

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia & Faculdade de Arquitetura
PGDesign**

SARA COPETTI KLOHN

**ECODESIGN: DESENVOLVIMENTO DE PICTOGRAMAS PARA O AUXÍLIO DA
DESMONTAGEM DE PRODUTOS**

Porto Alegre

2009

SARA COPETTI KLOHN

**ECODESIGN: DESENVOLVIMENTO DE PICTOGRAMAS PARA O AUXÍLIO DA DESMONTAGEM
DE PRODUTOS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia e à Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Design.

Orientador: Prof. Dr. Ney Francisco Ferreira

Porto Alegre

2009

SARA COPETTI KLOHN

**ECODESIGN: DESENVOLVIMENTO DE PICTOGRAMAS PARA O AUXÍLIO DA DESMONTAGEM
DE PRODUTOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Design, da Escola de Engenharia e da Faculdade de Arquitetura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de MESTRE EM DESIGN.

Prof. Dr. Ney Francisco Ferreira - Orientador
Escola de engenharia – PGDESIGN/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Nara Cristina Santos - Membro
Centro de Artes e Letras – UFSM

Prof. Dr. José Antônio Esmerio Mazzaferro - Membro
Escola de Engenharia – PGDESIGN/UFRGS

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva - Membro
Escola de Engenharia – PGDESIGN/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ney Francisco Ferreira, por ter acreditado neste trabalho, pelos bons conselhos, incentivo e apoio;

Ao PGDesign;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro através do projeto Universal;

Ao Professor e coordenador do PGDesign, Wilson Kindlein Jr., pelas contribuições à minha pesquisa;

Aos meus pais pelo amor, apoio e incentivo;

Àqueles que tiveram participação nos momentos finais (e em vários outros) da dissertação: minha irmã Luana, minha prima Dani e meus amigos Cintia e Andrei;

Aos meus amigos de longa data, Cleber, Carlos Henrique, Luiz Tamires, Marcio e Roger, que contribuíram com grandes idéias e sugestões;

A todos meus amigos e colegas de mestrado que, de uma forma ou de outra, foram importantes neste período de um ano e meio.

RESUMO

Partindo de questões da sustentabilidade ambiental voltadas para o ecodesign, esta pesquisa se propõe a desenvolver pictogramas para indicar os movimentos a serem realizados para que a pré-desmontagem – remoção da carcaça – de produtos, com junções *snap-fits*, seja feita. Para isso, agregou-se conhecimentos de design gráfico e de produto, a fim de compreender estes dois pontos principais e, assim, desenvolver grafismos que conseguissem transmitir as informações necessárias. Através de uma abordagem de ciclo de vida de produto, focou-se principalmente nas etapas finais, visando aumentar a sua vida útil e ampliar as suas possibilidades de reuso, reutilização e, por último, reciclagem. Para isso, a desmontagem é especialmente importante, pois é a partir dela que os produtos podem ser separados, consertados ou utilizados em outras funções. Algumas desmontagens de produtos foram realizadas e verificou-se uma deficiência na separação daqueles que possuíam junções *snap-fits* escondidas no seu interior. Esse tipo de união se mostra eficaz em grande parte dos seus usos, porém, a dificuldade registrada foi quando não se sabia onde estava o encaixe e ele acabava sendo quebrado ao se realizar alguma operação em local inadequado, a fim de abrir o produto. Dessa forma, *snap-fits* tipo *loop* e permanente foram selecionados para terem suas desmontagens indicadas e, assim, seu uso otimizado. O primeiro deles pode ser aberto produzindo-se uma alavanca, portanto seu pictograma indica “faça uma alavanca aqui”. Já o segundo não pode ser aberto a menos que seja quebrado, portanto sua indicação é “quebre aqui”. De autores consagrados na área de formas gráficas e percepção visual, foram extraídos cinco critérios de análise formal que serviram para analisar alguns pictogramas já existentes e se mostraram de grande auxílio para embasar o desenvolvimento dos novos. Após estudos formais, proposição de alguns pictogramas, análise dos mesmos e posterior aperfeiçoamento, chegou-se a quatro grafismos finais, que foram então testados com dez usuários, divididos em dois grupos. Para o teste, foram feitas simulações gráficas da aplicação destes pictogramas em produtos, estas imagens foram apresentadas aos usuários e eles descreveram qual seria a sua ação diante daquele pictograma. Os pictogramas tiveram interpretações, no mínimo, próximas daquilo que se pretendia informar. Considerou-se, portanto, que a metodologia utilizada para o desenvolvimento dos mesmos foi eficaz e que os pictogramas são adequados para transmitir mensagens complexas através de formas simplificadas.

Palavras-chave: Ecodesign; Design para desmontagem; Design gráfico; Pictogramas.

ABSTRACT

This research is about sustainability, ecodesign, and pictograms. It has the objective to develop pictograms in order to indicate movements necessary to make the pre-disassembly – moving out the housing – of some products which have junctions such as snap-fits. In order to achieve this objective some research about two essential subjects – product design and graphic design – were made. Life Cycle Design guided the investigation through the end of useful life time aspects. That intends to increase products' life time, making it possible to reuse, recover and recycle materials. Therefore, disassembly is quite important in this stage, because it allows products to be opened, fixed, and/or reused in other functions. Thus, several products were disassembled and some complications were observed on separating of the ones which have snap-fits junctions hidden in their interior. These types of junctions are generally efficient in most of their uses. However, in this research, the problems were found when it was not known where the snap-fits were located. As a result, they broke when an inadequate action was made intending to open the product. Consequently, the junctions chosen to be indicated by means of the pictograms were the snap-fits like non-releasing and loop. The first one can only be opened by breaking the junction, so, the pictogram will indicate “break here”; in the other case, the loop can be opened if a movement like a lever is made, so the pictogram for this one will be “make a lever here”. Based on important authors of the visual perception subject, five formal analysis categories were grouped and used to analyze existent pictograms, and also to give information to the development of new ones. After some formal analysis, several pictograms were proposed and improved. Then four final pictograms were chosen to be tested with ten users, divided into two groups. The test consists in showing to the users a simulated image of the pictograms applied in real products, and asking them which would be their action to disassembly that product. As a result the pictograms were interpreted at least in close proximity to their real meaning. Therefore, the methodology utilized was considered efficient and the pictograms are adequate to transmit complex information through a simple form.

Keywords: Ecodesign; Design for Disassembly; Graphic Design; Pictograms.

Lista de Figuras

Figura 1: Caminho da sustentabilidade.....	19
Figura 2: <i>Snap-fit</i> móvel.	24
Figura 3: <i>Snap-fits</i> permanentes.	25
Figura 4: Tipos de trava.	25
Figura 5: Movimentos de montagem de <i>snap-fits</i>	26
Figura 6: Travas e localizadores.	27
Figura 7: Localizadores salientes.	28
Figura 8: Localizadores superficiais.	29
Figura 9: Localizadores ocultos.	30
Figura 10: Mecanismos de retenção.	30
Figura 11: Exemplos visuais de assistência para desmontagem.	31
Figura 12: Possíveis indicações visuais para <i>snap-fits</i>	32
Figura 13: Inter-relações de formas.	36
Figura 14: Figura-fundo.	38
Figura 15: Leis da Gestalt.	41
Figura 16: Lixo orgânico e seco misturados.	43
Figura 17: Computadores para serem recuperados.	44
Figura 18: Quantidade de cobre retirada de um ferro de passar roupa.	45
Figura 19: Uso de martelo para quebrar o ferro de passar.	46
Figura 20: Mãos machucadas ao desmontar produtos.	47
Figura 21: Encaixe tipo <i>loop</i> danificado.	48
Figura 22: chave de fenda inserida entre as partes da agenda.	49
Figura 23: <i>Snap-fit</i> tipo <i>loop</i> quebrado.	50
Figura 24: Comparação do pictograma original com o reduzido a 4 mm.	52
Figura 25: Pictogramas para a identificação de junções.	53
Figura 26: Elementos de junção.	54

Figura 27: Placas do Sistema de Sinalização Brasileiro	55
Figura 28: Sistema de sinalização Sueco	56
Figura 29: Sistema de sinalização Australiano	56
Figura 30: Representação gráfica de quebra	57
Figura 31: Primeiros pictogramas para “quebre aqui”	58
Figura 32: Segundos pictogramas para “quebre aqui”	59
Figura 33: Pictograma para “quebre aqui” sem “X”	59
Figura 34: Pictograma para “quebre aqui” com “X”	59
Figura 35: Primeiros pictogramas para “faça uma alavanca”	60
Figura 36: Pictograma para “faça uma alavanca aqui” sem “X”	60
Figura 37: Pictograma para “Faça uma alavanca aqui” com “X”	61
Figura 38: Malha construtiva do pictograma “quebre aqui”	61
Figura 39: Malha construtiva do pictograma “faça uma alavanca aqui”	62

Sumário

1	Introdução	9
1.1	Problema	11
1.2	Objetivos	12
1.3	Justificativa	12
1.4	Delimitação da pesquisa	15
2	A sustentabilidade e o Ecodesign.....	16
2.1	Sustentabilidade.....	16
2.2	Ecodesign	17
2.2.1	Design para a desmontagem.....	21
2.3	Elementos de junção	22
2.3.1	O caso <i>snap-fit</i>	24
3	Teorias de Forma e Percepção	34
3.1	Signos, sinais, símbolos e pictogramas	34
3.2	Percepção visual.....	37
3.2.3	Gestalt	40
4	Procedimentos Metodológicos	42
4.1	Visitas a Centros de Triagem	43
5.2	Desmontagens.....	48
5.3	Pictogramas.....	50
5.3.1	Categorias de análise	51
5.3.2	Desenvolvimento dos pictogramas.....	57
5.3.3	Testes de compreensibilidade dos pictogramas	62
6	Considerações Finais	68
6.1	Sugestões para trabalhos futuros	69
	Referências Bibliográficas	71

1 Introdução

Nos últimos anos, a palavra sustentabilidade vem se tornando corriqueira nas mais diversas áreas, principalmente no âmbito da pesquisa. Muitas vezes a sustentabilidade é considerada uma meta a ser atingida e também um grande desafio. Isto se deve ao fato de que modificar comportamentos e atitudes há tanto tempo arraigados na nossa cultura não é uma tarefa fácil, sobretudo quando estes comportamentos estão estritamente ligados a uma sociedade que se dedica histórica, cultural e economicamente ao consumo das riquezas do planeta.

Nesse sentido, muitas pessoas, empresas, corporações, instituições e governos, buscam modificar o que for possível em prol da sustentabilidade do planeta. No design, não é diferente e a sustentabilidade tem sido o objeto de inúmeras pesquisas. É neste contexto que se insere esta dissertação, que utiliza alguns conhecimentos de design gráfico atrelados ao design de produto para auxiliar a desmontagem de produtos, através do desenvolvimento de um sistema de informações.

O constante descarte de produtos é uma das atitudes que agem contra a sustentabilidade ambiental, pois, a partir dele, é gerada uma quantidade enorme de lixo, muitas vezes nocivo ao meio ambiente. Segundo uma pesquisa da Universidade das Nações Unidas (5º Fórum Mundial de Comunicação Social, 2008), é necessário utilizar 1,8 toneladas de materiais diversos – entre água, combustíveis fósseis e produtos químicos – para a fabricação de um único monitor de computador CRT de 17 polegadas, sendo que esse material, provavelmente, retornará ao meio ambiente em forma de lixo nocivo.

Neste sentido, Malagutti (2007, p.2) considera que vivemos em um ambiente artificial, dominado por uma cultura que determina como “projetar, produzir, distribuir e consumir” e sugere integrar neste processo o conceito de responsabilidade ambiental. As mudanças devem ocorrer nas relações com o ambiente, produtos e pessoas.

Um exemplo de preocupação com o meio ambiente é o instituto Akatu (2007), que orienta para o consumo consciente, em menor quantidade. Apesar de esta ser a orientação que pauta várias discussões de sustentabilidade, o consumismo continua desenfreado e, para agravar a situação, grande parte dos produtos fabricados ainda não é feita com uma visão sistêmica do processo.

Sendo assim, Manzini e Vezzoli (2002) sugerem que se considere o *Lyfe Cycle Design*, ou seja, o design para o ciclo de vida do produto, que inclui: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. Cada uma dessas etapas analisadas e previstas sistemicamente no início do projeto, para adequá-las ao ecologicamente correto.

Não se pode negar que há dificuldade na inserção destes novos conceitos e práticas num quadro cultural em que os valores e expectativas são outros. O consumismo, onde o novo é visto como de mais valor, age contra a necessidade de preservação dos produtos e

reaproveitamento dos mesmos. Muitas mudanças ainda precisam ocorrer até que a sociedade absorva novos conceitos e passe a ter um caráter realmente sustentável.

Nesse contexto, o que cabe aos designers e projetistas é desenvolver soluções e projetar alternativas, proporcionando oportunidades de escolha de cada consumidor. Para isso, podem identificar alguns anseios na sociedade e explorá-los, criando novas demandas com produtos que contemplem os conceitos do ecodesign (MANZINI & VEZZOLI, 2002).

O designer tem a capacidade – e o dever – de desenvolver projetos economicamente viáveis de acordo com o ciclo de vida dos produtos, prevendo critérios ecológicos do início ao fim da sua vida útil. Dessa forma, quando um produto for destinado à triagem de lixo, existirá a possibilidade de reuso, recuperação e posterior reciclagem, antes do seu descarte definitivo em um lixão. Reutilizando-se ou recuperando-se um produto, há um menor gasto de energia do que reciclando, assim como elimina-se a necessidade de se utilizar matéria-prima virgem para a produção de um novo produto.

Segundo UFRGS (2004), o reuso “significa utilizar novamente os sistemas e subsistemas dos objetos em sua forma original”, enquanto recuperação “consiste em processar determinados produtos (sistemas e subsistemas) novamente, não obrigatoriamente como da forma original”. Após esgotar estas possibilidades, a melhor opção é a reciclagem que, por sua vez, é o aproveitamento “dos materiais que podem voltar para as indústrias como matéria-prima para a fabricação de novos produtos”.

A desmontagem se torna especialmente importante no descarte, pois é ela que viabilizará o reaproveitamento do produto ou de seus materiais constituintes, como pode ser reforçado a partir da citação a seguir:

O Ecodesign possui uma grande importância em todas as etapas do ciclo de vida dos produtos, influenciando diretamente na fase final deste ciclo, já que considera os problemas ambientais nas atividades projetuais: a concepção de desmontagem, separação dos materiais e correta disposição final dos mesmos. Os diversos produtos, assim projetados, terão um maior valor agregado, ainda no final de sua vida útil, que será relevante para o sucesso da completa separação e reciclagem dos materiais, evitando a disposição inadequada de resíduos produzidos diariamente. (SILVA, *et. al*, 2007,p.3)

Vale lembrar que além da importância evidente da desmontagem no fim da vida do produto, as oficinas de manutenção também podem se beneficiar disso. Considerando que haja a necessidade de reparo de algum produto, é preciso que seja possível seu desmonte e que suas peças sejam de fácil acesso, já que, neste caso, a quebra de partes não é uma opção.

Masclé (2002) acredita que o futuro da montagem e desmontagem de produtos visará a manutenção, a reciclagem e o reuso. Para isso, seria feita com mais frequência o que o autor chama de “desmontagem seletiva” que envolve a desmontagem ou sub-montagem de um componente que será consertado ou reutilizado. Obviamente, estas partes só podem ser reutilizadas ou consertadas se estiverem em bom estado de conservação.

Para que o conserto ou reuso de algum material valha a pena economicamente, é necessário que a desmontagem seja eficiente e não tenha mais custo que o fim a que se destina. Sendo assim, Mascle (2002) desenvolveu uma pesquisa em que desenvolveu determinados algoritmos que, segundo ele, determinariam a melhor seqüência de desmontagem de produtos para que esta seja feita mais rapidamente.

A abordagem financeira também entra em questão na pesquisa de Dowie, Simon e Fogg (1995). Os autores calcularam o custo de desmontagem de acordo com o tempo despendido para cada etapa de separação. No estudo de caso de um telefone, os autores questionam a necessidade de se utilizar tantos parafusos, uma vez que a desmontagem de algumas partes é possível, porém muito lenta.

A preocupação com as formas de desmontagem é corriqueira nas pesquisas que envolvem o ecodesign. Mok, Kim e Moon (1997) analisaram características geométricas e materiais das partes, sub-montagens e elementos de junção de painéis automotivos, com o intuito de otimizar a sua desmontagem. Inicialmente os autores verificaram que a desmontagem pode acontecer com ou sem o uso de força e, para que não seja necessário destruir os painéis, perceberam que as instruções de desmontagem são importantes. Posteriormente, é necessário localizar as junções existentes e, para separá-las, precisa-se encontrar o que eles denominam “pontos fracos”, que seriam os locais de fácil acesso para a desmontagem.

Nesse sentido é que se baseia esta dissertação, que procura auxiliar a desmontagem de produtos a partir de um sistema de informação, constituído de pictogramas, buscando contribuir com a sustentabilidade. O assunto sustentabilidade vem sendo abordado em diversas pesquisas no Núcleo de Design e Seleção de Materiais (NDSM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através de pesquisas que envolvem a utilização do ecodesign como metodologia de desenvolvimento de produtos (Platchek, 2003; Platchek, et al., 2007; KINDLEIN JR, et. al., 2005; KINDLEIN JR, et. al., 2003), a utilização dos 3R's: reduzir, reutilizar e reciclar (CÂNDIDO, 2008) e a análise de alguns elementos de junção existentes (KINDLEIN JR., et al., 2008; UFRGS 2004). Além da integração com as atividades do NDSM esta pesquisa também conta com o apoio do Grupo de Projeto, Fabricação e Automação Industrial (GPFAI) da UFRGS e com apoio financeiro do CNPq.

1.1 Problema

Esta pesquisa foca principalmente o fim da vida dos produtos, mais especificamente sua desmontagem, considerando assim, a adaptação dos projetos de produtos aos princípios da sustentabilidade ambiental. Adotando isso como meta, percebe-se uma diminuição considerável de perdas de material quando este procedimento é eficiente, bem como o tempo dispensado nesta tarefa. As junções tipo *snap-fit* são uma alternativa para que esse processo tenha sucesso, entretanto estas junções podem ficar escondidas dentro do produto, dificultando sua localização e identificação. Os pictogramas podem, então, formar

um sistema de informação que localize e identifique a maneira de desmontagem baseada nas junções existentes. Sendo assim, questiona-se: como desenvolver um sistema de pictogramas para facilitar a desmontagem de junções do tipo *snap-fit* a partir de teorias de forma e percepção?

1.2 Objetivos

Objetivo Geral:

- Desenvolver pictogramas para a identificação e localização da ação a ser realizada para a desmontagem da carcaça de produtos que possuam as junções tipo *snap-fit*, que foram selecionadas: *loop* e permanente.

Objetivos Específicos:

- Realizar uma revisão bibliográfica a fim de estudar o design para desmontagem, os *snap-fits* e as teorias de forma e percepção;

- Estudar algumas junções tipo *snap-fit* a partir da pré-desmontagem de alguns produtos, e selecionar algumas para serem trabalhadas;

- Analisar os problemas de desmontagem destas junções;

- Analisar pictogramas através de critérios de análise;

- Desenvolver pictogramas para identificação da forma de desmontagem das junções escolhidas;

- Verificar a compreensão dos pictogramas através de pesquisa de usabilidade.

1.3 Justificativa

Muitas vezes a desmontagem não é eficiente porque as junções não são facilmente localizadas, ocasionando quebras e avarias nos produtos na tentativa de abri-los, o que impossibilita a sua reutilização e/ou dos materiais presentes neles. Isso se deve ao fato de que é necessário que eles permaneçam íntegros quando atingirem o que se considera o fim de sua vida útil, pois, considera-se uma desmontagem eficiente quando as partes separadas não possuem avarias ou desgastes que inutilizem a peça.

O design para a desmontagem, ou *design for disassembly* (DfD), já é utilizado em alguns produtos industrializados. Este conceito se refere ao projeto de design ser concebido com a previsão de desmontagem, privilegiando o uso de encaixes e facilitando o acesso às junções para a sua separação. Contudo, Dowie, Simon e Fogg (1995) consideram também que se deve levar em conta se estes encaixes são reversíveis e fáceis de abrir.

O que se percebe atualmente, entretanto, é que a maioria dos produtos é desenvolvida sem se prever como separar posteriormente cada material utilizado. O processo de desmontagem é dificultado ainda mais pelas junções utilizadas, que não são identificadas, acarretando em uma separação deficiente, onde muitas partes se quebram impossibilitando sua manutenção e reuso, além de aumentar o tempo dispensado na desmontagem.

Em geral, parte-se do conhecimento de como foram montados os componentes de um produto para, daí, a partir de um conhecimento pessoal prévio, estabelecer-se como será a desmontagem. Porém, sabe-se que não basta conhecer a montagem e fazer o processo inverso para separar os elementos. Kroll e Hanft (1998) consideram que, embora o DfD e o DfA (*Design for Assembly*, ou design para montagem) possam parecer similares em intenções, eles são diferentes na prática, e produtos que são feitos para uma montagem eficiente (mesmo a que visa a sustentabilidade) são muito difíceis de ter suas partes separadas.

