma quantidade de alumínio primário segundo dados da ABAL (2007).

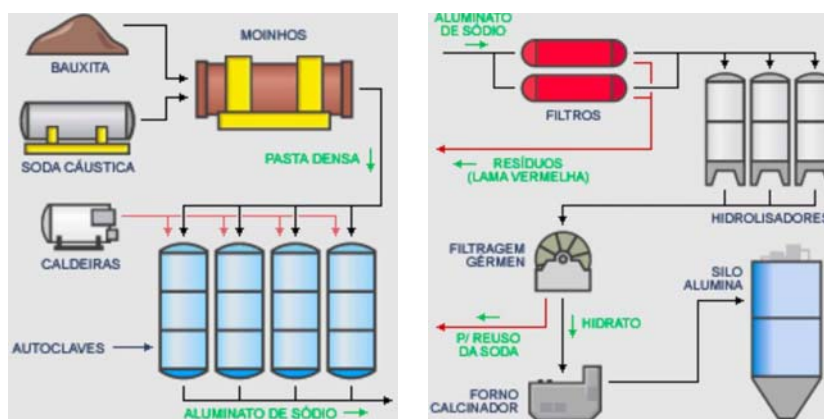


Figura 2 – Extração da bauxita e produção da alumina
Fonte: ALCOA, 2005

Um dos processos utilizados por grandes empresas da área de reciclagem tem início com a coleta das latas de alumínio já consumidas por mão-de-obra não qualificada, que depois de limpas suas impurezas, vendem o material compactado para as indústrias recicladoras.

Outra qualidade e seu grau de definição que a jóia pode ter por ser um material que mostra uma excelente performance e propriedades na sua aplicação em função dos seus atributos na qual o metal incorpora, tais como: Leveza, impermeabilidade e opacidade, a relação peso verso resistência, resistência a corrosão, as possibilidades de seu acabamento além a reciclabilidade já conferida anteriormente.

2.3.2 Ouro

Voltando muito na história do homem, podemos lembrar que os primeiros metais usados foram aqueles que se encontrava em formas naturais puras, como as pepitas de ouro de aluvião. É certo que um dos primeiros metais utilizados como peça de adorno foi o ouro.

De acordo com Magtaz (2006) as primeiras fontes de ouro eram aluviais, encontrado em forma de cascalho no leito dos rios. Os garimpeiros recolhiam uma quantidade do fundo do rio em uma panela (bateia) e agitava seu conteúdo, o ouro por ser mais pesado era o primeiro a afundar se separando assim do resto da areia e cascalho.

O ouro em seu estado mais puro, 24 quilate, é considerado mole demais para o uso em joalheria. O ouro é misturado ou ligado a um ou mais metais para produzir a resistência e as características de cor desejada. A cor mais usada é o amarelo sua cor natural, para transformar em ouro 18 teor que é comercializado, é adicionada 33% de liga metálica, sendo 60% de prata e 40% de cobre.

2.3.3 Prata

De acordo com Marques (1999), a prata é conhecida pelo homem desde a Pré-História, estimando-se que a sua descoberta se fez pouco depois da do ouro e do cobre. A referência mais antiga que se conhece ao elemento é o livro do Genesis. Os Egípcios consideravam o ouro como o metal perfeito, atribuindo-lhe o símbolo de um círculo, enquanto a prata era tida como a mais próxima do ouro em perfeição, pelo que lhe foi atribuído o símbolo de um semicírculo. Este semicírculo terá dado origem, mais tarde, a uma lua crescente, provavelmente devido à semelhança entre o brilho do metal e o da lua. Os Romanos chamavam a prata de *argentum*, mantendo-se este como nome internacional do elemento, de onde deriva o seu símbolo químico.

Tal como o ouro, a prata era considerada pelos antigos um metal quase sagrado e, por conseguinte, de uso extremamente restrito. A sua maleabilidade e ductilidade tornam-na ideal para fins decorativos. Era também usada no pagamento de dívidas, na decoração pessoal ou na ornamentação de locais religiosos e em utensílios nas casas das classes mais abastadas.

2.4 Processos do segmento joalheiro

2.4.1 Laminação

A laminação é utilizada para obtenção de chapas de Ouro, Prata, ou Latão e perfis especiais, ex.: alianças, anéis, todos os perfis necessários na fabricação de jóias. Este processo baseia-se no princípio do rolo de massa de pastel onde o material é submetido a uma pressão exercida por dois rolos que o comprimem diminuindo a espessura ou dando formas.

Operação da laminação: após a fundição do lingote (peça em bruto com formato de uma semente), está é passado varias vezes pelo rolo. Cada vez que passa se dá um aperto maior. Após certo número de passagens é feita o recozimento do material.