Bonenberger (2005) considera exemplos comuns de um aperfeiçoamento visual para fazer a indicação de junções tipo *snap-fits* as flechas utilizadas em televisores e controles remotos. Também diz que muitos brinquedos infantis possuem indicações visuais sobre como abrir, mover ou remover partes, sendo que os textos também podem ser uma forma destas informações visuais.

Considera-se pertinente a identificação dos movimentos de desmontagem para separação total da carcaça de produtos. Assim, será possível minimizar a perda de material neste processo, diminuindo a geração de lixo e possibilitando a reutilização de peças, que, conseqüentemente, diminui a extração de materiais virgens para a produção de produtos 100% novos. Desta forma, para fazer essa identificação, foi escolhido o desenvolvimento de pictogramas, que são grafismos considerados de fácil compreensão por diversos autores (FRUTIGER, 1999; LUPTON, 1986; VIDAL GOMES, 1998).

Além da palavra pictograma, existem diversas outras denominações para os sinais existentes, assim como interpretações para aquilo que é visual. Conforme Wong (1998, p.41),

Há inúmeras maneiras de interpretar a linguagem visual. Diversamente da linguagem falada ou escrita, cujas regras gramaticais são mais ou menos estabelecidas, a linguagem visual não tem nenhuma lei evidente. Cada teórico do desenho pode ter um conjunto de descobertas completamente diferente.

Sendo assim, foi necessário determinar alguns conceitos a serem seguidos nesta pesquisa, dentre eles o que define os pictogramas. A palavra pictografia vem do “latim *pictu* partic. de *pingere* ‘pintar’ = desenho pintado (...). É o sistema gráfico de representação de imagens, geralmente toscas ou simplificadas, originado diretamente do que se vê” (VIDAL GOMES, 1998, p.49-50).

Considerando que o espaço existente para fazer a identificação de algumas junções em determinados produtos deve ser mínimo, no entanto facilmente reconhecível, optou-se por fazer uso dos pictogramas. Neste sentido, Frutiger (1999, p.329) diz que os signos pictóricos “têm um efeito esclarecedor e normativo nos pontos em que as palavras são insuficientes ou incompreensíveis”. Ou ainda, num mundo complexo, eles têm a função de “sinalizar, de modo organizado, os locais onde a linguagem seria excessiva” (FRUTIGER, 1999, p.194).

Vidal Gomes, Brod Jr. e Medeiros (2008), por sua vez, consideram que as imagens pictóricas auxiliam a melhorar o reconhecimento de situações e são um importante elemento na composição de linguagens gráfico-visuais. Da mesma forma, Lupton (1986) diz que os sinais pictóricos oferecem a possibilidade de se criar uma linguagem com uma base de experiência universal, procurando objetivar uma faculdade visual ao invés de uma interpretação cultural.

As formas pictográficas também já eram consideradas uma tendência desde 1999, por Frutiger. O autor percebia um interesse crescente e ativo pelo uso e compreensão de sinais que tenham conteúdo simbólico. Além disso, o volume de informação pictórica, juntamente com a imagem em movimento, tem crescido a ponto de formar uma linguagem pictórica, onde os seus leitores pouco se importam com a expressão verbal que a acompanha ou não (FRUTIGER, 1999).

Complementando, Frutiger (1999) ilustra essas mudanças também nos produtos que, segundo ele, se tornam cada vez mais abstratos, necessitando instruções de uso. O autor considera que as ilustrações e textos têm sido um problema a ser resolvido, pois é difícil desenvolver pictogramas de fácil compreensão para este fim. Segundo Frutiger (1999, p.324), é preciso

(...) ter em mente que serão necessárias muitas gerações para que esse problema encontre uma solução uniforme, sobretudo no que concerne ao processo de aprendizagem, que praticamente tem de ser retomado desde o início com cada tipo de aparelho. Entretanto, a padronização dos sinais está se desenvolvendo em diversos campos, e tudo indica que já estejam sendo estabelecidas regras básicas para uma linguagem figurativa universalmente compreensível.

Considerando os dois pontos abordados por Frutiger: a demora na aprendizagem de novos sinais e a necessidade de sinais que tenham compreensão universal, esta pesquisa torna-se pertinente. O desenvolvimento de pictogramas para auxiliar a desmontagem de produtos, através da identificação e localização de determinadas junções, vem ao encontro desta tentativa de universalização através de sinais.

Azevedo e Griffoni (2004) realizaram uma pesquisa no Porto de Manaus com a sinalização do Porto, que utilizava códigos de linguagem escrita e, por isso, não atingia todos os freqüentadores do Porto, já que muitos eram analfabetos. Para solucionar este problema, os pesquisadores desenvolveram símbolos e utilizaram cores para fazer a identificação dos

locais e oferecer as informações necessárias nas placas de sinalização. Os pesquisadores consideraram esta a melhor forma para resolver o problema porque facilitaria a interpretação de valores inseridos na cultura do público freqüentador do Porto.

Entretanto, para que um sinal seja compreendido ele precisa passar por um período de aprendizagem. Van der Liden e Eschiletti (2006) consideram que esta aprendizagem pode ser formal (ex: sinais de trânsito) ou pela experiência pessoal (ex: pictogramas para a sinalização de ambientes). Neste sentido, os autores realizaram uma pesquisa de compreensibilidade de alguns sinais que identificam a natureza de materiais utilizados na fabricação de algumas embalagens e chegaram à conclusão que a aprendizagem de alguns símbolos é dificultada pela falta da adoção sistemática de um código universal. No geral, consideraram baixa a eficácia destes símbolos.

Ainda assim, percebe-se que a utilização de pictogramas, cuidadosamente elaborados e dentro das teorias de percepção, que serão vistas no capítulo 3, tende a ser eficaz na transmissão e informações pontuais, como é o caso da identificação de junções em produtos para auxiliar a desmontagem. Obviamente, para que os sinais desenvolvidos possuam essa eficácia e transmitam as informações corretamente, eles precisam ser aprendidos pelos seus usuários. Considerando então, que haja um aprendizado adequado dos pictogramas, eles tendem a ser uma solução viável para o que essa pesquisa se propõe.

1.4 Delimitação da pesquisa

É importante salientar que para fins desta pesquisa os produtos utilizados serão apenas os eletro-eletrônicos. Mesmo assim, serão sempre chamados simplesmente de produto, que segundo o Dicionário Houaiss (2004) significa “1. aquilo que é produzido; resultado de produção 2. Aquilo que é produzido para venda no mercado 3. Resultado de um trabalho ou de uma atividade 4. Quantia apurada em um negócio, venda de alguma coisa, etc.; fêria, resultado...”.

Três centros de triagem de lixo foram visitados, todos em Porto Alegre – Rio Grande do Sul e serviram como base para descrever as técnicas de desmontagem utilizadas neste tipo de local.

2 A sustentabilidade e o Ecodesign

2.1 Sustentabilidade

Inicialmente, faz-se necessário esclarecer o que se entende por sustentabilidade ambiental, pois, embora este assunto seja um dos mais corriqueiros atualmente, é importante reforçar o que ele pretende. O termo sustentabilidade ambiental foi introduzido em 1987 pela *World Commission for Environment and Development* (WECD) e refere-se “às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais em que se baseia tudo o que a resiliência do planeta permite e, ao que será transmitido às gerações futuras” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.27). A WECD também considera o desenvolvimento sustentável aquele que atende às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades.

Considerando que estas definições foram estabelecidas no ano de 1987 e que a atividade industrial vem, desde a Revolução Industrial (século XVIII), acontecendo de forma cada vez mais agressiva e constante, percebe-se que pensar e agir sustentavelmente é muito recente e ainda não se estabeleceu de forma consistente. Além disso, cabe questionar a validade destas definições para a sustentabilidade, uma vez que transferem a solução do problema para as gerações futuras e não considera que a qualidade de vida atual já está comprometida pelas atitudes nocivas (Platchek, 2003).

Portanto, começa-se a buscar alternativas que sejam coerentes com a sustentabilidade, mas vive-se dentro de uma dicotomia entre ações sustentáveis e heranças insustentáveis. Segundo Mok, Kim e Moon (1997), quando se começa a desmontar produtos, entra-se em conflito com o fato de muitos deles terem sido projetados há dez ou vinte anos atrás, quando não se considerava qualquer tipo de reuso futuro. Complementando a idéia dos autores, cabe lembrar que desmontagem serve também para o reaproveitamento e a re-manufatura, além da reciclagem.

Além de manipular produtos com projetos antigos existem outros problemas que dificultam a aplicação de um desenvolvimento sustentável. Para Fry (2005), estamos atuando com tecnologias de “Fim de Tubo”, onde se procura dar um destino aos resíduos que são considerados inevitáveis. Ou seja, os projetos são os mesmos há muito tempo, e isso faz com que tenhamos que descobrir formas de eliminar os produtos ao invés de pensarmos no início do processo e modificar o projeto desenvolvido.

Fry (2005, p.53) recomenda que seja utilizada a teoria da Ecologia Industrial, que considera a “menor interferência possível, ou seja, retirar o mínimo possível de recursos naturais e repor o mínimo deste mesmo resíduo”. Nesta sugestão não há a perda de material, pois se faz a circulação dos recursos materiais e energéticos, buscando a ecoeficiência, que é a “maximização dos benefícios econômicos e ambientais enquanto

reduz os custos tanto econômicos quanto ambientais simultaneamente”. Por isso, este autor considera que os materiais biodegradáveis não são uma boa alternativa, já que eles eliminam o material do ciclo ao invés de reaproveitá-lo.

Manzini e Vezzoli (2002, p.35) consideram que a ecologia industrial possui dois pressupostos que são quase que contraditórios, como pode se perceber pela definição de cada uma. “Se biocompatibilidade¹ significa interação, e não-interferência² significa separação, as condições que tornam mais fácil a primeira orientação implicam, necessariamente, em uma maior dificuldade para realizar a segunda. E vice versa”. Em outras palavras, quanto maior o fluxo de matéria e energia utilizadas no processo produtivo, mais difícil será torná-lo totalmente biocompatível e/ou enquadrá-lo na ecologia industrial.

Para solucionar este problema, pelo menos em parte, os referidos autores sugerem que esse fluxo de matéria seja retirado da busca e do uso dos produtos. Para isso é necessário que as tecnologias da informação e comunicação tenham um papel fundamental no aprimoramento de toda a sociedade para a inserção na ecologia industrial.

Aliando as tecnologias existentes à sustentabilidade alguns objetivos podem ser atingidos rapidamente. Melhorando a logística do transporte, por exemplo, é possível diminuir o uso de combustível utilizado na distribuição de produtos, conseqüentemente emitindo menos gases poluentes na atmosfera. Além disso, a economia de combustível se reverte também em economia financeira para o distribuidor.

Muitas ações de sustentabilidade estão estritamente ligadas à economia e a geração de lucro, tornando mais atrativo atingir determinados objetivos. Isso se deve a metas como, por exemplo, a minimização de matéria-prima utilizada e a otimização dos processos e transportes, acarretando em uma economia de materiais e energia. Nos itens 2.2 e 2.2.1 serão abordados outros aspectos que convergem para essa idéia de geração de lucro com baixo impacto ambiental.

2.2 Ecodesign

No contexto de sustentabilidade todos os indivíduos sociais têm grande importância para se atingir as metas desejadas. Dessa forma, o designer e o projetista têm também sua responsabilidade e, por que não dizer, uma capacidade transformadora. Krippendorff (2006) acredita que os projetos modificam coisas, desenvolvem tecnologias e, geralmente, envolvem pessoas de diversas áreas com o objetivo principal de fazer do projeto um modelo do design participativo.

¹ “realização de um sistema de produção e consumo que se baseie inteiramente nos recursos renováveis, que os retire sem ultrapassar os limites da produtividade dos sistemas naturais que os produzem, e os reintroduza no ecossistema como lixos totalmente biodegradáveis” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.33)

² “realizar um sistema de produção e de consumo fechado em si mesmo, reutilizando e reciclando todos os materiais, e formando, assim, ciclos tecnológicos (...) cuja tendência é serem autônomos em relação aos ciclos naturais, e, portanto, sem influência no ambiente.” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.34)

É possível considerar ainda que “(...) os designers parcialmente reproduzem a materialidade e os valores da cultura da qual eles são um produto, assumindo-a, incluindo suas configurações de necessidade, como fundamento para a ação do design” (FRY, 2005, p63). Pode-se concluir, a partir do que diz o autor, que, se uma cultura de sustentabilidade estiver presente, o designer irá refleti-la.

Para Manzini e Vezzoli (2002, pg.17), “(...) o ecodesign é um modelo ‘projetual’ ou de projeto (design) orientado por critérios ecológicos”, entretanto, eles também consideram o termo longe de apresentar uma definição precisa para o seu significado. Ainda assim, os autores julgam necessário algumas etapas de interferência do ecodesign:

- O Redesign ambiental do existente;
- O Projeto de novos produtos ou serviços que substituam os atuais;
- O Projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis;
- A Proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável.

O ecodesign surge, então, para transformar os produtos, desde sua concepção, em direção à sustentabilidade. Porém, ao se falar em sustentabilidade ou nas etapas de interferência do ecodesign definidas acima, expressões como “produtos e serviços intrinsecamente sustentáveis” e “estilo de vida sustentável”, podem gerar questionamentos. Uma das indagações que podem surgir é de que forma o design de um produto é capaz de caracterizá-lo como um projeto sustentável. Para esclarecer questões como esta, é pertinente estabelecer parâmetros da sustentabilidade intrínseca a produtos.

De acordo com UFRGS (2004) o caminho da sustentabilidade segue a ordem especificada na Figura 1, onde um produto deve primeiramente ser reutilizado, para depois ser recuperado e só então reciclado. O **DfE (Design for Environment) Design para o Meio Ambiente** é o design que prevê a sustentabilidade – o ecodesign – e considera as etapas do gráfico da Figura 1, que têm os seguintes conceitos (adaptados de UFRGS, 2004):

DfA (Design for Assembly) Design para a Montagem: utiliza uma montagem mais fácil com menor custo de manufatura; reduz despesas e melhora qualidades dos produtos.

DfM (Design for Manufacture) Design para a Manufatura: faz uma seleção de materiais; possui processos e projetos modulados; utiliza componentes padronizados, multiuso de engates rápidos e montagem direcionada para a minimização.

DfS (Design for Service) Design para Serviço: prevê uma vida útil maior, maior confiabilidade do produto, fácil manutenção e reparo; design clássico referente ao estilo e zelo do usuário. Oferece um serviço de manutenção durante a vida útil do produto e seu condicionamento quando necessário.

DfD (Design for Disassembly) Design para Desmontagem: maximiza as fontes de reciclagem e minimiza a potencialidade de poluição de produtos. Tem um projeto facilitado de desmonte.

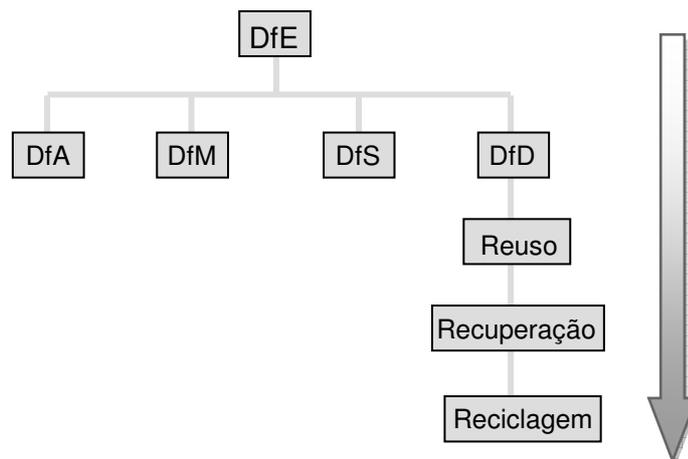


Figura 1: Caminho da sustentabilidade
Fonte: CD-ROM UFRGS (2004) – adaptado pela autora

Para desenvolver projetos que contemplem este caminho da sustentabilidade pode-se considerar o ciclo de vida de produtos, ou o design para o ciclo de vida (*Lyfe Cycle Design*). Esta análise pode ser inserida no início do projeto para desenvolver produtos que se adaptem às premissas do caminho da sustentabilidade.

O ciclo de vida de produtos envolve a pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. Estas etapas não são estanques e tampouco se esgotam nelas mesmas, pelo contrário, estão envolvidas em uma relação sistêmica onde influenciam e são influenciadas por vários outros fatores. A seguir serão abordadas algumas etapas conforme os autores Manzini e Vezzoli (2002) percebem estes processos.

Durante a pré-produção são produzidas as matérias-primas semi-elaboradas. Nesta etapa ocorre a aquisição de recursos, que podem ser virgens, secundários ou reciclados. Os recursos virgens, por sua vez, podem ser de fontes renováveis³ ou não-renováveis⁴. Nesta fase também há o transporte e a transformação dos recursos em materiais e energia.

A produção possui basicamente três momentos: a transformação dos materiais, a montagem e o acabamento. Também são citados, embutidos na produção, a pesquisa, o desenvolvimento, o projeto, os controles produtivos e a gestão destas atividades.

A distribuição envolve a embalagem, o transporte e a armazenagem. A primeira permite que o produto chegue intacto às mãos dos consumidores; o segundo pode ser feito por diversos meios de transporte; o terceiro, por fim, é onde o produto fica estocado até ser vendido. Durante a distribuição, percebem-se consumos e energia utilizados no transporte, bem como a estrutura e os fatores envolvidos na estocagem.

Durante o uso, estão envolvidos o consumo e serviço. O consumo acontece quando o produto é usado e se consome ou utiliza recursos materiais e energéticos para funcionar,

³ Biomassas; são cultivados e colhidos

⁴ Extraídos do solo

produzindo, conseqüentemente, resíduos e refugos. Algumas vezes os produtos precisam de reparos ou manutenção, estes são os serviços.

Ainda, quando o produto não serve mais para o seu fim ou ninguém mais quer utilizá-lo, ele é descartado. Neste momento algumas ações podem ser tomadas. Pode-se recuperar toda a sua funcionalidade ou de algum componente; é possível utilizar algumas de suas partes e/ou materiais; é também comum não recuperar nada do produto. O caso do descarte receberá uma atenção maior por ser ponto fundamental desta pesquisa.

O descarte de produtos tem se tornado muito precoce em função da chamada obsolescência programada. Carrascoza e Santarelli (2008, p.2) chamam atenção para a sociedade de consumo que, após a Segunda Guerra Mundial, sustenta a economia e leva “o consumo a alcançar um lugar de destaque na vida cotidiana” e onde a publicidade e o marketing têm usado argumentos para que se viva em função deste consumo. Os autores ainda consideram que a “obsolescência planejada dos produtos e a imposição da substituição prematura baseada no ciclo da moda e, sobretudo a publicidade veiculada nos *mass media*, atuaram de forma vigorosa para que a cultura do consumo se tornasse hegemônica na sociedade capitalista”.

Sendo assim, o constante descarte de produtos faz com que se pense nos destinos dos produtos. Segundo UFRGS (2004), estes destinos podem ser: reuso, recuperação, reciclagem. O reuso “significa utilizar novamente os sistemas e subsistemas dos objetos em sua forma original”, a recuperação “consiste em processar determinados produtos (sistemas e subsistemas) novamente não obrigatoriamente como da forma original” e na reciclagem se aproveita “dos produtos descartados materiais que podem voltar para as indústrias como matéria-prima para a fabricação de novos produtos”.

O conceito dos 3R's (reutilizar, reduzir, reciclar) contempla estes preceitos. Conforme Cândido (2008) a prática projetual dos 3R's tende a minimizar o impacto no meio ambiente e, por isso, deve permear os projetos de design. Neste sentido, o autor realizou três estudos de caso, cada um abrangendo um dos 3R's para mostrar a eficácia desta proposição.

Quanto à reciclagem é bom mencionar que existem dois tipos, uma em anel aberto e outra em anel fechado. Na primeira “os materiais recuperados são utilizados em lugar de materiais virgens. Isto é, são usados na confecção dos mesmos produtos ou componentes de onde foram derivados” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.97). No segundo caso, “os materiais são encaminhados para um sistema-produto diferente do de origem” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p.97). Os processos pelos quais os produtos passam para chegar à reciclagem não serão abordados por não apresentarem pertinência ao recorte escolhido para esta dissertação.

Independente do destino que um produto terá ao fim de sua vida, é possível ressaltar a importância da desmontagem em qualquer um deles. Se um produto for reutilizado provavelmente precisará de manutenção, reparos, ou mesmo troca de peças. Para isso a desmontagem deve ser possível. Da mesma forma, e com mais razão, se um produto for

adaptado em outra função que não a original, a desmontagem é fundamental. Por fim, para reciclar um produto é imprescindível fazer a separação de todos os seus materiais para que não haja contaminação⁵ de um pelo outro, o que dificulta e, até mesmo, impossibilita a reciclagem.

Sendo assim, o design para a desmontagem se mostra um fator determinante no fim da vida dos produtos. A possibilidade de separação ou não das partes, possibilitando ou impedindo o consertos de produtos, pode adiantar ou reduzir a vida útil de um produto.

2.2.1 Design para a desmontagem

Ainda que todos os processos e ações humanas sempre tenham algum impacto no meio ambiente, o design pode auxiliar a minimizar estas ações que alteram substancialmente a disponibilidade dos recursos naturais, através do desenvolvimento de produtos, processos e sistemas sustentáveis. A utilização de substâncias virgens requer repetitivos processos de extração, causando danos irreversíveis ao meio ambiente (ANASTAS & ZIMMERMAN, 2003) além de outros consumos indiretos, como o gasto energético, por exemplo.

O design para desmontagem é fundamental para a redução do impacto ambiental da fabricação de produtos, uma vez que possibilita a sua manutenção (prolongando sua vida útil), bem como sua reutilização e reparação. Ainda, os materiais que são facilmente separados podem ser reciclados ou ainda isolados (se forem materiais tóxicos ou danosos). Considera-se que:

O Ecodesign possui uma grande importância em todas as etapas do ciclo de vida dos produtos, influenciando diretamente na fase final deste ciclo, já que considera os problemas ambientais nas atividades projetuais: a concepção de desmontagem, separação dos materiais e correta disposição final dos mesmos. Os diversos produtos, assim projetados, terão um maior valor agregado, ainda no final de sua vida útil, que será relevante para o sucesso da completa separação e reciclagem dos materiais, evitando a disposição inadequada de resíduos produzidos diariamente. (SILVA, et al. 2008, p81)

Entretanto, a maioria dos produtos desenvolvidos não prevê a separação dos materiais. Como agravante, a desmontagem é dificultada pelos sistemas de junções utilizados, que não são identificados, acarretando em separações deficientes, muitas vezes impossibilitando o reuso dos materiais. A desmontagem

(...) é o processo de separação dos componentes ou materiais de um produto com o objetivo de recuperação ou de reciclagem dos mesmos. Do ponto de vista econômico, a desmontagem do produto deve ser executada com um custo mínimo, para viabilizar a reciclagem. (LIMA & FILHO, 2003, p.84)

⁵ Entende-se por contaminação um material que foi separado de outro, ao qual era colado ou fundido, por exemplo, e um deixou vestígios no outro, ou seja, não houve uma separação limpa.

A desmontagem de produtos industrializados tem grande interesse em dois setores da economia: o de manutenção (oficinas) e o de reciclagem (centros de triagem). Neste último, a dificuldade de desmontagem favorece a quebra dos componentes e a consequente subdivisão e extravio de pedaços que acabam não sendo reciclados e que podem representar um potencial de risco de acidentes. Já no caso de oficinas de manutenção, a quebra de uma peça na desmontagem representa a necessidade de troca da mesma, o que pode inviabilizar economicamente o reuso do produto, tornando-o lixo.

Segundo Ron e Penev (1995), os produtos têm de ser facilmente desmontados e este processo de desmonte deve ser otimizado para que se possa separar mais materiais. Porém, a necessidade de muitas ferramentas especializadas faz com que a desmontagem seja feita primeiro manualmente, quando algumas técnicas destrutivas são utilizadas podendo causar riscos às pessoas. Os autores também ressaltam que o número de operações deve ser levado em conta, pois estas questões têm influência direta com o custo da desmontagem e esta só vale a pena quando o seu custo não excede o plausível.

Existe ainda a dificuldade de identificação da montagem que foi realizada, e por isso não é possível saber em que locais foram utilizados encaixes, parafusos, soldagem ou outras tantas junções. Algumas delas se mostram eficientes para o seu propósito de unir partes, porém muito ineficientes na separação destas partes, quando é esta a necessidade (KROLL & HANFT, 1998).

Facilitar a desmontagem não significa apenas que um produto incorpore a possibilidade de ser desmontado, mas que essa desmontagem seja eficaz. Como exemplo, para a manutenção: as peças a serem limpas, ou removidas para troca, devem ter acesso fácil e rápido. Já para a reutilização de partes é necessário que cada uma delas possa ser separada inteira e sem sofrer avarias neste processo (DOWIE, SIMON & FOGG, 1995; de RON & PENEV, 1995; MANZINI & VEZZOLI, 2002). Mesmo posteriormente, para a reciclagem, é fundamental que cada material seja totalmente separado sem contaminação de outros materiais diferentes, inviabilizando a reciclagem.

2.3 Elementos de junção

Os elementos de junção aparecem em diversos produtos, alguns são extremamente baratos e por isso são muito utilizados. Em grande parte das vezes são estes mesmos que se tornam praticamente invioláveis. Segundo Kindlein (2007, p.36),

Materiais colados, rebitados, parafusados e costurados, foram largamente utilizados nos modelos de sofás mais ousados produzidos na década de 70; hoje estes sistemas continuam sendo muito utilizados na indústria, apesar de outros sistemas mais modernos e rápidos para montagem estarem se tornando quase um padrão para a produção em escala industrial.

Devido à dificuldade de separação de peças fortemente unidas na manufatura, atualmente pensa-se em mudanças de projeto, priorizando as junções reversíveis⁶. Quando não houver esta possibilidade, sugere-se utilizar junções permanentes que sejam de fácil extração (MANZINI & VEZZOLI, 2002).

Para demonstrar como são alguns destes sistemas geralmente utilizados seguem abaixo algumas descrições (adaptadas de UFRGS, 2004) e sua influência na separação dos materiais:

Amarração: as partes são unidas com fios ou fitas, é uma união limpa e de difícil separação. Pode ser separado com ferramentas simples, como alicate, por exemplo.

Atrito: o atrito entre duas superfícies faz a união.

Deformação: o material é deformado plasticamente para fixar. Algumas deformações são fáceis de desmontar, enquanto outras necessitam ferramentas especiais e/ou muita força, às vezes é quase impossível o desmonte.

Fusão: é feita a solidificação de um ou mais materiais. Quando todas as peças nesta condição são feitas do mesmo material é uma junção limpa e não há problemas se o fim for a reciclagem. Se os materiais forem diferentes, impossibilita a desmontagem e há contaminação dos materiais.

Interferência: quando há uma diferença de dimensões nas peças como o furo e o eixo. O furo é aquecido e após ter se engatado no eixo é resfriado. Às vezes são necessárias ferramentas especiais e muita força para fazer a separação, o que acaba inviabilizando o desmonte.

Magnetismo: utiliza ímãs naturais ou induzidos que podem ser controlados. É uma união limpa, de fácil separação.

Memória: uma pressão é exercida pelo sistema pela tendência que um material tem de voltar a sua forma original. Deve ser encaixado de forma a ser desmontado.

Engate: é o acoplamento de peças. Quando o material é rígido e não permite movimento na junção, inviabiliza o desmonte. Em compensação, um bom exemplo de engate é o *snap-fit* que facilita a desmontagem e é uma das junções removíveis.

Dentre estes tipos de união entre partes, o *snap-fit*, ou *snap-fastener*, é o mais importante para essa pesquisa. Estes engates fazem seu encaixe por pressão e são utilizados como uma boa alternativa de junção, pois são desenvolvidos integrados aos produtos, como parte constituinte dos mesmos, minimizando o número de outros materiais, além de geralmente serem de fácil remoção.

⁶ Junções reversíveis: que, ao contrário das permanentes, podem ser removidas e reintroduzidas sem que os componentes ou a própria junção sejam comprometidos ou estragados. (Manzini & Vezzoli, 2002, pg.258)

2.3.1 O caso *snap-fit*

Os *snap-fits* surgiram com o objetivo de substituir sistemas mecânicos como parafusos, porcas e outros, “resolvendo o mesmo problema com um gesto mais simples e mais rápido” (MANZINI, 1993). Existe um grande número de sistemas *snap-fits*, alguns são reversíveis (abre-fecha), outros não (para abrir quebra-se o elemento de junção), outros ainda, são semi-reversíveis (quando é necessário um instrumento especial para separar).

Segundo Manzini (1993, p.155) o fenômeno destas junções rápidas começou

(...) com as presilhas metálicas e os fechos éclair (...), mas explodiu com o aparecimento das matérias plásticas: o mundo que nos rodeia, das cadeiras de montagem às prateleiras do supermercado está povoado de objetos que apertam, engancham, abrem e fecham com um simples gesto tornado possível pela elasticidade do material.

Outro autor de grande relevância para o estudo dos *snap-fits* é Bonenberger (2005), que escreveu um livro de referência para o desenvolvimento e classificação destes tipos de encaixe. Sendo assim, é o autor que serve de base teórica para esta seção da pesquisa, portanto, todos os conceitos abordados neste item 2.3.1 são do referido autor, começando pela sua definição destas junções.

O *snap-fit* é um mecanismo de fechamento embutido ou integrado com a função de encaixar uma parte em outra. É geralmente associado a partes plásticas, mas também pode ser uniões metal-metal e metal-plástico, o que determina o tipo de material a ser utilizado é a performance do encaixe.

A função é o principal fundamento do *snap-fit*, o que determina os seus aspectos de encaixe e, conseqüentemente, indica o tipo de *snap-fit*. Existem quatro funções, são elas:

- Ação – potencial de movimento
 - *Snap-fit* fixos: não pode haver movimento;
 - Móveis: pode haver movimento entre as partes, algumas vezes é controlado para haver o encaixe-desencaixe (Figura 2);

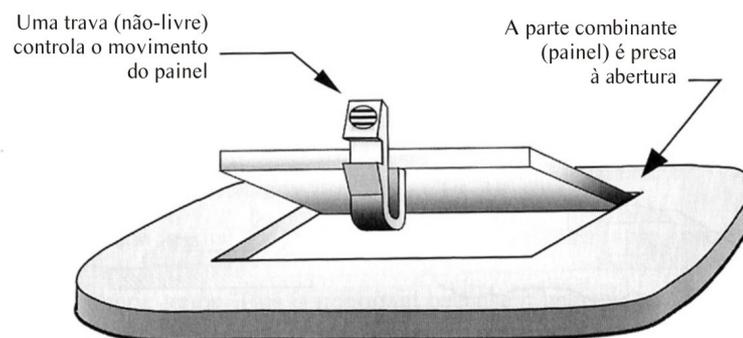


Figura 2: *Snap-fit* móvel.

Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

- Tipo de Encaixe
 - Final: é o encaixe definitivo;
 - Temporário: encaixe utilizado para fixar as partes até outro método definitivo ser utilizado;
- Retenção
 - Permanentes: nenhuma trava é realmente permanente, mas esses *snap-fits*, uma vez encaixados, são muito difíceis de separar (Figura 3), em alguns casos podem ser separados com ferramentas ou grandes esforços, mas estragos podem acontecer;
 - Não permanentes: podem ser abertos;

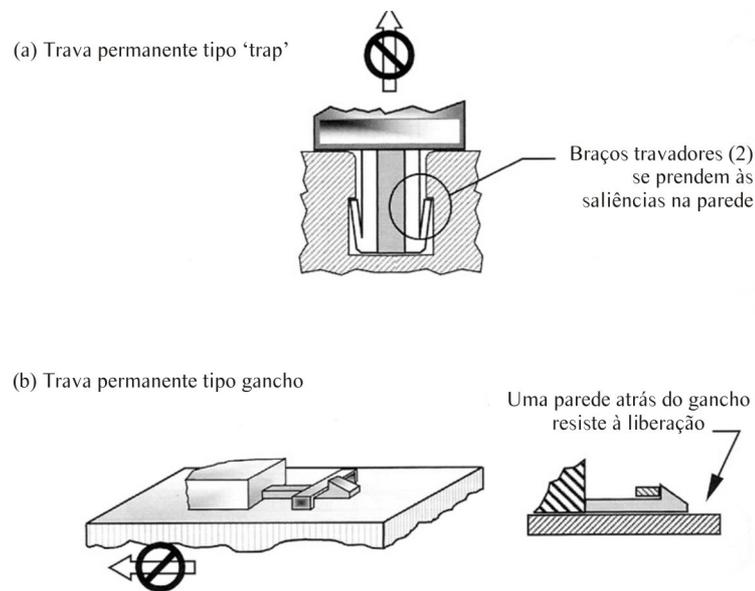


Figura 3: Snap-fits permanentes.
Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

- Tipo de trava (Figura 4)
 - Livres: a trava permite separação de partes quando uma força pré-determinada de separação é aplicada às partes;

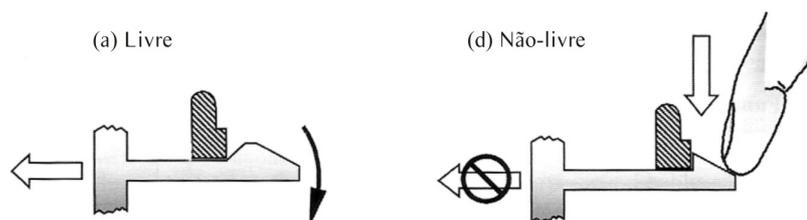


Figura 4: Tipos de trava.
Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

- Não-livres: a trava precisa de uma força manual de deflexão para que a separação de partes seja feita.

Os *snap-fits* são constituídos de algumas formas básicas, como a base e a parte combinável, que podem ambas ter diversas espessuras, aberturas, profundidades e rigidez. A base é maior, fixa e parada, enquanto a parte combinável é menor e se movimenta para o encaixe dentro da base. Elas podem ser trancadas através de um dos cinco movimentos existentes para este fim e que depende do tipo de encaixe existente. Os movimentos são: (a) empurrar, (b) deslizar, (c) angular, (d) girar, (e) pivô. Todos eles são mostrados na Figura 5.

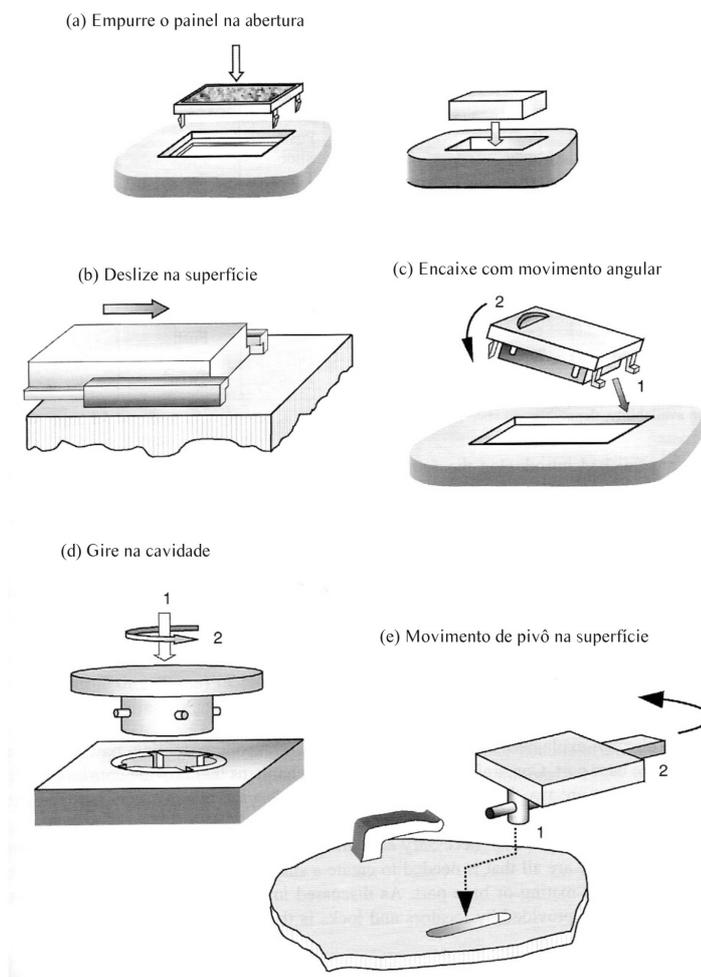


Figura 5: Movimentos de montagem de *snap-fits*.
Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Talvez a parte mais importante dos *snap-fits* sejam os *locks* e *locators*, que para fins desta pesquisa serão traduzidos como travas e localizadores (Figura 6) e são responsáveis pelo encaixe e trava da base com a parte combinável. Bonenberger considera estes dois elementos aspectos necessários e suficientes para a existência de um encaixe tipo *snap-fit*.

Os localizadores possuem algumas características específicas. Geralmente são relativamente simples, fortes e inflexíveis, sem nenhum movimento de deflexão associados

à sua desmontagem. São eles que fazem o posicionamento de parte com parte e precisam conter todas as forças significantes do encaixe. Podem ser naturais, se forem pré-existentes, feitos junto ao corpo do produto, ou então são adicionados para cumprir esta função específica de localizadores.

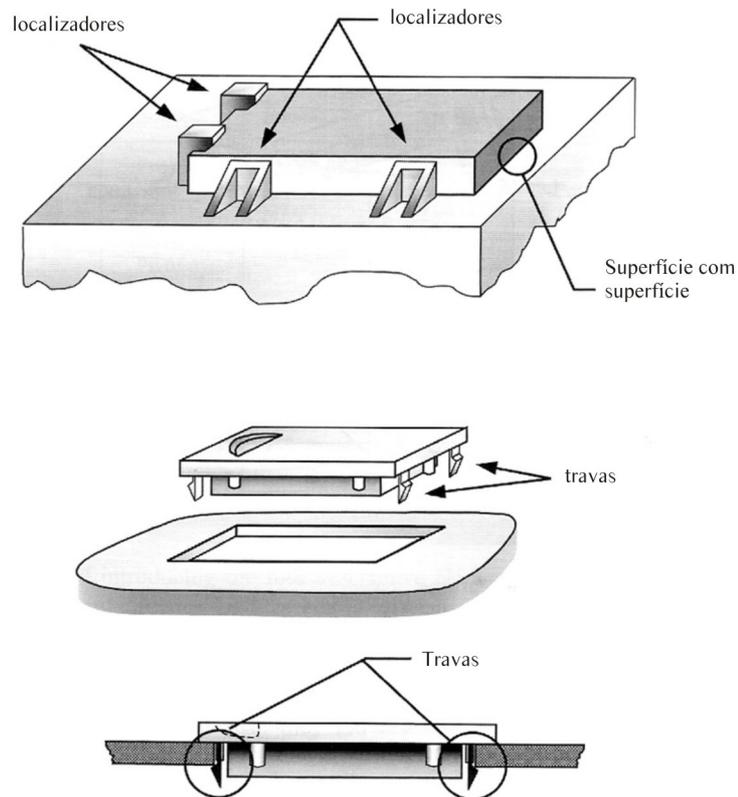


Figura 6: Travas e localizadores.
Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Há uma infinidade de localizadores, alguns deles são:

Localizadores salientes:

- Puxadores: são localizadores salientes, caracterizados pela forma em “L” que pretendem se encaixar sobre uma borda; são os mais comuns e existem inúmeras variações da forma básica do “L” (Figura 7a)Figura 7: Localizadores salientes;
- Separadores: são saliências planas com lados paralelos, geralmente se encaixam às bordas ou ranhuras (Figura 7b);
- Cunhas: uma variação do separador com uma base bem maior que a parte de cima; a grande espessura da base faz com que sejam potencialmente mais fortes que o separador; estas estruturas se encaixam às ranhuras (Figura 7c);

- Pinos: possuem uma seção constante ou uma ponta fina ao longo do eixo de simetria; podem ser redondos, quadrados, ou de formas complexas; geralmente se encaixam a buracos ou bordas (Figura 7e);
- Cones: são variações do localizador pino, nesse caso a seção da base é significativamente maior do que a ponta de cima; encaixam-se a buracos e, assim como as cunhas, proporcionam um encaixe em uma direção axial e lateral (Figura 7d);
- Pegadores: possuem forma de cunha, mas pretendem se encaixar contra a borda e não dentro de um buraco ou ranhura (Figura 7f);

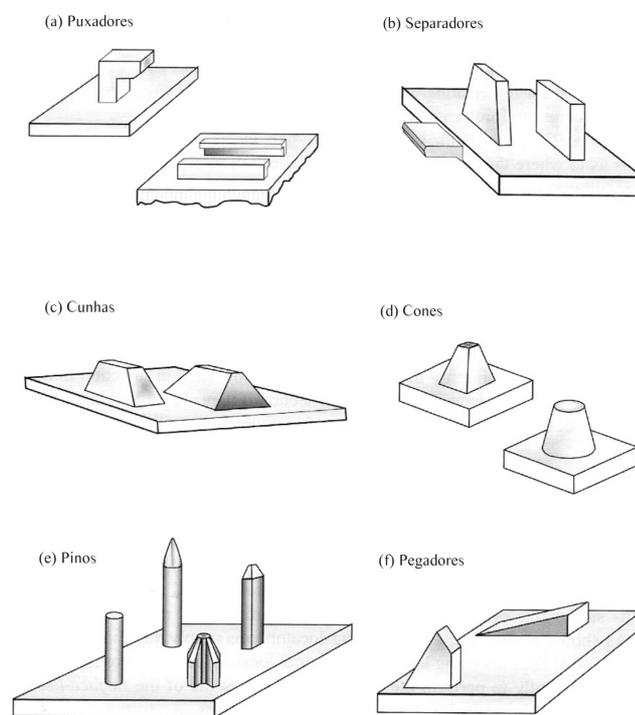


Figura 7: Localizadores salientes.
Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Localizadores superficiais:

- Superfícies: são áreas planas ou suaves, são quase sempre localizadores naturais (Figura 8a);
- Região: é uma área levantada em uma superfície (Figura 8b);
- Bordas: são áreas relativamente finas, usualmente lineares ou ortogonais a uma superfície (Figura 8c);

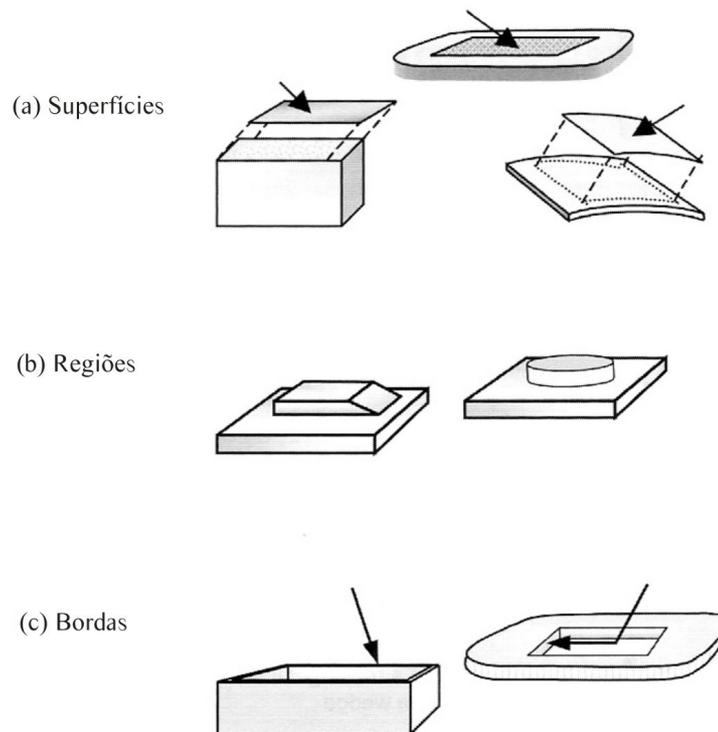


Figura 8: Localizadores superficiais.
Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Localizadores Ocos:

- Buracos: são aberturas no painel ou na superfície, podem ser redondos, quadrados, ou de qualquer outra forma (Figura 9a);
- Ranhuras: são buracos alongados no eixo, o alongamento serve para tirar o contato ao longo do eixo da ranhura (Figura 9b);
- Cortes: são híbridos de buracos e bordas, promovem mais opções de montagem; a sua classificação depende de como são usados já que se parecem com buracos e ranhuras (Figura 9c).