Recozimento: Baseia-se no principio de aquecer-se o material até que fique incandescente e depois é resfriado, a maneira que se deve esfriar o material vai ser determinado conforme o tipo de material (ouro, prata, latão). Esse tratamento recondiciona o material para que possa ser retrabalhado (laminado, limado ou lixado). Ver figura 3.

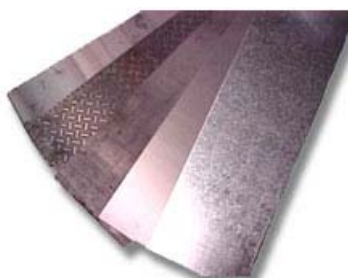


Figura 3– chapa de alumínio laminada
Fonte: Própria

2.4.2 Fundição por cera perdida

Phillips (2003) cita alguns dados da história da joalheria, e aponta como as tecnologias auxiliaram no desenvolvimento desta arte. Primeiramente vistas como adornos de proteção os homens utilizavam objetos simples como conchas e sementes. Em torno de 30.000 a.C já se tem registros de pingentes feitos com ossos e dentes de animais com função ainda de amuletos. Em 5.000 a.C o homem já trabalha com metais como cobre, latão, ouro e prata, em 4.000 a.C se descobre a fundição, e as primeiras obras de ourivesaria e joalheria remontam as antigas civilizações Mesopotâmias. Em 3.000 a.C, Egito, as pedras passam a ser integradas aos metais. Sendo até hoje muito veneradas as jóias criadas nessa época e a maneira como os egípcios trabalhavam o metal e as pedras.

A origem da fundição por cera perdida se dá quando o homem molda argila, imprimindo nela uma forma volumosa, que pode ser a ponta de uma lança ou um machado. Essa argila é queimada e depois de endurecida servirá de molde para que se deposite o metal líquido incandescente.

A técnica da Fundição por Cera Perdida consiste basicamente:

- Uma peça esculpida ou reproduzida em cera é agrupada no que chamamos "árvore", ou seja, um bastão central de cera (caule) ao qual se unem todas as peças, fixadas por meio de um gito (tronco).
- Essa "árvore" será colocada num recipiente de metal e preenchida com gesso.
- O gesso é endurecido e levado ao forno em alta temperatura. A cera derretida escorre para fora do gesso e têm-se um molde interno das peças. Atualmente tem sido utilizada a fundição a vácuo, onde a cera é também absorvida pelas paredes laterais do gesso.
- O metal líquido é injetado para dentro desse molde e o gesso é dissolvido em água.
- Surgem as peças de metal.

Na figura 4 mostra o ciclo do processo de fundição por cera perdida.

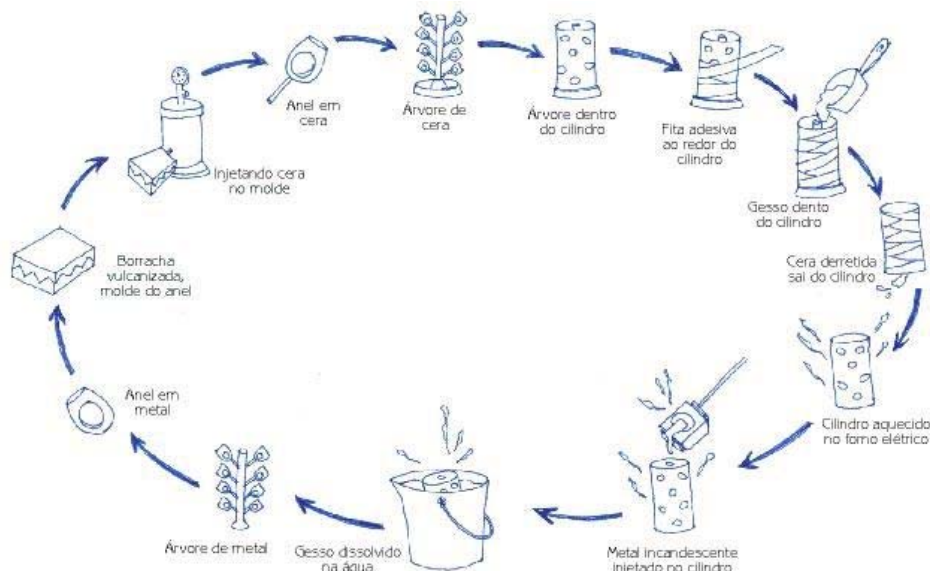


Figura 4 – Processo de fundição por cera perdida

Fonte: www.ibgm.com.br

Uma peça piloto em metal pode ser reproduzida em quantidades ilimitadas utilizando-se a borracha vulcanizada. Um ourives produz a peça que será utilizada para fazer um molde de borracha. Essa borracha será vulcanizada para que endureça. A peça em metal é retirada e pode-se injetar a cera nesse molde. Como resultado terá a peça idêntica em cera. Essa peça será reproduzida em diversas outras que serão então montadas na árvore para fundição. Esse é um dos processos mais utilizados nos dias de hoje para se confeccionar modelos na indústria joalheira americana e europeia. Ver figura 5.