As travas são relativamente flexíveis, movem-se para o lado na hora do encaixe e então retornam à sua posição original, produzindo a interface necessária para engatar as partes juntas. O principal problema do design da trava do *snap-fit* é que ela deve ser fraca para se deformar na montagem e forte o suficiente para prevenir a separação de partes, porém tais requisitos são conflitantes.

Muitos designers pensam que a trava é o próprio *snap-fit*, principalmente os do tipo gancho, mas elas são apenas uma parte do sistema. As travas seguram a parte combinável para que os fortes localizadores possam fazer seu trabalho.

As travas são agrupadas de acordo com suas diferenças fundamentais na montagem e retenção. O chamado *snap-fit* tipo viga (*cantilever beam*) é o mais comum, armadilhas

(traps) – diferem da viga pelo seu modo de inserção e retenção – e fechaduras planas (encontradas em paredes ou superfícies) também são relativamente comuns, já os anulares e torções são os menos comuns.

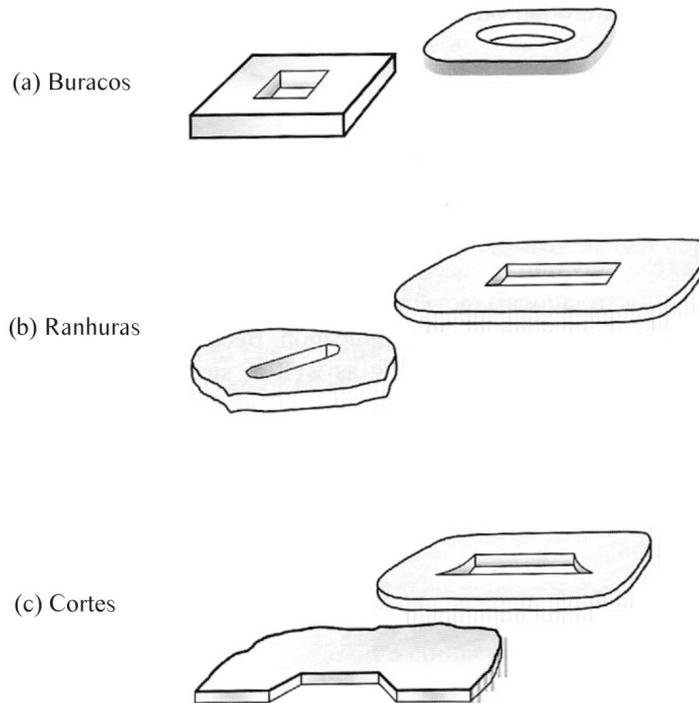


Figura 9: Localizadores ocios.

Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Por viga pode-se entender uma barra de fixação unilateral com um pegador na extremidade livre. O mecanismo flexível é a barra e o de retenção (Figura 10) é chamado pegador. Existem muitos tipos de barras, assim como os tipos de retenção, que podem ser escolhidos independentemente da barra, sendo os em forma de gancho os mais comuns. Para que o *snap-fit* seja uma junção não separável, utiliza-se um ângulo maior que 90° , dessa forma, mesmo grandes esforços não conseguem fazer a separação.

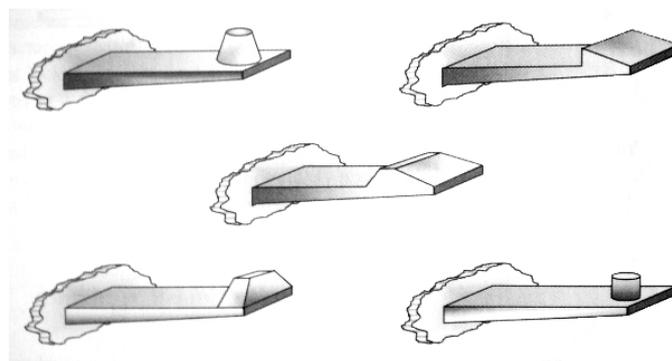


Figura 10: Mecanismos de retenção.

Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Existem ainda os tipos *loop* (Figura 23) que são mais fortes que o *cantilever beam* porque envolvem o localizador. Também os *lock pair*, que são duas travas combinadas, oferecem mais segurança ao encaixe, conseqüentemente dificultando ou impossibilitando a separação. Entretanto, é importante lembrar que como regra geral as travas não conseguem carregar forças significantes na direção de separação, pois tendem a ser relativamente fracas nesta direção, com exceção dos *loops* que podem ser muito fortes.

Considerando que existem inúmeros tipos de travas e localizadores, assim como de formas de inserção e retenção, pondera-se que existam várias formas de operar o *snap-fit*. Geralmente a montagem do *snap-fit* é óbvia, entretanto, quando não é, Bonenberger (2005) sugere que seja feita uma indicação visual de como fazê-la. Dessa forma, auxilia-se o usuário a fazer uso do *snap-fit*, prevenindo estragos pelo mau uso.

Bonenberger (2005) sugere o uso de informações visuais para auxiliar o usuário a utilizar o *snap-fit* adequadamente para prevenir estragos pelo mau uso. O autor considera que a separação pode ser feita pela reversão de um dos cinco movimentos de montagem (empurrar, deslizar, angular, girar, pivô) e acredita que estas indicações visuais sejam suficientes quando um produto utiliza um encaixe que abre. Por outro lado, se o *snap-fit* é um dos tipos que não abre, é preciso fazer uma indicação do movimento manual a ser realizado (Figura 11) e da parte a ser separada.

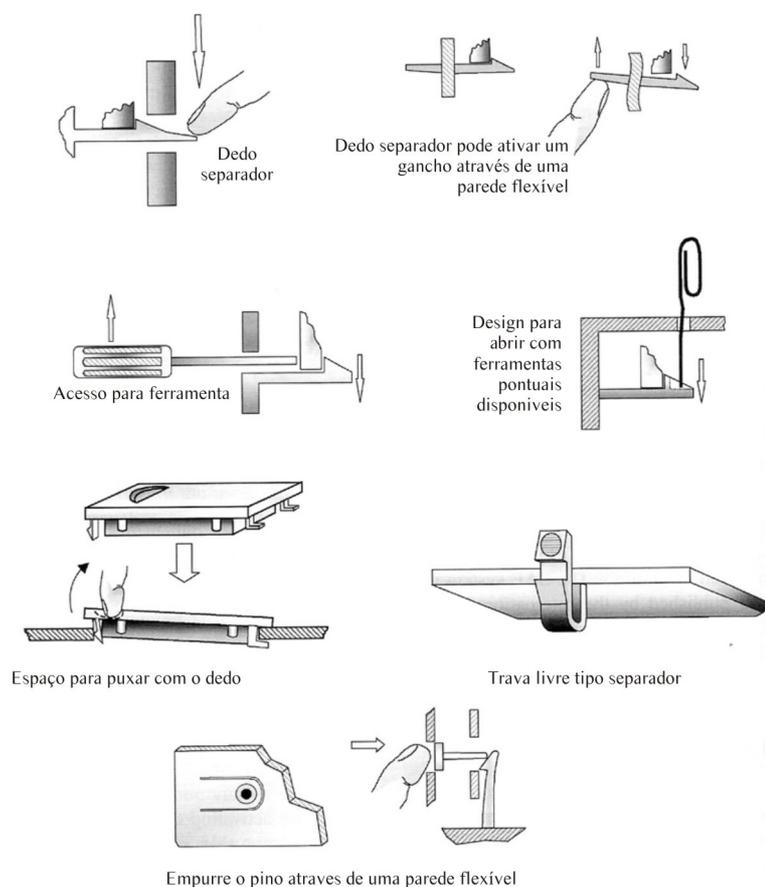


Figura 11: Exemplos visuais de assistência para desmontagem.

Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

É preciso confrontar essa idéia de Bonenberger (2005) de que o movimento de desencaixe é o contrário do de encaixe, com o que dizem Kroll e Hanft (1998). Estes últimos consideram que, embora a montagem e desmontagem pareçam similares, um não é o reverso do outro. Portanto, é preciso avaliar caso a caso se apenas o indicativo da montagem é o suficiente para indicar a desmontagem.

Levando-se em consideração que a indicação visual é necessária para o bom uso do *snap-fit*, Bonenberger (2005) fornece algumas dicas de como esses grafismos devem ser. Segundo o autor é importante que sejam grandes para serem fáceis de achar, se estiverem localizados em partes em que a aparência é menos importante. Entretanto, eles não podem ser não atrativos ou obstrutivos para que os consumidores e trabalhadores da desmontagem possam encontrá-los e interpretá-los.

Como os *snap-fits* estão se tornando cada vez mais comuns em produtos, Bonenberger (2005) acredita que os usuários (tanto consumidores quanto trabalhadores da manutenção) precisam aprender que podem existir grafismos indicativos e procurar por eles. O primeiro propósito destas indicações é evitar quebras durante a vida útil do produto e, posteriormente, facilitar o reuso e reciclagem. Neste caso, quando a desmontagem de partes não é óbvia, pode-se indicar visualmente pontos de quebra ou pontos críticos para uma separação eficiente.

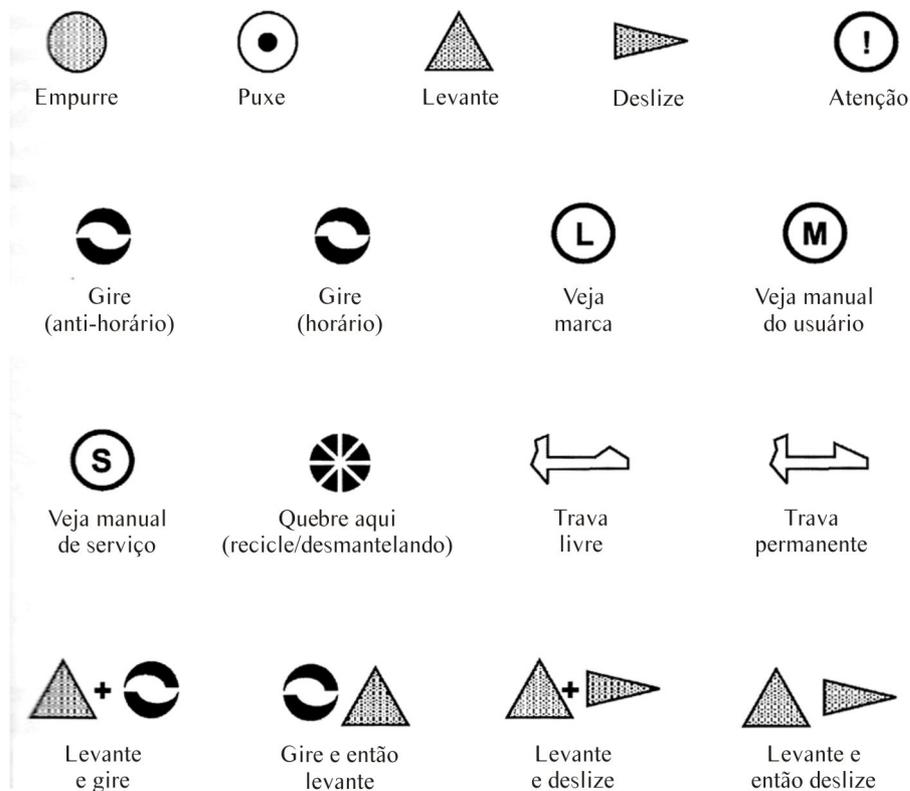


Figura 12: Possíveis indicações visuais para *snap-fits*.

Fonte: Adaptado de Bonenberger (2005)

Os métodos de encaixe e desencaixe precisam ser os mais óbvios possíveis e o apoio visual intuitivo e facilmente visível. É preciso lembrar que um consumidor típico (comum) não será familiarizado com as partes e métodos de encaixe e, mesmo se tiver experiência com técnicas de serviço, precisará se familiarizar a novos designs (BONENBERGER, 2005).

Bonenberger (2005) ainda comenta que existem regras para muitos símbolos, mas nenhum indicativo de símbolos internacionais para *snap-fit* foi identificado ainda. O referido autor sugere alguns símbolos para *snap-fits* (Figura 12) Figura 12: Possíveis indicações visuais para *snap-fit* se conclui que: por mais reconhecíveis que os grafismos como textos e setas possam ser, certos grafismos ocultos são necessários para uso limitado a áreas onde grandes e obstrutivas marcas seriam inaceitáveis.

Sendo assim, estes aspectos foram todos levados em consideração e analisados para desenvolver os pictogramas a que esta pesquisa se propõe. Entretanto, antes é necessário aprofundar as questões perceptivas das formas gráficas.

3 Teorias de Forma e Percepção

Existem muitas classificações para os tipos de sinais existentes e possíveis. Algumas delas serão discutidas com o intuito de apresentá-las e diferenciá-las da teoria escolhida para a abordagem desta pesquisa, que envolve pictogramas e as teorias da Gestalt, as quais também serão especificadas neste sentido.

3.1 Signos, sinais, símbolos e pictogramas

Conforme já foi dito, a base dos sinais que serão desenvolvidos são os pictogramas. Vários autores mencionam este tipo de grafismo, porém há algumas diferenças nas suas classificações, que serão levadas em conta a seguir. Além disso, alguns autores citam como símbolos o que aqui foi considerado pictograma, estas questões também serão discutidas.

Segundo Vidal Gomes (1998), é possível classificar os grafismos em quatro categorias, de acordo com sua intencionalidade, origem, obtenção do grafismo e apresentação aos sentidos. Vale ressaltar que, em relação à origem do grafismo, ele pode ou não ter intencionalidade, ou seja, ser concebido a partir de um projeto, adquirindo significado com o seu propósito e determinando a comunicação de alguma mensagem, que é o que interessa a essa pesquisa.

A partir disso, o referido autor chama de ideografia – grafismo das idéias do pensar – uma categoria maior que se divide em duas grandes famílias, as iconografias e as fonografias. A primeira é uma “representação de imagens que imitam ou se assemelham aos elementos encontrados no ambiente natural (...) ou em espaços artificiais” (VIDAL GOMES, 1998, p.33). Já a fonografia é a escrita da fala, ou seja, formas gráficas que por “frequência de ocorrência, repetição, estilização, ou simples invenção formal passam a ser usadas por um grupo social ou racial para comunicar algo” (VIDAL GOMES, 1998, p.33).

Vidal Gomes acredita que as iconografias são muito mais fáceis de serem compreendidas, sem necessidade de um aprendizado formal e sistemático. É dentro desta categoria que ele insere as aborígenografias (ex: escritas da idade das cavernas e das crianças em qualquer época histórica), os pictogramas, os logogramas e a morfografia (ex: escrita chinesa e japonesa).

Um pictograma, segundo Vidal Gomes (1998, p.51), deve ser o mais simples e sintético possível para ter um reconhecimento mais imediato e universal. Com isso, a pictografia torna-se uma “linguagem de fácil reprodução, de aplicação rápida e de elevado valor formal e informacional”.

Os logogramas, por sua vez, surgem neste mesmo sentido, porém não serão considerados como fins de identificação a que essa pesquisa se propõe por terem um viés mais educacional. Eles são, na sua maioria, desenhos resultantes da aplicação de elementos básicos da linguagem gráfico-visual, princípios de percepção visual e analogias (VIDAL

GOMES; BROD JÚNIOR, 2007). Esta forma de representação gráfica se relaciona com o ISOTYPE, sigla em inglês para Sistema Internacional de Educação Pictográfica (*International System Of Typographic Picture Education*), desenvolvido por Otto Newrath em 1920 e institui as bases da atual pictografia. Newrath acreditava que os fatos empíricos só ficavam disponíveis para a mente humana através de símbolos⁷ (LUPTON, 1986).

Lupton (1986) diz que a teoria de Newrath sugeria apenas duas regras para se gerar um vocabulário baseado em imagens. A primeira é a redução para determinar o estilo dos sinais individuais, encontrando a expressão mais simples de um objeto; a segunda é a consistência, segundo a qual um grupo de sinais deve ter uma aparência de um sistema coerente, fazendo com que uma família de sinais possua uniformidade.

Percebe-se a similaridade entre a teoria de Newrath e a construção de logogramas e pictogramas definida por Vidal Gomes. Segundo os dois autores, deve-se buscar formas simples e sintéticas para que sejam de fácil reconhecimento e assimilação. Neste sentido Lupton (1986), baseada no ISOTYPE, considera que a eliminação da perspectiva e de detalhes interiores aumenta a qualidade de reconhecimento das figuras internacionais, além de lhe conferir um status genérico.

Neste mesmo sentido, Arnheim (1997) considera que uma imagem pode simbolizar algo quando tem um nível de abstração tão grande que a torna um símbolo por ela mesma. Por exemplo, um cachorro qualquer, sem maiores especificações pode representar qualquer cachorro e toda a espécie dos cachorros. O referido autor ainda considera dois outros tipos de função de uma imagem, como retratos⁸ ou sinais: “Um triângulo pode ser um sinal de perigo, ou um retrato de uma montanha, ou um símbolo de hierarquia. Precisamos saber o quão bem ou mal os vários tipos de imagem preenchem essas funções⁹” (ARNHEIM, 1997, p. 136).

No entanto, Wong (1998) defende que formas podem ser classificadas segundo seu conteúdo específico. Ou seja, se uma forma possui um tema reconhecível e o observador a percebe em termos mais do que puramente visuais, ela é chamada de forma figurativa. Porém quando a forma não possui um tema reconhecível ela é considerada não-figurativa ou abstrata. Este autor considera estrutura formal das figuras, dos desenhos e não faz nenhuma classificação do tipo: pictogramas ou símbolos. Por isso se torna importante para a análise de construção das figuras, que, segundo ele, possuem elementos conceituais (ponto, linha, plano, volume), visuais (formato, tamanho, cor, textura), relacionais (direção, posição, espaço, gravidade) e práticos (representação, significado, função).

Dentro das construções possíveis descritas por Wong (1998) existem algumas inter-relações formais conforme demonstrado na Figura 13:

⁷ O termo símbolo é utilizado pelo autor desta teoria, mas durante a dissertação será usado o termo pictograma para definir este mesmo símbolo.

⁸ Em inglês o termo usado é *picture* que poderia ser traduzido como imagem, levando em consideração o texto como um todo, decidiu-se considerar como retrato.

⁹ Tradução da autora

- Separação: formas separadas, mas podendo estar próximas;
- Contato: as formas se aproximam e começam a se tocar;
- Superposição: as formas se aproximam tanto que se cruzam, uma parece estar por cima da outra;
- Interpenetração: as formas se cruzam, porém nenhuma parece estar sobre a outra, na interseção elas parecem transparentes, com ambos os contornos bem visíveis;
- União: as formas se unem formando outra nova forma, ambas perdem parte do seu contorno;
- Subtração: uma forma invisível se sobrepõe a uma visível, tornando a parte sobreposta também invisível;
- Interseção: duas formas se cruzam e a parte que fica visível é a da interseção entre ambas;
- Coincidência: duas formas se aproximam tanto que coincidem, tornando-se uma só.