Figura 5 – Molde de borracha
Fonte: www.ibgm.com.br

Depois que a peça é retirada do molde de borracha o processo começa novamente, com a montagem da árvore e assim por diante. O processo de fundição por cera perdida é uma produção em série com custo baixo, é realizado por 90% das joalherias no mundo todo, é eficiente para diversos tipos de peças por menores que sejam os detalhes, o desperdício do material o ouro é pequena, já que o mesmo tem um valor muito elevado.

O alumínio trás para esse processo algumas vantagens, quanto seu baixo ponto de fusão, e quilíades para derramamento nos moldes, prateando em insumos mais precisamente nos fornos.

Na figura 6 mostra a fundição por cera perdida realizada em alumínio, as peças serão retiradas da árvore por um alicate de pressão e será feito o acabamento das peças. Nesse exemplo foram fundidas quatro peças, mas dependendo do tamanho das mesmas podemos colocar mais, para diminuir o custo da produção em série.



Figura 6 – Árvore de alumínio
Fonte: www.ibgm.com.br

De acordo com as experiências realizadas na sala de aula, com o objetivo de demonstrar e ensinar os processos e técnicas utilizados na joalheria com o uso do alumínio o resultado foi excelente. Podemos citar várias vantagens do uso do material como, por exemplo: custo baixo, facilidade de compra, formato em chapas com variações de espessuras, aceitação do uso de ferramentas da joalheria, versatilidade nos processos como na fundição por cera perdida e laminação.

Várias técnicas da joalheria são exploradas nas aulas com o uso do alumínio exemplo:

- Lima – com vários formatos meia-cana, triangular, quadrada, redonda e paralela para tirar as imperfeições da fundição ou modelar a peça.
- Lixa – para que se consiga uma uniformidade na jóia após a soldagem ou laminação deve-se fazer o lixamento. Este processo é usado para eliminar rebarbas da jóia, dar melhor acabamento e uniformidade. Para lixar usa-se lixa comum 100, 220, 320, 400, 600 e 1.000.
- Escova de disco – de metal, latão, crina, silicone para fazer texturas na peça.
- Polimento – utilizada basicamente para dar o acabamento final à jóia. Além do acabamento também retira os riscos provocados pelo lixamento e as marcas de solda. O princípio do polimento baseia-se num feixo de pano ou uma escova sintética que gira em alta rotação que causa um leve desgaste no material dando um bom acabamento. Para fazer o polimento usa-se a Politriz que consiste em um motor com uma ponta de rosca cônica que facilita colocar e retirar o feixo de pano.
- Serrar – usando o arco de serra para dar forma a peças, pode ser usado serra de tamanho 3/0 ou 2/0 depende da espessura da chapa.
- Furar – brocas espirais de diversas espessuras, agregadas ao motor de chicote para perfurar.
- Esmaltar – colorir a peça, aplicar o esmalte na superfície da peça.

Os alunos têm a oportunidade de manusear diversas ferramentas, aplicar várias técnicas e participar dos processos da joalheria. O alumínio pelo seu custo baixo e fácil manuseio proporcionou uma liberdade de criação de projetos e a concepção dos mesmos. Cada aluno tem a oportunidade de confeccionar várias peças como bracelete, brinco, gargantilha, pingente, prendedor de gravata e anel. Utilizando os processos de fundição por cera perdida e laminação. As peças foram fabricadas artesanalmente pelo processo de laminação. Como demonstram nas figuras abaixo.

O aluno desenvolve o projeto, e com o desenho técnico em mãos parte para a concepção do produto. Todas as especificações são determinadas antes da fabricação. Segue-se então a produção da peça do bracelete da figura 7.

Tendo a chapa laminada na espessura certa, no caso do alumínio o aluno já compra na espessura desejada, é feito o molde de papel na vista planificada, a mesma, é colada em cima da chapa para o corte, poderá ser feito com a tesoura de metal ou o arco de serra, para tirar as imperfeições (rebarbas) como chamamos na joalheria é usado a lima, depois a lixa 220, 400 e 600 para preparar a lamina para o polimento ou aplicação de alguma textura.

Esse exemplo de fabricação é do bracelete da figura 7, foi realizada a textura fosca onde foi usada uma broca e ponta de pedra. Molda-se o bracelete no triboulet de metal para que se obtenha o formato do braço, em seguida é utilizada a ferramenta do dado de bola,

para o detalhe abaulado e para finalizar são aplicadas as pedras com a cola de bijuteria. A técnica também se aplica a figura 8.