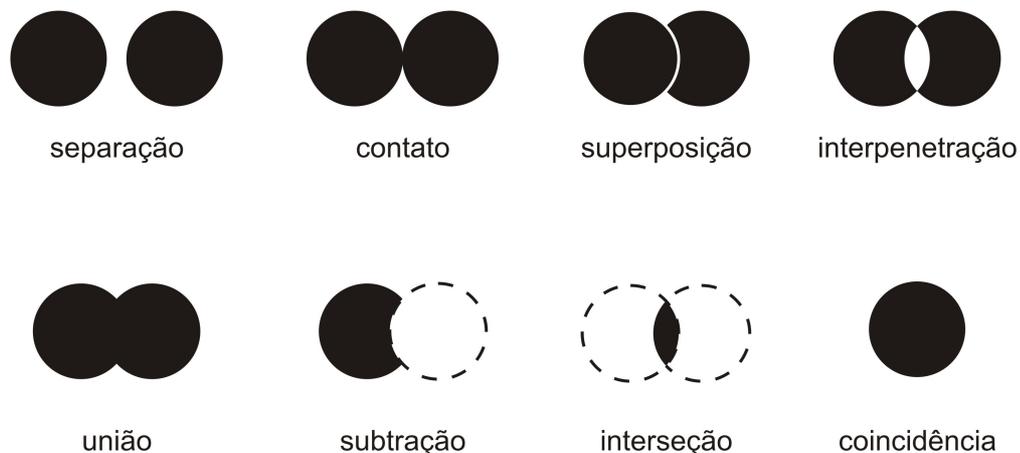


Figura 13: Inter-relações de formas

Fonte: Wong (1998)

Dondis (1997), por sua vez, considera a imagem como um todo. A autora não especifica as formas, como faz Wong, porém considera algumas relações existentes nas imagens, que de alguma maneira podem ser transpostas para as relações pictográficas. Ela discorre sobre conceitos de equilíbrio, tensão, nivelamento e aguçamento, atração e agrupamento, positivo e negativo, entre outros, além de considerar a existência de três formas básicas: o quadrado, o círculo e o triângulo equilátero.

Voltando aos aspectos formais, um autor que trabalha bastante com este assunto é Frutiger (1999). Ele parte do ponto e da linha para desenvolver suas idéias, partindo de um enfoque histórico para chegar aos pictogramas e imagens existentes atualmente. Assim

como Dondis, o autor considera a existência das três formas básicas, que ele chama de fechadas: quadrado, círculo e triângulo (mas este não é especificado como equilátero, podendo assumir qualquer proporção), contudo, ele também caracteriza as formas abertas como a cruz e a flecha.

Frutiger (1999) diz que a informação pictórica pode ser de três tipos:

- **Imagens reais:** “geralmente em forma de silhuetas, não deixam dúvidas a respeito de sua mensagem, seja qual for a língua ou o costume do observador”, não precisam de aprendizagem, sua informação é imediata;
- **Diagramas:** a imagem não é compreensível imediatamente, exige um curto esforço mental, como os sinais de trânsito. Nesta categoria estão os pictogramas esquematizados. Alguns novos sinais inventados deixam dúvidas mesmo depois de anos de aprendizado;
- A última categoria são os pictogramas que não derivam de figuras ou de diagramas, mas de sinais abstratos, que requerem aprendizado. Assim como os sinais alfabéticos, uma vez compreendidos pelo subconsciente, transmitem a informação de forma automática e espontânea.

O referido autor acredita que “nas últimas décadas, a informação por meio de sinais pictóricos provocou uma mudança nos hábitos de leitura da população” (FRUTIGER, 1999, p.318). Os pictogramas são utilizados em diversas áreas, por exemplo, em placas de sinalização, que, para o autor, começaram a ser utilizados para esse fim devido às limitações dimensionais das placas.

Os autores mencionados até aqui, com poucas ressalvas e discordâncias, concordam, de uma maneira geral, nas características dos pictogramas como uma forma eficiente de transmissão de mensagens pontuais e diretas. Por isso foi esta a forma gráfica escolhida para fazer a identificação de algumas junções para auxiliar a sua localização e facilitar sua desmontagem.

3.2 Percepção visual

Como foi apresentado na seção 3.1, muitas vezes os pictogramas precisam ser aprendidos para que passem sua informação de forma adequada e eficiente. Entretanto, além deste aprendizado, algumas formas remetem a determinados significados, geralmente criados culturalmente. Como estas formas serão identificadas e de que maneira acontece a percepção é o assunto que será abordado a seguir.

Lupton (1986) acredita que os pictogramas precisam ser interpretados e, para isto, precisam ser lidos. Neste sentido, Arnheim (1997) diz que as operações cognitivas são ingredientes essenciais para a percepção. Por operações cognitivas ele entende todas as operações mentais envolvidas no recebimento e processamento da informação.

A percepção visual

(...)não é um estímulo material passivo de recordações, mas uma preocupação ativa da mente. O senso da visão opera seletivamente. A percepção da forma consiste na aplicação de categorias formais, as quais podem ser chamadas de conceitos visuais por causa da sua simplicidade e generalidade. Percepção envolve resolução de problemas” (ARNHEIM, 1997, p.37).¹⁰

Ou seja, procura-se associar formas conhecidas àquelas que se observa em uma tendência à classificação para que o reconhecimento seja feito.

Arnheim também considera que as formas são reconhecidas quando elas aparecem conectadas ao que se referem. Quanto mais aparecerem ligadas ao seu “significado”, mais fácil será a associação posterior. As coisas se relacionam por assimilação, contraste ou combinação de dois. Para o autor, a assimilação talvez seja a mais primária. Porém a separação por diferença consegue impor-se muito bem ao observador, pois a uniformidade de padrões existe até que duas figuras sejam comparadas.

Um exemplo de separação por diferença é o caso figura-fundo. Se dentro de uma moldura é inserido uma ou várias formas, surge essa situação onde, segundo Wong (1998), as formas são vistas como figuras, enquanto o espaço existente entre elas e a moldura, como fundo ou segundo plano.

Para Dondis (1997), a situação figura-fundo, deve ser utilizada com cuidado, para não causar efeitos ambíguos. Existem casos muito conhecidos de ilusão de óptica criada pela composição figura-fundo, como por exemplo, os dois rostos de perfil, que também podem parecer um cálice, conforme demonstrado na Figura 14.

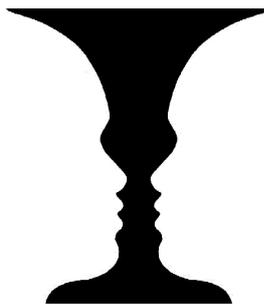


Figura 14: Figura-fundo

Fonte: www.cres.org/star/RubinGestalt.gif

Para Frutiger (1999), na composição gráfica bidimensional os dois pesos contrapostos (claro e escuro) devem ser medidos com precisão. A forma escura deve estar em harmonia com o que ele chama de “expressão imaterial branca”, para que seja produzida uma imagem perfeita no papel.

¹⁰ Tradução da autora

Existem outras relações proporcionadas pela composição de formas e o olho humano sempre procura o equilíbrio nestas relações (DONDIS, 1997). A primeira coisa que o olho procura é a vertical e a horizontal, se elas não estiverem presentes, o observador tenta imaginá-las para posicionar a figura com base na sua posição fisiológica. A vertical representa a força gravitacional e a horizontal o plano de apoio (FRUTIGER, 1999).

Para Frutiger, algumas formas transmitem determinadas sensações aos observadores. O triângulo simples é utilizado para indicar direção, principalmente nos movimentos horizontais (direita e esquerda), pois quando se trata dos verticais (para cima, para baixo, diagonais) o triângulo pode gerar confusão. Esta forma vista como pirâmide transmite estabilidade e firmeza.

As flechas ou setas se valem de uma espécie de triângulo na sua ponta para fazer esta representação. Frutiger considera que ângulos maiores que 45° na ponta a seta demonstram uma força opostora, enquanto ângulos de 45° representam movimento lento. Com 30° o símbolo pode ser comparado a um arado e com menos de 20° é finalmente visto como uma seta. Porém, a diminuição do espaço interno e a ponta afiada podem provocar uma relação com o perigo, pois a seta tende a parecer uma arma.

Em 1926, a convenção internacional de sinais rodoviários decidiu que todos os sinais de tráfego que advertissem perigo deveriam ter uma forma triangular. Pode-se pensar que esta forma foi escolhida por talvez representar melhor o perigo do que uma forma circular, por exemplo. Entretanto, o triângulo foi escolhido porque é um dos mais fáceis de ser identificado se comparado com outras formas de sinais (ARNHEIM, 1997).

Outras formas como o círculo e a cruz são comentadas por Frutiger (1999). A cruz é considerada pelo autor “o sinal dos sinais”, já que ela é utilizada para diversos fins, dentre eles para indicar o local exato de um ponto. Já o círculo é visto com certa insegurança, devido ao fato de ele não possuir começo nem fim, porém, também se tornou o símbolo do movimento na história da humanidade, desde a invenção da roda.

Dondis (1997), utilizando a terminologia ‘símbolos’ para se referir à forma em si, e não à simbologia de algo, diz que existe uma gama enorme de símbolos que têm uma composição bem variada. Eles se valem de formas com um grande detalhamento representacional ou até completamente abstratos. Estes últimos, segundo a autora, estão tão desvinculados da informação que pretendem identificar que é preciso aprendê-los como se aprende uma língua.

Dentre estas maneiras de percepção e as presumidas interpretações que algumas formas podem transmitir, há pelo menos um ponto em comum entre os autores mencionados neste sub-capítulo: a participação da memória e das experiências do observador na identificação das formas e dos sinais. Em um momento ou outro, seja inserido no texto ou explicitado, os autores trazem essa questão, que Arnheim traduz ao afirmar que “um ato perceptivo nunca é isolado; é somente a fase mais recente de uma seqüência de

inumeráveis atos similares, efetuados no passado e sobrevivendo na memória” (ARNHEIM, 1997, p.80).

Segundo Arnheim (1997), a memória está estritamente ligada à percepção, principalmente quando se trata do reconhecimento de alguma coisa. O conhecimento visual adquirido no passado faz com que esse reconhecimento seja possível no presente, sendo que o reconhecimento pressupõe a presença de algo a ser reconhecido. O autor vai mais longe, ele acredita que a percepção visual é tão importante que considera que exista um pensamento visual, pois este pensamento e a percepção não estão dissociados.

Portanto, é necessário haver um conhecimento prévio para que um sinal, seja ele um pictograma ou não, possa ser reconhecido e interpretado. Se esta memória anterior não existir, o observador terá que fazer certo aprendizado do sinal para que ele passe a ser reconhecido e tenha a sua informação transmitida eficientemente.

3.2.3 Gestalt

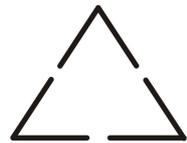
A Gestalt é uma Escola de Psicologia Experimental que teve início no final do século XIX. Este movimento teve grande importância para a teoria da forma, contribuindo para os estudos da percepção, linguagem, inteligência, aprendizagem, memória, motivação, conduta exploratória e dinâmica de grupos sociais. Os estudos eram feitos essencialmente de forma experimental e sugeriram respostas do porquê de algumas formas agradarem mais que outras, fundamentando no sistema nervoso e não no subjetivismo (FILHO, 2000).

O termo Gestalt é traduzido como imagem e forma, entretanto, num sentido mais amplo significa uma integração ou composição de partes para formar o todo (HURLBURT, 1986; FILHO, 2000). Esta escola foi tão importante que continua sendo utilizada até hoje como principal fonte de informação sobre percepção visual, como se pode perceber ao analisar as teorias de outros autores descritas na seção 3.2.

A teoria da Gestalt postulou alguns princípios baseados no que acontece no cérebro, levando em consideração que aquilo que acontece no cérebro não é o mesmo que acontece na retina. Alguns destes princípios (Figura 15), que são importantes para o desenvolvimento dos pictogramas são:

- Lei do fechamento: ao se observar uma figura aberta, há uma tendência em se unir os intervalos estabelecendo ligações, enxergar a forma como um todo fechado;
- Lei da boa continuidade: partes sucessivas parecem se seguir umas as outras, objetos na mesma linha tendem a ser vistos como uma unidade;
- Lei da proximidade: elementos próximos não são vistos como partes isoladas, mas tendem a ser vistos como um todo;

- Lei da semelhança: elementos com similaridade de forma e cor tendem a constituir unidades.



fechamento



boa continuidade



proximidade



semelhança

Figura 15: Leis da Gestalt

Fonte: baseado em Filho (2000)

As leis da Gestalt podem ser aplicadas na criação de grafismos simples ou complexos, visto que são muito abrangentes. Sendo assim, serão a base do desenvolvimento dos pictogramas para identificar e localizar as junções que serão determinadas adiante.

4 Procedimentos Metodológicos

Uma vez definido que se trabalharia com a desmontagem de produtos a fim de otimizar o processo de desmonte, foram estabelecidas seis etapas para o desenvolvimento da pesquisa.

Primeiramente, visitou-se alguns centros de triagem de lixo reciclável e locais de reaproveitamento de materiais a fim de se verificar quais são as grandes dificuldades da desmontagem de produtos. Os centros foram escolhidos por receberem um grande volume de material que necessita ser separado antes de ir para a reciclagem, e por essa desmontagem ser feita sem um procedimento adequado. Este processo de separação foi observado e fotografado, assim como foram feitas fotografias do local de trabalho, do material recebido por eles e das ferramentas utilizadas.

O segundo passo foi analisar este processo através da realização de algumas desmontagens. Nesta etapa era importante que os instrumentos utilizados fossem similares aos dos centros de triagem, como ferramentas comuns e não especializadas. Para melhor compreensão e observação as desmontagens foram registradas com fotografias.

Em uma terceira etapa foram definidos os produtos que teriam algumas junções identificadas. A escolha foi feita em duas fases: inicialmente algumas categorias de produtos com maior incidência de quebra em centros de triagem ou oficinas de manutenção foram adquiridos; feito isso, através de uma atividade prática, onde são desmontados alguns produtos, foram selecionados aqueles que apresentam maiores dificuldades de desmontagem, devido à não-localização dos seus encaixes. A partir disso, estes produtos foram detalhadamente estudados a fim de reconhecer qual a melhor forma de desmonte sem que ocorram danos, tendo poucas junções como pontos chave.

Na quarta etapa, através das observações realizadas nas fases anteriores, foram desenvolvidos pictogramas para a identificação das junções escolhidas. Estes pictogramas levaram em consideração as teorias gráfico-perceptivas, já abordadas na seção 3, e foram projetados seguindo alguns passos metodológicos. Inicialmente fez-se uma análise de similares para posteriormente se desenvolver os pictogramas de acordo com as formas e dimensões adequadas aos tipos de aplicações que podem ser realizadas, observando-se a malha gráfica e reduções mínimas para que os pictogramas não percam suas características essenciais de identificação e reconhecimento.

Uma vez desenvolvidos os pictogramas, foi feito um teste de usabilidade dos mesmos, para verificar sua compreensibilidade, na quinta etapa. Para isso, os sinais criados foram simulados e mostrados a cinco pessoas que disseram o que eles parecem indicar. Este processo foi realizado com apenas cinco usuários conforme a teoria de Nielsen e Landauer (1993) que afirma que os melhores resultados provêm de testes pequenos com não mais que cinco usuários. Essa teoria de usabilidade de design diz que testando um único usuário

se observa quase um terço de tudo que existe sobre a usabilidade daquele design. No segundo usuário os resultados se repetem, essa pessoa faz praticamente as mesmas coisas da primeira, mas ainda assim se obtêm alguns poucos resultados novos, já que é preciso considerar que todas as pessoas são diferentes. Com terceiro usuário acontecerá a mesma coisa, entretanto, cada vez mais se vê os mesmos resultados e se obtêm menos dados novos, e assim, sucessivamente (NIELSEN & LANDAUER, 1993).

Finalizando as etapas metodológicas, os dados obtidos foram analisados, verificando-se a compreensão dos pictogramas e a sua pregnância. Ainda, foram avaliadas as possibilidades de trabalhos futuros a partir do realizado nesta pesquisa.

4.1 Visitas a Centros de Triagem

Com o intuito de coletar informações sobre como é realizada a desmontagem em centros de triagem, alguns centros foram visitados e fotografados. Todos os centros visitados situam-se em Porto Alegre, foram eles: Profetas da Ecologia, Centro Social Marista (CESMAR) e Centro de Triagem Padre Cacique. As visitas foram realizadas entre setembro de 2007 e maio de 2008.



Figura 16: Lixo orgânico e seco misturados.

A primeira visita realizada foi ao Centro de Triagem Profetas da Ecologia. Neste Centro há cerca de vinte trabalhadores, que recebem o lixo de alguns bairros da coleta seletiva da prefeitura de Porto Alegre. Um dos grandes problemas na separação deles é que junto do lixo seco eles recebem muito material orgânico, como mostra a Figura 16, ou seja, a separação feita pela população não é adequada, sendo que, dessa forma, o lixo orgânico contamina o seco, ocasionando perda de material que poderia ser reaproveitado. Além disso, por causa da natureza do material trabalhado no referido local, além do mau cheiro, o

lixo atrai insetos e roedores, o que se torna perigoso e desagradável para as pessoas que convivem neste ambiente diariamente.

A preocupação principal desse centro é separar os papéis, os plásticos com diversas classificações, os frascos de vidro (cacos e inteiros), isopor (é separado, mas não havia comprador na época da visita, por isso seria enviado ao aterro sanitário), o alumínio, o cobre e outros metais. Apesar do interesse na coleta de cobre dos produtos eletrônicos, se o produto em questão apresenta dificuldade de desmonte, ele não passa por esse processo, sendo destinado inteiro ao lixão. Isso é justificado pelo fato de que se os trabalhadores dedicarem muito tempo nessa desmontagem, será gasto mais tempo para fazer a separação dos outros materiais considerados mais fáceis e, assim, terão menos quantidade deles para vender. Resumindo, deixarão de ganhar dinheiro nos outros materiais.

O segundo local visitado não era um centro de triagem de lixo reciclável, mas sim um local de recuperação de computadores, envolvido em um projeto de inclusão digital do Governo Federal e subsidiado pelo Centro Social Marista (CESMAR). Neste caso os trabalhadores são jovens aprendizes que recebem uma bolsa para trabalharem meio turno neste local – aprendendo uma profissão – e estudarem em outro. Os computadores são recebidos na sua maioria de instituições (governamentais ou não), empresas e doadores particulares.

Os jovens aprendem a desmontar e remontar computadores, consertando-os, muitas vezes unindo peças de computadores diferentes para fazer um “novo”. Frequentemente as peças de uma máquina não servem em outra, sendo necessário comprar peças novas para fazer os computadores voltarem a funcionar.



Figura 17: Computadores para serem recuperados.

Há uma grande quantidade de computadores no CESMAR para ser reaproveitada, como pode ser visto na Figura 17, e, quando consertados, alguns deles recebem decorações como pinturas (infantis e jovens) e então são enviados às escolas para constituírem os Telecentros¹¹. O material que sobra é destinado à reciclagem (quando é possível reciclar o material), sendo que as placas-mãe danificadas são enviadas a uma instituição que possui um projeto para utilização do cobre dessas placas.

No Centro de Triagem Padre Cacique, por sua vez, procura-se fazer a separação de tudo que chega até lá, independente de tipo de produto ou material. Eles também recebem o lixo de alguns bairros da coleta seletiva da prefeitura de Porto Alegre, como os Profetas da Ecologia. O material recebido passa por uma pré-triagem para jogar fora todo lixo orgânico que chega junto do lixo seco. Com esta pré-triagem, o lixo orgânico não entra nos pavilhões onde é feito o restante do trabalho, eliminando, dessa forma, grande parte do mau-cheiro e dos insetos. Cada grupo de pessoas trabalha, então, com um tipo específico de classes de materiais: papel, plástico, isopor, metal e vidros.

Papéis e isopores, depois de separados, são transformados em fardos e vendidos; os vidros são separados em cacos e garrafas inteiras, que têm mais valor comercial; os plásticos também são classificados por tipos. Já os metais, são todos encaminhados para uma única pessoa que se responsabiliza pela sua separação, desde latas de alumínio até os produtos eletrônicos que contém cobre. Estes últimos produtos, independente do seu tamanho e da quantidade de cobre que possuem (Figura 18) são sempre desmontados para a retirada do cobre e para a separação do alumínio e do ferro.



Figura 18: Quantidade de cobre retirada de um ferro de passar roupa.

¹¹ Salas equipadas com computadores e acesso à internet, geralmente em escolas, para que a população em geral tenha acesso a esse tipo de tecnologia, faz parte de um projeto Federal de inclusão digital.

Observou-se, durante as visitas aos centros de triagem, que muitas vezes, para economizar tempo e conseguir fazer a desmontagem, o martelo é utilizado como ferramenta para a quebra do produto, como mostra as Figura 18 e 19. Neste caso, os materiais separados só podem ser encaminhados para a reciclagem, pois, obviamente estão quebrados em formatos irregulares, perdendo toda a sua validade de reuso e reaproveitamento em outras funções. E mesmo na reciclagem não se aproveita tudo que poderia, já que parte desse material se extravia na quebra.



Figura 19: Uso de martelo para quebrar o ferro de passar.

O uso da força para essa tarefa ocasiona, freqüentemente, o ferimento da pessoa encarregada da desmontagem. As partes se soltam com violência e as ferramentas podem escapar do alvo, muitas vezes machucando as mãos e com risco de causar ferimentos mais graves como nos olhos, por exemplo. Pode se visualizar na Figura 20 as mãos machucadas do trabalhador que faz a separação do metal dos produtos. Isso se deve também ao fato de que geralmente os trabalhadores não utilizam equipamentos de segurança como luvas, aventais, óculos ou máscaras. As luvas algumas vezes são até evitadas com a justificativa de que proporcionam a perda da sensibilidade do tato ao manejar peças menores.

Os instrumentos manejados também não são adequados. Na falta de ferramentas especializadas utiliza-se, com freqüência, a chave de fenda, o alicate e o martelo. Às vezes é necessário um torno para fixar o produto e fazer o seu desmonte, mas os trabalhadores não possuem tal equipamento disponível e precisam improvisar.