Figura 7 – Gargantilha, bracelete e pingente de alumínio
Fonte: aluna do curso de Design de Moda - Univali



Figura 8 – Gargantilhas e braceletes
Fonte: aluna do curso de Design de Moda - Univali

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo procurou mostrar a real possibilidade de produzir produtos sustentáveis com materiais recicláveis e incentivar novas pesquisas no segmento da joalheria. O estudo buscou seguir conceitos de *design* sustentável, com uma linguagem adequada aos desejos e necessidades dos consumidores.

A matéria prima utilizada no processo de fundição por cera perdida e laminação geralmente é o ouro e prata, porém experiências foram feitas conforme imagens de peças elaboradas no laboratório de jóias do Curso de moda da Universidade do vale do Itajaí, utilizando um material alumínio com resultados satisfatórios, porém o processo mecânico necessita de certos cuidados a mais por suas características que diferem quanto ao uso de prata e o ouro.

O resultado dos trabalhos foi de grande valia, principalmente no uso de modelos de forma didática para a utilização de ferramentas, técnicas e processos do segmento joalheiro.

A vantagem do alumínio é no seu custo baixo tanto para a compra do material, como também durante o processo nos gastos com insumos além de sua qualidade e, em relação ao acabamento e adaptabilidade as técnicas que são aplicadas na joalheria adequando-se sem problemas, exemplo: polimento, textura na superfície, foco sendo possível aplicar qualquer técnica.

Desta forma observa-se que o *design* está comprometimento com o meio ambiente, e o mesmo tem o poder de interferir e gerenciar todo o processo, para que o produto não agrida totalmente ou parcialmente o meio ambiente, satisfazendo as necessidades dos clientes com trabalhos inovadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, Rafael. Uma introdução à história do design. Edgard Blücher. São Paulo, 2ª edição, 2004.

FIKSEL, Josheph. *Design for environment: creating eco-efficient products and processes*. New York: McGraw-Hill, 1996.

GRAEDEL, T.E.; ALLENBY B. R. *Industrial Ecology and the automobile*. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

MAGTAZ, Mariana. *Joalheria Brasileira Do descobrimento ao Século XX*. São Paulo, 1ª edição, 2006.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis – os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Edusp, 2002.

MINERAL DATA PUBLISHING. Aluminum. Doclady Academy Naum. N.243. p.191-194. Moscou-Rússia. 2005.

PHILLIPS, Clare. Gioielli – Breve storia dall'antichità a oggi. Milano. Skira Rizzoli, 2003. RGD, Rede Gaúcha

RATTNER, H. **Tecnologia e desenvolvimento sustentável: uma avaliação crítica**. Revista de Administração. São Paulo v.26, n.1, p.5-11, jan/mar 1991.

FIKSEL, Joseph. *Design for environment: creating eco-efficient products and processes*. New York : McGraw-Hill, 1996.



RÉGIS, Frederico Menezes. **Ecodesign: Potencialidades do bambu.** Monografia. Universidade de Salvador-UNIFACS. Salvador, 2004.

ALCOA – **O Alumínio: História do alumínio, Como é feito, Reciclagem.** Disponível em <http://www.alcoa.com.br/o_aluminio/hist_aluminio.asp>. Acesso em 20 Janeiro de 2009.

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. 2007. Índice de reciclagem de latas de alumínio. Disponível em: http://www.abal.org.br/industria/estatisticas_recicla_latas.asp. Acesso em: 20 de Janeiro 2009.

IBGM – Instituto brasileiro de Gemas e Metais. Disponível em <<http://www.ibgm.com.br>. Acesso em 20 de Janeiro de 2009.

MARQUES, Miguel. História da Prata. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/scenes-p/geral/home.html> > Acessado em 20 de Janeiro de 2009.

RAMOS, Jaime. Alternativas para o projeto ecológico de produtos. Florianópolis, 2001. Disponível em: < <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1167.pdf>>. Acesso em: 09 Janeiro de 2009.

VENZKE, Cláudio Senna. A situação do Ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: análise da postura e das práticas ambientais. Porto Alegre: Escola de Administração da UFRGS, 2002 (Dissertação de Mestrado em Administração). Disponível em: < http://volpi.ea.ufrgs.br/teses_e_dissertacoes/td/000721.pdf>. Acessado em: 05 Janeiro de 2009.

VIECELLI, Eduardo. **Ecodesign: Fator Redutor de Impacto Ambiental.** Disponível em: <<http://www.jornaldomeioambiente.com.br/JMA-Ecodesign.asp>> Acessado em 10 de Janeiro de 2009.