Durante estas visitas coletou-se algumas informações importantes para o andamento da pesquisa. A desmontagem de muitos produtos é difícil, algumas vezes impossível, neste caso, nos Profetas da Ecologia, alguns produtos nem são desmontados, mas sim descartados. Quando a desmontagem é possível, a maioria dos produtos passa por uma

desmontagem destrutiva, em que se quebra os materiais para se ganhar tempo, já que o destino é a reciclagem, nos centros de triagem. Já no CESMAR, os produtos têm suas partes separadas cuidadosamente, pois o objetivo é o reuso. Entretanto, mais uma vez o tempo é importante, pois quanto mais lento for o processo, menos computadores serão remontados com as peças adquiridas pelo desmonte de outros.



Figura 20: Mãos machucadas ao desmontar produtos.

De posse destas informações buscou-se alguns produtos para serem desmontados e analisados atentamente durante este processo. Considerando a previsão de que há uma tendência da desmontagem se tornar cada vez mais importante para o reuso e manutenção (MASCLE, 2002), bem como para uma separação limpa para a reciclagem (MANZINI & VEZZOLI, 2002), e que o tempo de desmonte é estritamente importante para que a desmontagem de um produto seja economicamente viável (DOWIE, SIMON & FOGG, 1995; HARAJULA, KNIGHT & BOOTHROYD, 1996; LIMA & FILHO, 2003; MASCLE, 2002; MOK, KIM, & MOON, 1997), seja para manutenção, reuso ou reciclagem, optou-se por fazer a identificação das junções da carcaça de produtos. Isto se deve também ao fato de que a pré-desmontagem, que é a separação desta parte mais externa dos produtos – que aqui é chamada *carcaça* – deve ser rápida e sem avarias.

Conforme Rios et al (2003) a pré-desmontagem leva um tempo maior do que o necessário, acarretando em mais custo para a desmontagem (tempo de serviço do operador, tempo que outros materiais já poderiam estar sendo desmontados), devido à dificuldade de localização das junções. Neste sentido, os autores propõem que seja feito uma identificação dos parafusos existentes na carcaça do produto, qual a ferramenta necessária para desparafusá-los, e quantas voltas são necessárias para efetuar este processo.

Sendo assim, partiu-se então para um processo de pré-desmontagem de alguns produtos a fim de se verificar, na prática, as dificuldades de desmontagem.

5.2 Desmontagens

Nesta fase foram desmontadas duas cafeteiras de marcas diferentes, um telefone celular e uma agenda eletrônica. Uma das cafeteiras teve uma pré-desmontagem relativamente fácil, com alguma demora, mas nenhum dano nas suas partes. O telefone celular também teve uma pré-desmontagem fácil, sendo que a dificuldade maior começou no restante do processo, quando seria necessário pelo menos uma ferramenta especial para retirar alguns parafusos. A agenda eletrônica e a outra cafeteira foram os produtos que apresentaram problemas de desmontagem e terão seus processos descritos a seguir.

A cafeteria apresentou vários problemas de desmontagem. Na base existe um parafuso Philips, que quando retirado apenas solta uma parte da chapa de apoio ao copo da cafeteira. Existem mais cinco parafusos que aparentavam ser do tipo tork, mas quando tentou-se retirá-los não foi possível pois eles possuem um pino no meio que impossibilita a inserção da chave tork, ou seja, necessita de uma ferramenta especial.



Figura 21: Encaixe tipo *loop* danificado.

A parte superior da cafeteira é fechada com uma tampa de plástico. Para retirá-la, tentou-se achar o local de encaixe dela e colocar uma chave de fenda entre a tampa e o corpo da cafeteira para abrir. Entretanto, mesmo encontrando os encaixes não se conseguiu retirar a tampa e as partes ficaram danificadas irreversivelmente, como se pode ver na Figura 21. Somente quando já se estava desistindo de retirar esta tampa, percebeu-se que, além dos encaixes, havia dois parafusos Philips dentro de uma abertura cilíndrica, que

deveriam ser retirados. Identificou-se nesse processo os encaixes existentes como *snap-fits* do tipo *loop* (Figura 21).

Para fazer a pré-desmontagem seriam necessárias ferramentas especiais para alguns parafusos, concomitante aos encaixes utilizados – que geralmente se mostram muito eficientes mesmo sozinhos – foram usados parafusos em excesso, desnecessários e difíceis de localizar. O tempo despendido no processo foi grande e pouco se conseguiu desmontar. Esta cafeteira, da maneira que foi projetada e que é comercializada, só apresentaria vantagem em ser desmontada se fosse completamente quebrada para separar seus materiais para a reciclagem. Porém isso se afasta dos princípios da sustentabilidade já mencionados, pois nenhum material poderia ser reutilizado ou reaproveitado.

A agenda eletrônica, por sua vez, teve uma desmontagem fácil, porém, ocorreram danos durante o processo. Após localizar um parafuso Philips na base da agenda e retirá-lo, procurou-se alguma forma de identificar como desfazer o encaixe, pois a base continuava firmemente presa ao corpo do produto. Como não foi encontrado nenhum indicativo, colocou-se uma chave de fenda entre as duas partes (Figura 22) e, fazendo uma alavanca, estas foram facilmente separadas. Entretanto, ao observar o que aconteceu com o encaixe, *snap-fit* do tipo *loop*, que a prendia, verificou-se que a parte fêmea fora quebrada, conforme mostra a Figura 23.



Figura 22: chave de fenda inserida entre as partes da agenda

Estes danos ocasionados pela desmontagem inadequada podem inviabilizar o re-encaixe de alguns produtos. No caso da cafeteira, o *snap-fit* ficou deformado permanentemente, de forma que perdeu sua funcionalidade. A agenda eletrônica ainda fecha devido aos outros encaixes, porém fica levemente separada onde houve a quebra, permitindo a entrada de sujeira e partículas que podem danificar o bom funcionamento do

aparelho. O encaixe que quebrou, assim como o da cafeteira, foi identificado como um *snap-fit* tipo *loop*.

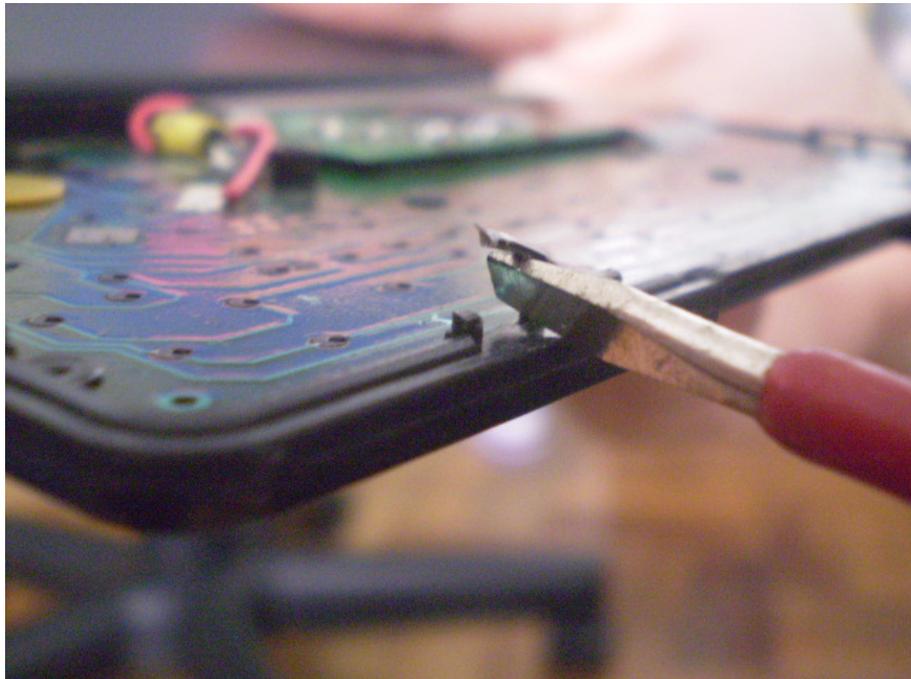


Figura 23: *Snap-fit* tipo *loop* quebrado

Os *snap-fits* foram desenvolvidos para serem um sistema de encaixe rápido, reversível e de fácil união e separação. Entretanto, pode-se perceber que estes encaixes podem se quebrar durante a separação, devido à aplicação de força em locais inapropriados quando não se localiza a junção.

Analisando as desmontagens realizadas e a teoria sobre os *snap-fits*, optou-se por desenvolver pictogramas para identificar e localizar formas de desmontagens de dois tipos de *snap-fits*. Um deles é o tipo *loop*, como o da agenda eletrônica que quebrou (Figura 23), pois este precisa de uma indicação que se deve fazer uma alavanca em um local específico para que não haja a quebra. Outro caso a ser identificado é o dos *snap-fits* permanentes que podem ser abertos somente quando quebrados, para isso se indicará o local que possui mais fragilidade e que pode ser quebrado. Vale ressaltar que neste último caso o produto provavelmente não poderá ser reutilizado, já que vai quebrar em algum ponto, mas esta identificação é válida para diminuir o tempo de desmontagem do produto em questão.

5.3 Pictogramas

O desenvolvimento dos pictogramas passa por três etapas principais. Inicialmente é feita uma análise formal de similares, buscando pictogramas já existentes. Posteriormente, inicia-se o estudo de novos pictogramas, partindo do desenvolvimento de um grupo de formas, que vão sendo aprimoradas e refinadas até se chegar àquela considerada a que melhor transmite a informação desejada. Este processo é realizado com base nas teorias de

forma e percepção e, também, nos resultados obtidos na etapa de análise formal de outros pictogramas. Por fim, as formas obtidas passam por testes com usuários em potencial para que se verifique sua compreensão e necessidades de novos estudos, aprimoramentos, e testes.

5.3.1 Categorias de análise

Através do estudo das teorias de forma e percepção do capítulo 3, pode-se extrair cinco critérios de análise. Estes critérios servirão de base para a observação de pictogramas existentes e em uso em alguns setores sociais, bem como para o desenvolvimento de pictogramas novos. O Quadro 1 traz a denominação do critério, sua descrição e os autores em que foram fundamentados.

Quadro 1: Critérios de Análise

Fonte: Autor

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO	AUTOR-BASE
1. Status Genérico	Redução, simplificação, sintetização, eliminação da perspectiva e detalhes interiores, conferem status genérico, aumentam a qualidade das figuras e o seu reconhecimento é mais imediato e universal.	Vidal Gomes, 1998; Newrath <i>apud</i> Lupton, 1986; Arnheim, 1997.
2. Consistência	Família de pictogramas com aparência de um sistema coerente, conferindo-lhes uniformidade e unidade.	Newrath <i>apud</i> Lupton, 1986.
3. Assimilação / Contraste	Quanto mais ligadas ao seu significado mais fácil a sua associação posterior, porém a separação por diferença também é muito efetiva; pode haver relação de semelhança, contraste ou uma combinação dos dois.	Arnheim, 1997.
4. Figura-fundo	Esta relação deve ser utilizada com cuidado para não proporcionar formas ambíguas; a forma escura em harmonia com a parte branca	Dondis, 1997; Frutiger, 1999.
5. Experiência	É necessário conhecimento prévio de um sinal para que ele seja reconhecido e interpretado.	Arnheim, 1997; Frutiger, 1999; Lupton, 1986.

É importante salientar que estas características formais estão também relacionadas à possibilidade de interpretação do pictograma. Isso se deve ao fato de que uma forma graficamente bem resolvida consegue ser percebida mais facilmente e, assim, possui mais chances de ser reconhecida e interpretada. Entretanto, para averiguar a real eficácia dos pictogramas, que são analisados nesta seção, seria necessário realizar um teste de usabilidade com os mesmos, o que não é o foco desta etapa, uma vez que a importância destes pictogramas neste momento é gráfico-formal.

Inicialmente, os critérios descritos no Quadro 1 foram utilizados para analisar alguns pictogramas sugeridos por Bonenberger (2005) para indicar movimentos e maneiras de montagem de *snap-fits* (Figura 12). Estes pictogramas são um misto de diagramas e sinais abstratos – segundo a classificação de Frutiger (1999) – ou seja, figuras esquematizadas e que não são totalmente auto-explicativas. Sendo assim, o que se pode observar é o seguinte:

1. Status Genérico: todos os pictogramas são bem simplificados e sintetizados, contudo, alguns podem ser ambíguos, como aqueles que indicam girar, pois não fica bem explicitado, apenas pela forma, qual deles é o sentido horário e qual o anti-horário; os pictogramas que indicam as travas livre e não permanente são muito parecidos, exigindo uma maior atenção pra fazer a diferenciação entre os dois;
2. Consistência: Nem todos os pictogramas aparentam pertencerem à mesma família, principalmente pela diversidade de traços e preenchimentos;
3. Assimilação / Contraste: As formas procuram se assemelhar aos movimentos dos *snap-fits*, portanto, fazem a identificação por assimilação;
4. Figura-fundo: Existe um bom contraste entre figura fundo na maioria das formas sugeridas, porém, pode-se observar que a figura que indica “quebre aqui” possui problemas neste critério de análise. Além de causar desconforto visual pelo contraste entre o preto e o branco, seus espaços em branco são estreitos, o que, em uma redução de tamanho para aplicação em pequenas escalas dimensionais, poderia desaparecer ou ficar pouco visível (Figura 24). Pela lei do fechamento da Gestalt essa figura tenderia a ser vista como um círculo completo, fechado e preenchido, com um espaço vazio no centro. Deve-se levar em conta que dependendo dos meios de produção estas linhas brancas nem chegariam a ser reproduzidas;



Figura 24: Comparação do pictograma original com o reduzido a 4 mm

5. Experiência: Considerando que estes pictogramas são diagramas e sinais abstratos, todos eles necessitam um tempo de aprendizado com mais esforço

mental anterior para que passem a ser reconhecidos e compreendidos, porém, uma vez apreendidos pelo subconsciente tendem a ser facilmente interpretados.

Outra identificação de junções, não somente *snap-fits*, através de pictogramas do tipo diagramas¹² pode ser vista na Figura 25. Fazendo uma análise, de acordo com os critérios já descritos, pode-se dizer que:



Figura 25: Pictogramas para a identificação de junções

Fonte: Adaptado de Pautz (2007)

1. Status Genérico: existe boa sintetização e simplificação das formas, entretanto algumas delas não fazem a ligação imediata com a função, podendo causar estranheza;
2. Consistência: A família de pictogramas possui semelhanças formais entre si que lhe conferem uniformidade e coerência, com ressalva ao pictograma da deformação que tem ângulos mais retos que as outras formas sinuosas e arredondadas;
3. Assimilação / Contraste: todas as figuras procuram se aproximar do seu significado por assimilação;
4. Figura-fundo: Existe bom contraste figura-fundo no geral, porém alguns elementos pequenos como os que simulam reflexo, as linhas da fusão e as partes internas da amarração e da memória, possuem o risco de desaparecerem em aplicações com dimensões mais reduzidas;
5. Experiência: os pictogramas fazem alusão ao tipo de engate a partir da sua forma de fixação, algumas vezes mais explícitos e outras mais metafóricas, por isso,

¹² Apesar de parecerem silhuetas, foram considerados diagramas porque esquematizam algo metaforicamente e não representam o que a forma indica. Por exemplo, o ímã não indica um ímã e sim magnetismo e a mola indica memória e não uma mola realmente.

todos necessitam um aprendizado anterior para serem reconhecidos; porém, em comparação com os pictogramas de Bonenberger, o tempo de aprendizado tende a ser menor em função de suas formas não serem sinais abstratos.

Kindlein *et al* (2002) categoriza algumas junções catalogadas e para isso desenvolveu algumas figuras (Figura 26), a fim de identificá-las. Estas imagens foram desenvolvidas como auxílio para a classificação de métodos de união na forma de um Tesouro comentado e exemplificado. Estas figuras seguem o mesmo princípio utilizado nos pictogramas mostrados na Figura 25. São pictogramas que buscam ser interpretados a partir de uma assimilação metafórica da junção, algumas figuras mostram algum elemento que remete à forma de fixação. Estes pictogramas foram desenvolvidos para a criação do Tesouro e possuem pequenos detalhes que se perderiam em escalas menores. Portanto, não foram aplicados os critérios de análise nos mesmos, pois o seu foco é a utilização em tamanho maior do que a necessária para indicar pequenas junções em produtos.



Figura 26: Elementos de junção
Fonte: (KINDLEIN JR., et al, 2002)

Antes de partir para o desenvolvimento dos pictogramas também foi feito um levantamento de alguns sinais existentes em outros ambientes, como placas de trânsito e advertência, a fim de observar suas formas gráficas e como procuram passar as mensagens a que se propõem. Desse levantamento visual se observou algumas características que podem ser úteis para o desenvolvimento dos pictogramas. Considerando que estas placas possuem uma aplicação diferente da aplicação dos pictogramas a que se propõe esta pesquisa (como o ambiente em que são utilizadas, seus tamanhos e formatos), o levantamento de suas características através dos critérios de análise será simplificado.

O manual de Sinalização Vertical de Regulamentação Brasileiro (CONTRAN, 2007) traz as normas de desenhos de placas de trânsito, algumas delas representadas na Figura 27. A partir dos critérios de análise, pode-se dizer que:

1. Status Genérico: as formas são genéricas, algumas são silhuetas (por exemplo: carros) e outras diagramas (por exemplo: setas indicando direção a seguir);
2. Consistência: principalmente os traços espessos conferem unidade ao sistema;
3. Assimilação / Contraste: algumas figuras permissivas se assimilam ao seu significado, enquanto as proibitivas fazem um contraste, uma vez que mostram uma ação e a negam através de uma linha diagonal vermelha;
4. Figura-fundo: bom contraste figura-fundo;
5. Experiência: Todos os sinais precisam passar por aprendizado anterior para serem reconhecidos.



Figura 27: Placas do Sistema de Sinalização Brasileiro
Fonte: CONTRAN (2007)

Os sistemas de sinalização da Suécia (Figura 28) e da Austrália (Figura 29) também seguem a mesma fórmula do sistema brasileiro. Percebe-se o uso de silhuetas e diagramas combinados, que requerem aprendizado. A maior diferença entre os sistemas apresentados é a combinação de cores, como é obviamente visível.



Figura 28: Sistema de sinalização Sueco

Fonte: (Vägverket, 2006)

O manual de sinalização da Austrália (AKÇELIK, 2003), por sua vez, traz especificações técnicas de ângulos das setas (Figura 29), por exemplo. Esta especificação (que também aparece no manual Brasileiro) é muito importante para que o sentido que as setas indicam não seja confuso, já que setas podem ter diversas interpretações, como foi visto na seção 3.1.

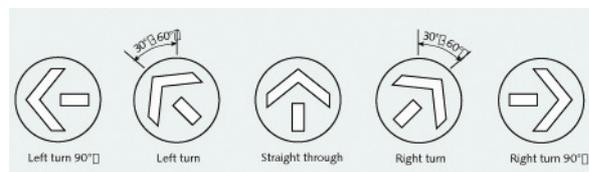


Figura 29: Sistema de sinalização Australiano

Fonte: AKÇELIK, 2003

Analisando os pictogramas mostrados neste capítulo, sejam para pequenas, médias ou grandes escalas dimensionais, nota-se algumas características que corroboram as teorias de forma e percepção:

- as formas simplificadas e sintetizadas são fáceis de visualizar, pois adquirem um caráter genérico;
- quando os tipos de traço e as formas utilizadas se assemelham percebe-se uma unidade entre os pictogramas facilitando a sua percepção dentro de um sistema de informação específico;
- a assimilação parece ser a forma de identificação com o significado mais utilizada, porém o contraste também pode trazer ótimos resultados se for bem projetado;
- o contraste figura-fundo deve ser cuidadosamente trabalhado para não gerar ambigüidade ou desconforto visual;

- geralmente os pictogramas necessitam um aprendizado anterior para que sejam reconhecidos e interpretados adequadamente.

Estes critérios de análise são importantes tanto para a observação detalhada dos pictogramas existentes quanto para o desenvolvimento de novos. A pesquisa, observação e análise de projetos já desenvolvidos oferecem subsídios para o desenvolvimento de novos.

5.3.2 Desenvolvimento dos pictogramas

Tendo definido dois tipos de junções *snap-fits* para serem identificadas através de pictogramas e após analisar os sinais trazidos na seção 5.3.1, passou-se a desenvolver os pictogramas propostos nesta pesquisa. Recapitulando, então, os encaixes selecionados foram o tipo *loop* – aquele em que a trava envolve o localizador – e o do tipo permanente – que só abre se for quebrado.

Através das desmontagens realizadas e descritas na seção 5.2, observou-se que o **snap-fit permanente** precisa ser quebrado para ser aberto. Dessa forma, para minimizar avarias no produto, perdas de material e possíveis ferimentos causados por peças que possam saltar, é importante localizar algum ponto frágil da união das partes, para que a quebra seja realizada pontual e eficazmente. Esse ponto precisa ser definido na etapa de projeto e testes do produto, para minimizar possíveis erros de localização. Será um pictograma que indica “quebre aqui”.

Considerando inicialmente as figuras desenvolvidas por Bonenberger (2005), percebe-se que o autor, prevendo a necessidade de quebra de alguns *snap-fits*, sugere um pictograma para esta função (Figura 12 – Quebre aqui). Também já foi avaliado que esta imagem tem alguns problemas de contraste figura-fundo e pode perder algumas características visuais quando reduzida (Figura 24). Apesar disso, este pictograma faz uma síntese da quebra que poderia ser aprendida pelos usuários. Portanto, partiu-se dele para dar início ao estudo das possíveis formas para esta informação de quebra.



Figura 30: Representação gráfica de quebra

Fonte: Sinalfix

Além disso, foi feito um levantamento de figuras que remetem à quebra. Geralmente elas são constituídas de formas fechadas, separadas por linhas em ziguezague, ou uma forma fechada com uma área vazada internamente, esta área interna com bordas irregulares, mas sempre retas, sem curvas. Um exemplo pode ser visto na Figura 30.

O primeiro passo a ser realizado foi a análise de similares, descrita na seção 5.3.1, buscando referências já existentes. Unindo esta análise às teorias estudadas e às desmontagens realizadas, pode-se fazer os rafes¹³ dos pictogramas. Buscou-se, então, uma forma básica, como o quadrado ou o círculo, para fazer a representação gráfica de quebra, por ser de fácil percepção. Os primeiros estudos resultaram nos pictogramas iniciais (sendo o pictograma 1 aquele sugerido por Bonenberger) que podem ser observados na Figura 31:

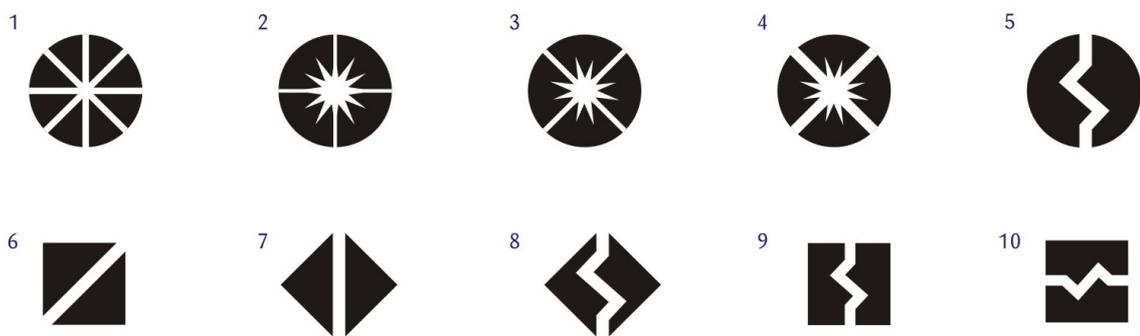


Figura 31: Primeiros pictogramas para “quebre aqui”

Após observar e comparar estas 10 formas iniciais fez-se algumas considerações para então evoluir o desenvolvimento dos pictogramas. O sinal 1 já foi avaliado anteriormente na seção 5.3.1; os pictogramas 2, 3 e 4, podem remeter à explosão ao invés de quebra, além de possuírem uma incidência de linhas finas no centro, que correm o risco de desaparecer se reduzidas; o pictograma 5, por ser circular, transmite instabilidade, parecendo não ter uma base firme; os 6 e 7 não representam adequadamente a quebra, uma vez que são simétricos; no pictograma 8 o observador procuraria um eixo horizontal ou vertical para depois identificar a forma, além de apresentar o mesmo problema do 9, que, por sua vez, poderia indicar satisfatoriamente a quebra, mas, por ser vertical não se parece com a quebra no eixo horizontal como geralmente aconteceria, entre uma parte e outra do produto; por fim, o pictograma 10 pode dar a impressão de aviso de ondas elétricas no produto.

Os pictogramas de 2 a 4, também foram uma tentativa de, além de indicar a quebra, localizar exatamente o ponto frágil, pela cruz (pictograma 1) e pelo “X” central (3 e 4). Sendo assim, buscou-se outra forma que representasse a quebra, levando em consideração dessa vez o desalinhamento ao invés de simetria. Os resultados obtidos foram os seguintes:

¹³ Do inglês *Rough*, são os primeiros desenhos, rabiscos, rascunhos, que serão aprimorados até se chegar ao projeto acabado.



Figura 32: Segundos pictogramas para “quebre aqui”

Os pictogramas da Figura 32 foram trabalhados também baseados em formas básicas, buscando os retângulos e as linhas, além, é claro, do “X” para fazer a marcação do lugar exato da quebra. Ainda assim o resultado não foi satisfatório, pois a quebra não parece bem representada graficamente. O pictograma 11 faz uma simulação do momento da quebra, remetendo a uma linguagem de quadrinhos, onde as três linhas acima fazem a representação do movimento; os números 12 e 13 procuram uma forma de fazer a localização através do “X”, mas este elemento não está bem integrado no todo.

Após mais alguns estudos chegou-se a um pictograma que parece indicar adequadamente a quebra do *snap-fit*. As duas barras desencontradas e com as bordas internas pontiagudas e complementares (Figura 33), representam a quebra. As barras tiveram suas outras extremidades arredondadas, para que se assemelhem ao pictograma desenvolvido para “faça uma alavanca aqui” e os dois possuam uma unidade visual.



Figura 33: Pictograma para “quebre aqui” sem “X”

Como na Figura 33 optou-se por um pictograma sem o uso da marcação “X”, considerou-se pertinente também desenvolver outro com a indicação correta do local através do “X”. Este elemento, interno a um círculo, faz a localização exata do local a ser quebrado. Ele é diferenciado da quebra por um contorno extra, para que se perceba que são duas coisas diferentes embora complementares, ou seja, o “X” indica o local, e o restante do pictograma, que continua o mesmo, a ação a ser realizada (Figura 34).

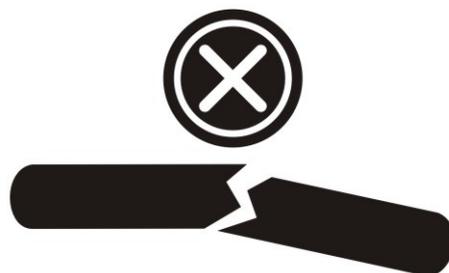


Figura 34: Pictograma para “quebre aqui” com “X”

O *snap-fit tipo loop*, por sua vez, pode ser aberto com o auxílio de uma alavanca feita com algum instrumento como, por exemplo, uma chave de fenda, inserida em local

adequado, como foi verificado nas desmontagens realizadas (seção 5.2). No desmonte da agenda eletrônica quando se inseriu a chave de fenda ao lado do encaixe existente, não houve quebra e a separação foi efetuada de forma eficaz, enquanto que ao fazer a alavanca na localização exata do encaixe, o *snap-fit* quebrou (Figura 23). Em uma das cafeteiras ocorreu o mesmo problema, quando se procurava como abrir, sem saber onde fazer a alavanca, a tampa da cafeteira foi danificada permanentemente (Figura 21). Portanto, é necessário fazer uma indicação precisa de “faça uma alavanca aqui” para abrir o produto em um local específico.

Para, então, identificar o *snap-fit* tipo *loop* partiu-se da idéia inicial de utilizar a imagem de uma chave de fenda para simular a alavanca. Para isso, os elementos foram constituídos de formas básicas como linhas e retângulos. Também optou-se por utilizar setas para indicar o movimento pois, como foi visto na seção 3.1, são excelentes símbolos para este fim. A Figura 35 mostra os primeiros estudos para este pictograma.

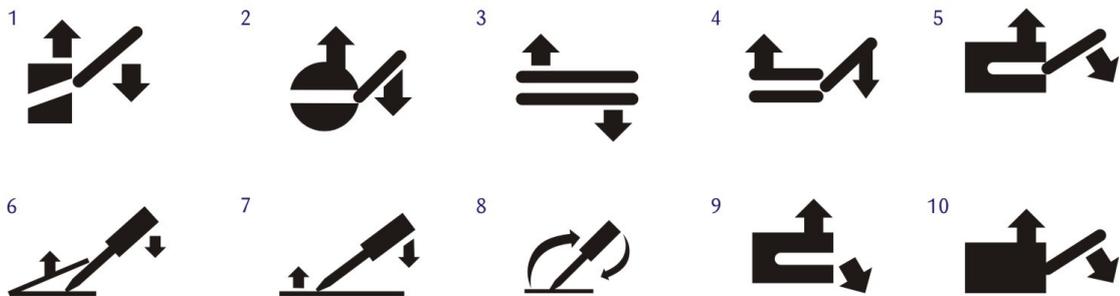


Figura 35: Primeiros pictogramas para “faça uma alavanca”

Neste caso, a avaliação que se faz é que os pictogramas que simulam uma chave de fenda possuem muitos detalhes com pouca espessura, o que dificulta a aplicação do mesmo, tanto pelo tamanho quanto pelo excesso de informação. Dessa forma, os pictogramas 6, 7 e 8 foram descartados; os pictogramas 1 e 2 possuem formas muito verticais, o que pode confundir o usuário, neste caso principalmente o 2, por ter como forma base um círculo; as figuras 5, 9 e 10 não ficaram claras o suficiente, a 5 e a 9 pela não-continuidade do traço branco que divide as duas partes, enquanto a 10 fica totalmente fechada, como se fosse algo inteiro; o pictograma 4 foi escolhido para ser aperfeiçoado.



Figura 36: Pictograma para “faça uma alavanca aqui” sem “X”

Após mais alguns estudos chegou-se ao pictograma da Figura 36. Constatou-se que não era necessária a utilização das duas setas, pois, apenas uma delas indicando o movimento da alavanca é suficiente, já que ao realizar este movimento a parte de cima

desloca-se conjuntamente. O traço que indica um instrumento que será inserido para fazer a alavanca foi cuidadosamente posicionado a 45° para que indique o movimento e não fique muito vertical ou horizontal, o que poderia lhe conferir um status estático.

Assim como para o pictograma “quebre aqui”, considerou-se o uso de um “X” para marcar o local exato, acrescentou-se também a mesma indicação neste pictograma, como mostra a Figura 37.

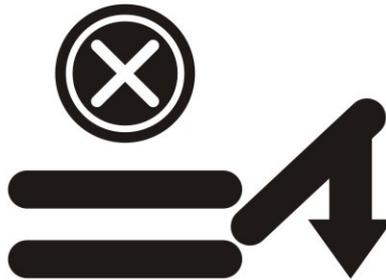


Figura 37: Pictograma para “Faça uma alavanca aqui” com “X”

A forma de marcação do local nos dois pictogramas é a mesma, um “X” dentro de um círculo. O círculo foi utilizado, como já foi dito, para separar a função de localização da ação que se deve realizar, ainda assim, mostrando que fazem parte de uma unidade. Pela Lei da Semelhança da Gestalt, essa separação é feita naturalmente no momento em que se agrupa perceptivamente, em uma unidade, as formas semelhantes. No caso do pictograma “quebre aqui”, os traços em desequilíbrio são visualmente agrupados, bem como os dois traços horizontais e a alavanca do pictograma “faça uma alavanca aqui”. Neste último, a leve diferença de traço entre a seta e os demais faz com que se perceba a seta como algo diferente dos outros – a seta indica o movimento, enquanto os outros são objetos.

Sugere-se que estes pictogramas não sejam aplicados em cores, mas em alto e baixo relevo. Nas representações das Figura 35 e Figura 36 a parte preta corresponderia ao baixo-relevo enquanto a branca ao alto-relevo. Os dois também possuem dimensões que suportam reduções mínimas de 4mm na maior dimensão, ou, em alguns casos especiais menores ainda. Entretanto, a forma de aplicação pode variar, alterando os alto e baixo-relevo, ou aplicando em preto e branco, se assim for necessário.

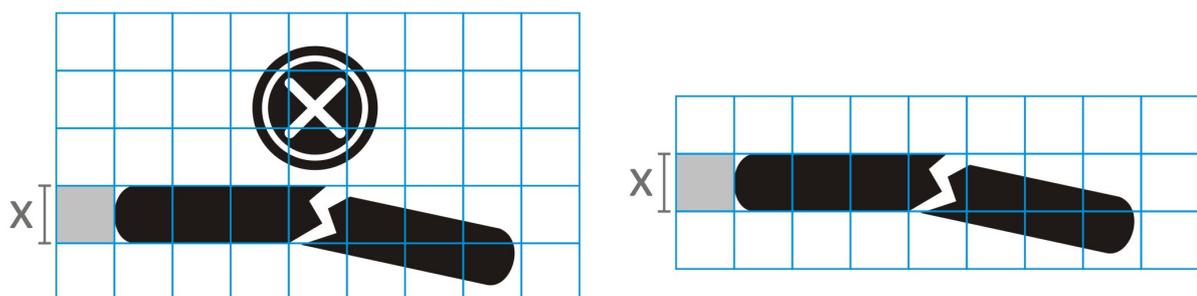


Figura 38: Malha construtiva do pictograma “quebre aqui”

Também foi feita a malha construtiva dos pictogramas, que é muito importante para a reprodução dos mesmos sem que percam as suas principais características. Nela são mostradas as relações entre as partes e as suas medidas. A malha construtiva da Figura

38

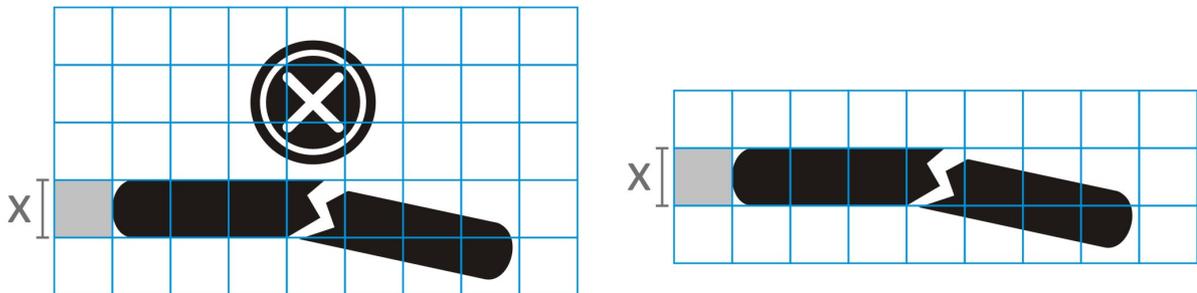


Figura 38: Malha construtiva do pictograma “quebre aqui”

, indica a proporção X , como sendo a medida da altura da barra que simula estar quebrada. Na Figura 39, a proporção relativa à medida X , corresponde à medida da lateral esquerda da haste da seta até a ponta esquerda da seta.

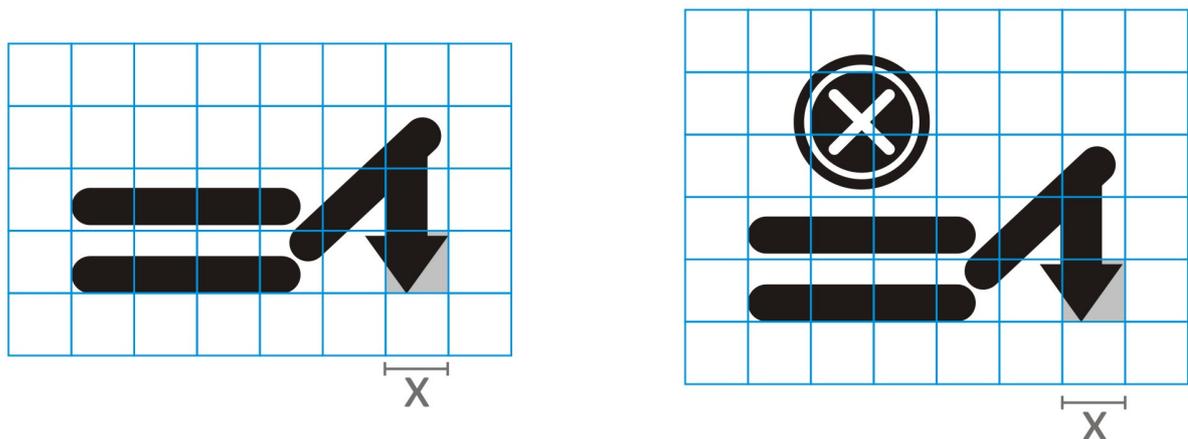


Figura 39: Malha construtiva do pictograma “faça uma alavanca aqui”.

5.3.3 Testes de compreensibilidade dos pictogramas

Considerando que foram desenvolvidos dois possíveis pictogramas para a ação “quebre aqui” e outros dois para “faça uma alavanca aqui”, foi necessário realizar dois testes, um para cada dupla. Para isso foram feitas simulações visuais da aplicação de cada um dos pictogramas, sendo que aqueles que não possuem a marcação “X” pertencem ao teste 1, enquanto os que possuem a marcação “X” pertencem ao teste 2, conforme exemplifica o Quadro 2. O primeiro teste visava verificar a compreensibilidade dos pictogramas sem a integração do “X”, já o segundo teste observou se o elemento “X”, para fazer a marcação do local, agregado ao pictograma confunde o usuário ou não.

As simulações visuais feitas ilustram a aplicação dos pictogramas em produtos reais (conforme Apêndice A). Para isso, foram utilizadas fotografias de dois produtos distintos,

cada uma das imagens teve o pictograma aplicado como se fosse um baixo-relevo na lateral do produto. Para cada um dos testes foram selecionados cinco usuários distintos, sendo que nenhum deles participou dos dois testes. Estes usuários são pessoas entre 25 e 60 anos de idade, que utilizam produtos eletro-eletrônicos, mas não trabalham com a sua desmontagem nem com design gráfico, portanto consideradas leigas nos dois assuntos envolvidos no desenvolvimento destes pictogramas. Todas possuem grau superior completo e pertencem à classe média.

Quadro 2: Organização do teste

Pictograma	Simulação	Teste	Usuários
Pictograma 1: “Faça uma alavanca aqui” sem marcação “X”		Teste 1 – sem o “X”	5 usuários testados
Pictograma 2: “Quebre aqui” sem marcação “X”			
Pictograma 1: “Faça uma alavanca aqui” com marcação “X”		Teste 2 – com o “X”	5 usuários

Pictograma 2: “Quebre aqui” com marcação “X”			testados
--	---	--	----------

Os testes foram realizados da seguinte forma: duas imagens com as simulações dos pictogramas (Apêndice A) foram mostradas aos usuários, em cada teste – no primeiro as imagens sem a marcação “X” e no segundo aquelas com a marcação “X”. Junto das imagens foi entregue uma folha de papel (Apêndice B) para que eles respondessem a seguinte pergunta: “Se você visualizasse estes pictogramas na superfície lateral de algum produto, sabendo que eles indicam algo relacionado à desmontagem deste produto, qual seria a sua ação para separar as partes 1 e 2?”. Além da pergunta, foi feita uma breve explicação sobre o que significa a palavra pictograma, antevendo que alguns usuários poderiam não conhecê-la, e também indicou-se a parte 1 como sendo a parte superior do produto e a parte 2 a inferior. Todos os usuários tiveram tempo livre para pensar e responder a pergunta para cada um dos dois pictogramas. No geral, todos responderam em aproximadamente 2 minutos.

No primeiro teste, dos cinco pesquisados, dois disseram que o primeiro pictograma indicava fazer uma alavanca com algum instrumento – foram sugeridas chave de fenda e espátula. Dos outros três, dois deles disseram que fariam uma separação das duas partes e se aproximaram de uma explicação do movimento de alavanca, mas não explicitaram como ele aconteceria; o último usuário ergueria a parte superior e a deslocaria para o lado, imaginando que as duas partes ainda permaneceriam unidas por algum ponto.

Analisando o segundo pictograma, três usuários disseram que haveria uma quebra naquele local, sendo que um deles especificou que a quebra aconteceria na horizontal. Outro usuário apenas puxaria a parte inferior para baixo e o quinto faria um desencaixe, mas achou estranho porque o pictograma parecia indicar uma quebra. Apenas um deles disse que faria o movimento exatamente no local indicado.

Vale salientar que um dos pesquisados disse, sobre o primeiro pictograma, o seguinte: “Coloque uma chave de fenda no encaixe e faça o movimento de alavanca para baixo”. Este mesmo usuário descreveu o segundo pictograma como: “Quebre aqui”. Outro usuário também fez explicações muito semelhantes a essa, utilizando uma espátula, ao invés da chave de fenda, e indicando o segundo apenas como: “Quebra”.

De acordo com estas respostas considerou-se que os pictogramas foram bem interpretados, já que houve apenas uma descrição diferente do que se pretendia, a do último usuário sobre a quebra. Mas no geral, ambos os pictogramas foram descritos por

movimentos idênticos ao que indicavam, ou pelo menos muito próximos. Entretanto, apenas um dos usuários disse que o local para se realizar o movimento era exatamente aquele onde o pictograma estava colocado, os outros comentaram, após responder as perguntas, que executariam a ação em qualquer local do produto.

Verificada, então, uma boa eficácia informativa dos movimentos a serem realizados, efetuou-se o segundo teste. Foi utilizada a mesma pergunta para outros cinco usuários distintos, porém, dessa vez mostrando as imagens dos pictogramas acrescidos da marcação feita pelo “X”, para verificar se o local onde deve ser feita a ação ficaria mais explicitado.

Desta vez, os usuários tiveram mais dificuldades para identificar os pictogramas. O primeiro ficou em dúvida quanto ao significado do “X”, inicialmente achou que ele indicava que algo **não** deveria ser feito, mas acabou dizendo que o primeiro pictograma indicava deslizar uma das partes lateralmente para cima e depois para baixo, sendo que pensou somente em utilizar as mãos, sem nenhuma ferramenta. Para este usuário o segundo pictograma indicava “pode quebrar se forçar” e, justamente pelo “X”, imaginou uma forma de separação sem forçar para que o objeto não quebrasse.

Outros quatro usuários disseram que o primeiro pictograma indicava algum movimento que envolvesse deslizar ou levantar e puxar para baixo. Contudo, uma pessoa disse que o segundo pictograma seria “simplesmente quebre” e, outra pessoa, que “o lugar pode ser partido”, enquanto as últimas duas acharam que se deveria haver cuidado, pois o produto poderia quebrar no local indicado com o “X”.

A partir das interpretações destes dez usuários pesquisados, em duas etapas, algumas considerações podem ser feitas. Percebeu-se que o pictograma “quebre aqui” foi o que teve maior compreensibilidade, seja com a marcação do “X” ou sem ela. Mesmo as pessoas que não disseram especificamente que deveria ser feito uma quebra naquele local, no geral indicaram que uma quebra aconteceria de alguma forma, seja proposital ou acidentalmente.

O pictograma “faça uma alavanca aqui”, por sua vez, foi o que teve mais problemas de interpretação. Para que seja realmente aplicado em produtos, precisa ser mais estudado e talvez modificado. Porém, apesar de ter tido poucas descrições exatas da sua informação correta, todos os usuários consideraram que haveria alguma forma de movimento e deslocamento das partes, uma para cima e outra para baixo, o que se assemelha ao movimento provocado pela alavanca.

Inicialmente verificou-se a falta de uma forma de indicação precisa do local onde deveria se realizar a ação para separar as partes, entretanto, a marcação “X” causou confusão nos usuários. Esta marcação sugeriu negação para algumas pessoas, enquanto para outras foi totalmente desconsiderada ou então entendida como algo que fazia parte do restante do pictograma e deveria representar uma parte da ação.

Sendo assim, dentre os pictogramas dos dois testes realizados, os primeiros tiveram maior compreensibilidade. A localização através do “X” deve ser melhor estudada,

aprimorando o “X” ou até alterando esta forma para outra diferente, que faça uma localização mais eficiente. Outros testes seriam necessários com outras formas, até encontrar a que mais seja compreendida como aquilo que se pretende informar.

Independente dos resultados obtidos, sabe-se que todos os novos pictogramas precisam passar por um processo de aprendizagem por parte dos seus usuários – como visto no capítulo 3 – para que sejam compreendidos eficazmente. Dessa forma, os problemas que os testes indicaram podem ser analisados para que os pictogramas sejam aprimorados. Porém, não chegam a ser comprometedores, uma vez que os pictogramas precisariam, de qualquer maneira, ser ensinados aos usuários. Entretanto, se os pictogramas possuem relação com o seu significado, são mais facilmente compreendidos, por isso se buscou desenvolver formas que façam essa identificação.

Os testes, portanto, foram realizados com o intuito de verificar o quão intuitivos são estes pictogramas, já que não tiveram seu significado ensinado antes de serem mostrados aos usuários. Cada pessoa relatou qual seria sua ação, sem ter conhecimento prévio do significado real dos pictogramas, ou seja, utilizou sua percepção inicial daquilo que estava observando. Quanto mais intuitivo o pictograma, mais fácil e rápido tende a ser seu aprendizado.

O maior problema percebido na aplicação deste sistema de informações, para identificar e localizar as ações a serem realizadas na pré-desmontagem de produtos, foi a questão da localização. Optou-se por utilizar uma cruz, para fazer esta localização, baseado em Frutiger (1999) que a considera uma boa alternativa para este fim, apesar de o referido autor também se referenciar a cruz como “sinal dos sinais,” por ter uma grande versatilidade e várias interpretações. Nos testes verificou-se essa versatilidade, pois a cruz acabou confundindo as pessoas e não sendo pontual na transmissão da mensagem que se pretendia passar.

Os resultados obtidos nos testes mostraram uma boa compreensibilidade dos pictogramas analisados, mesmo sem o aprendizado prévio recomendado. Entretanto, antes de uma aplicação em larga escala, é necessário uma divulgação da sua utilização e dos seus significados.

Aplicando os critérios de análise, descritos na seção 5.3.1, pode-se dizer que:

1. Status Genérico: os pictogramas estão bem sintetizados, procuram transmitir a informação através de formas simples e sintéticas;
2. Consistência: possuem formas e traços coerentes entre si, conferindo-lhes um status de unidade familiar;
3. Assimilação / Contraste: fazem associação ao seu significado por assimilação, pois possuem uma forma que remete diretamente à ação a ser realizada;
4. Figura-fundo: há um bom contraste figura-fundo, as linhas são espessas, o que possibilita grandes reduções de tamanho sem que os pictogramas percam suas

características formais, além de não existir nenhum problema de desconforto visual;

5. Experiência: os pictogramas mostram as ações a serem realizadas para a desmontagem da carcaça de produtos, entretanto, por não serem os pictogramas do tipo figuras reais, precisam ser aprendidos para terem seu significado interpretado corretamente, apesar de alguns usuários, como foi visto nos testes, conseguirem fazer sua decodificação imediatamente.

A metodologia utilizada para desenvolver estes pictogramas se mostrou eficaz, na medida em que foram desenvolvidas formas com boa compreensibilidade. Sendo assim, considera-se que estes pictogramas, aperfeiçoados ou não, podem ser aplicados em produtos para indicarem as formas de desmontagem, além de servirem de base para o desenvolvimento de novos pictogramas desta mesma família, para indicar outras ações de desmontagem, pois seus traços são de fácil visualização e identificação, possuindo uma unidade entre si. Os pictogramas desenvolvidos visavam mostrar a desmontagem do *snap-fit* tipo *loop* (faça uma alavanca aqui) e permanente (quebre aqui), porém, se outras junções puderem ser desfeitas por estes mesmos movimentos, nada impede que os mesmos grafismos já desenvolvidos possam ser usados.

6 Considerações Finais

Partindo de questões da sustentabilidade ambiental voltadas para o ecodesign, esta pesquisa se propunha a desenvolver pictogramas para indicar como a pré-desmontagem – remoção da carcaça – de produtos, com junções *snap-fits*, deve ser feita. Para isso uniu-se conhecimentos de design gráfico a conhecimentos de design de produto, a fim de compreender estes dois pontos principais e, a partir disso, desenvolver grafismos que conseguissem transmitir as informações necessárias.

Através da revisão bibliográfica obteve-se conceitos de ecodesign e verificou-se a importância de uma visão sistêmica de projeto, focando no fim da vida útil dos produtos, em que o design para desmontagem é de extrema importância. Percebeu-se que a possibilidade de desmontagem dos produtos permite que as partes separadas sejam reutilizadas, reaproveitadas ou recicladas.

Das visitas realizadas a centros de triagem, observou-se que os produtos não são produzidos visando a desmontagem ao fim de sua vida útil, pois as pessoas que trabalham com isso têm inúmeras dificuldades neste processo. Sendo assim, reitera-se a necessidade de que os produtos sejam desenvolvidos a partir de uma visão sistêmica de projeto, contemplando também o design para desmontagem. Se os centros de triagem pudessem fazer uma separação limpa, sem quebra, poderiam utilizar maior quantidade de material para a reciclagem, ou mesmo entrar em outro nicho de mercado, da revenda de peças para reuso ou reaproveitamento, além de minimizar os ferimentos causados pela violência da quebra de produtos.

As desmontagens realizadas, com os mesmos instrumentos utilizados nos centros de triagem, mostraram várias dificuldades em produtos que não contemplam os preceitos do ecodesign. Os produtos poderiam ter sido desenvolvidos priorizando os encaixes e diminuindo a grande quantidade de parafusos, pois, com essa simples atitude, é possível minimizar a quantidade de material utilizado, além de facilitar a desmontagem. Quanto ao problema dos encaixes tipo *snap-fit*, que foram quebrados durante a desmontagem, considera-se que a indicação de como realizar esse desmonte pode fazer com que estas quebras deixem de acontecer, possibilitando o reuso ou reaproveitamento de partes, e ainda o prolongamento da vida útil do produto, no caso de conserto.

Verificou-se então, uma discordância entre teoria e prática. Segundo os autores estudados, as junções *snap-fits* não-permanentes seriam de fácil montagem e desmontagem, entretanto, durante as desmontagens ocorreram danos nos produtos justamente nestes tipos de encaixe, uma vez que não se sabia onde eles estavam localizados e, na tentativa de abrir o produto, eles foram comprometidos.

Entretanto, buscando desenvolver os pictogramas para identificar as junções, percebeu-se que os critérios de análise formal extraídos da teoria, foram confirmados na

prática. Verificou-se que as formas sintetizadas e simplificadas são fáceis de visualizar; que os tipos de traço e forma utilizados fazem com que os pictogramas sejam percebidos como fazendo parte de um mesmo sistema de informações; que os pictogramas precisam ter alguma forma de relação com seu significado para serem bem compreendidos; que o contraste figura-fundo não deve gerar desconforto visual ou ambigüidade; e que o aprendizado anterior é fundamental para o reconhecimento imediato dos pictogramas.

Consequentemente, tanto a teoria quanto a prática são importantes para o desenvolvimento dos pictogramas. Pela parte gráfica, a teoria foi importante pelos conceitos que trouxe sobre forma e percepção visual, além das análises feitas baseadas nos critérios extraídos destas teorias. Ainda, a questão teórica do ecodesign, bem como as desmontagens realizadas, foram essenciais para observar as junções existentes, visualizar o *snap-fit* e compreender as ações a serem realizadas para fazer a sua separação e, conseqüentemente, o desmonte do produto em questão.

Já o desenvolvimento dos grafismos é de certa forma subjetivo, pois recebe a influência do desenvolvedor dos pictogramas, além das questões mais objetivas que a teoria e a prática analisadas já trouxeram, e da metodologia projetual utilizada. Portanto, considerou-se importante partir de um grupo maior de pictogramas para, através de etapas de eliminações e aprimoramentos, chegar-se às versões finais das formas.

Após a realização de testes com usuários em potencial, ficou evidente que os pictogramas tiveram o que se considera uma boa compreensibilidade, pois quando as pessoas não interpretavam as formas exatamente da maneira que se pretendia, ficavam próximas disso. Considerou-se isso uma boa compreensibilidade, pois sabe-se que os novos pictogramas precisam ser ensinados quando colocados em uso, para que os seus usuários possam aprender seus significados, e mesmo sem aprendizado nenhum as pessoas conseguiram, de certa forma, identificá-los.

Vale lembrar que é importante que os pictogramas possuam uma ligação com seu significado para que sejam facilmente compreendidos, por isso a importância do teste realizado, verificando a proximidade do pictograma com seu significado, projetando, assim, um fácil aprendizado, e rápido reconhecimento posterior. Sendo formas novas, nunca antes vistas, podem causar estranhamento, entretanto, assim que passam a ser vistos corriqueiramente são assimilados e reconhecidos imediatamente. Por isso, informações de certa forma complexas, podem ser transmitidas através de imagens simplificadas, como os pictogramas, que se mostram adequados para este fim.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Considerando que o objetivo desta pesquisa limitou-se ao desenvolvimento de pictogramas que possibilitassem a transmissão do seu significado, algumas outras pesquisas podem surgir a partir desta. Sugere-se que:

- desenvolva-se pictogramas para outros *snap-fits*, continuando este trabalho para formar uma família inteira de pictogramas;
- compare-se o tempo de desmontagem de algum produto sem os pictogramas e do mesmo produto com estes pictogramas aplicados, após os usuários aprenderem o significado dos mesmos;
- utilize-se a metodologia desta pesquisa como base para o desenvolvimento de novos pictogramas para outros tipos de junções, ou até mesmo para aplicações diversas;
- proponha-se ferramentas para a desmontagem de *snap-fits*.

Referências Bibliográficas

AKÇELIK and Associates Pty Ltd. **Traffic Signals - Guide to Traffic Engineering Practice** v. 7, 3 ed. Sydney: Austroads, 2003.

Ações de Sustentabilidade Ambiental – **5º Fórum Mundial de Comunicação Social**. Porto Alegre: Nova Prova, 2008.

ANASTAS, Paul T; ZIMMERMAN, Julie B. *Through the 12 Principles GREEN Engineering*. **Environmental Science & Technology**, Iowa: University of Iowa, p. 95-101, Mar 2003.

ARNHEIM, Rudolf. **Visual Thinking**. California: The Regents of the University of California, 1997.

AZEVEDO, Sérgio Romero de; GRIFFONI, Antonio Luca. Comunicação Visual Para os Carentes ao Acesso dos Códigos da Linguagem, no Porto de Manaus. **Design em Foco**, Salvador, v.1, p. 19-29, jul/dez 2004.

BONENBERGER, P. R. **The First Snap Fit Handbook - creating and managing attachments for plastic parts**. 2ed. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, 2005.

CÂNDIDO, Luis Henrique. **Contribuição ao Estudo da Reutilização, Redução e da Reciclagem dos Materiais com Aplicação do Ecodesign**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CARRASCOZA, João Anzanello; SANTARELLI, Christiane Paula Godinho. “O valor do precário na Criação Publicitária.” **Anais do Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação**. p. 1-13. Natal, 2008.

CONTRAN. **Sinalização vertical de regulamentação / Contran-Denatran**. Vol. 1, 2 ed, Brasília: Contran, 2007.

de RON, Ad; PENEV, Kiril. *Disassembly and Recycling of Eletronic Consumer Products: an overview*. **Technovation**, Saint Louis: Thomson Reuters, p. 363-374, 1995.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. 2ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

DOWIE, T.; SIMON, M.; FOGG, B. *Product Disassembly Costing in a Life-Cycle Context*. **Conference Publication** No 415. IEE, p. 202-207, 1995.

FRUTIGER, Adrian. **Sinais e Símbolos - desenho, projeto e significado**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

FRY, Tony. Contra uma Teoria Essencialista de Necessidade: algumas considerações para a teoria do design. **Design em Foco**, Salvador, v.2, n.1, p. 63-77, jan/jun 2005.

GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto**. São Paulo: Belas Artes, 2000.

GOMES FILHO, João. **Design do Objeto** - bases conceituais. São Paulo: Escrituras, 2006.

HARAJULA, T., W.A. KNIGHT, and G. BOOTHROYD. *Design for Disassembly and the Environment*. **Analys of the CIRP**, p. 109-112, 1996.

Houaiss, Insituto Antônio (Ed). **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa**. Objetiva, setembro 2004.

HURLBURT, Allen. **Layout - o design da página impressa**. São Paulo: Nobel, 1986.

INSTITUTO AKATU – pelo consumo consciente. **Os 12 Princípios do Consumo Consciente**. Disponível em: <<http://www.akatu.org.br>> acesso em nov 2007.

KINDLEIN JR., Wilson; BALBIONOTTI, Roberto Rosário; SILVA, Everton Amaral da; PEREIRA, Carlos Alvariz. Princípios Básicos de Junção Utilizados em Sistemas e Subsistemas de Produtos Industriais e sua Importância no Desenvolvimento Sustentável. **Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**. Campinas, CD-ROM, 2002.

KINDLEIN JR, Wilson; CÂNDIDO, Luis Henrique Alves; PLATCHECK , Elizabeth Regina. Análise entre as metodologias de desenvolvimento de produtos atuais, incluindo a proposta de uma metodologia com ênfase no ecodesign. **Anais 2º Congresso Internacional de Pesquisa em Design CD-ROM**. Rio de Janeiro, ANPED, 2003. CD-ROM

KINDLEIN JR, Wilson; CÂNDIDO, Luis Henrique Alves; PLATCHECK , Elizabeth Regina. Aplicação do Ecodesign no Re-Design de Compressor de Ar para Aquário. **Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. Curitiba, 2005.

KRIPPENDORFF, Klaus. **The Semantic Turn - a new foundation for design**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006.

KROLL, Ehud; HANFT ,Thomas A. *Quantitative Evaluation of Product Disassembly for Recycling*. **Research in Engineering Design**, London: Springer-Verlag London Limited, p.2-14, 1998.

LIMA, Rose Mary Rosa de; FILHO, Eduardo Romeiro. A Contribuição da análise ergonômica ao projeto do produto voltado para a reciclagem. **Produção** 13 n.2, p.82-87, 2003.

LUPTON, Ellen. *Reading Isotype*. **Design Issues**, v.3, n.2 , fall ed., p.47-58, 1986.

MALAGUTTI, Cyntia. Design e Valores – Materializando uma nova cultura. In: I Simpósio Brasileiro de design Sustentável, 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba, UFPR, 2007

- MANZINI, Ezio. **A Matéria da Invenção**. Lisboa: Bloco Gráfica, 1993.
- MANZINI, Ezio; Carlo VEZZOLI. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis** - os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
- MASCLE, Christian. *A System Life-Cycle Model for Disassembly-assembly Line Design*. **15th Trienal World Congress**, Barcelona, Spain: IFAC, 2002.
- MOK, H.S.; KIM, H.J.; MOON, K.S. *Disassemblability of Mechanical Parts for Recycling*. **Computers and Engng**, Great Britain: Elsevier Science, p. 621-624, 1997.
- MOURA, Catarina. O Design do Design . **Livro de Actas 4º SOPCOM**. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2008.
- NIELSEN, J., & LANDAUER, T. K. *A mathematical model of the finding of usability problems*. **Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference**. Amsterdam, p. 206-213, 1993.
- NIEMEYER, Lucy. **Semiótica no Design**. disponível em: <<http://design.com.br/blog/semiotica-no-design/>>. Acesso em nov 2008.
- PAUTZ, Eric. **Remodelagem dos ícones dos elementos de junção**. 2007. Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na Disciplina Ecodesign, Escola de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- PEIRCE, Charles S. **Semiótica**. 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- PLATCHECK, Elizabeth Regina; SCHAEFFER, Lírio; KINDLEIN JR, Wilson; CÂNDIDO, Luis Henrique Alves. Methodology of ecodesign for the development of more sustainable electro-electronic equipments. **Journal of Cleaner Production**, p. 75-86. Amsterdam, 2007.
- PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Desenvolvimento de uma Metodologia Consciente para Micro, Pequenas e Médias Empresas Industriais**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- RIOS, Pedro; et al. *A Symbolic Methodology To Improve Disassembly Process Design*. **Environment Science Technology**, p. 5417-5423, 2003.
- SANTAELLA, Lucia. **A Teoria Geral dos Signos**. São Paulo: Pioneira, 2004.
- SANTAELLA, Lucia. **O que é Semiótica**. 2ed. São Paulo: Brasiliense, 2003.
- SILVA, Fábio Pinto da; et al. Criação de uma Interface Multimídia Aplicada ao Estudo do Ecodesign. CD-ROM Ecodesign: Elementos de Junção. **Estudos em Design**. Rio de Janeiro, v. 15 p.79-96, 2008.

UFRGS, Laboratório de Design e Seleção de Materiais. **CD-ROM Ecodesign**. Porto Alegre, 2004.

VÄGVERKET. (2006). *Swedish road signs, signals, road markings and signals by policeme*. 5ed. Borlänge: Elanders Berlings, 2006.

VAN DER LINDEN, Júlio Carlos de Souza; ESCHILETTI, Pedro Biz. Compreensibilidade de Símbolos de Reciclagem. **Anais do Sétimo Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. Curitiba, 2006.

VIDAL GOMES, Luiz Negreiros. **Desenhando: um panorama de sistemas gráficos**. Santa Maria: UFSM, 1998.

VIDAL GOMES, Luiz, and Marcos BROD JÚNIOR. **Logogramas - desenho para projeto**. Porto Alegre: sCHDs, 2007.

VIDAL GOMES, Luiz; BROD JUNIOR, Marcos; MEDEIROS ,Ligia Maria. Logogramas: desenhos para projetos. **Anais do Oitavo Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo, 2008.

WONG, Wucius. **Princípios de Forma e Desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

SINALFIX LTDA. www.placasonline.com.br

APÊNDICE A – Teste de compreensão dos pictogramas

Pesquisa de dissertação de mestrado:

Contribuição ao Design Para Desmontagem através do Desenvolvimento de Pictogramas Para Identificação de Junções Tipo Snap-fits

Mestranda *Sara Copetti Klohn*

Se você visualizasse estes pictogramas na superfície lateral de algum produto, sabendo que eles indicam algo relacionado a desmontagem de um produto, qual seria sua ação para separar as partes 1 e 2?

Pictograma 1- Ação: _____

Pictograma 2- Ação: _____

APÊNDICE B – Imagens mostradas nos testes

Pictograma 1:



Pictograma 2:



Pictograma 1:



Pictograma 2:



ANEXO A – Endereços de Centros de Triagem de Porto Alegre**1. AREVIPA – Associação de Reciclagem Ecológica da Vila dos Papeiros**

Rua Voluntários da Pátria, 2.552
Bairro Centro CEP:90.220-100
Presidente: Antônio Carbonero

2. Aterro da Zona Norte – Associação dos Recicladores de Resíduos da Zona Norte

Rua Sérgio Jungblut Dietrich, s/nº
Bairro São João CEP: 91.060-410
Presidente: Valdemar de Oliveira

3. Campo da Tuca - Associação Comunitária do Campo da Tuca

Rua D, 200
Bairro São José CEP: 91510-480
Presidente: Esmenia Fernandes da Silva

4. Cavalhada – Associação dos Recicladores do Loteamento Cavalhada

Rua José Lutzemberg esquina Rua do Sínodo
Bairro Cavalhada
Presidente: Terezinha

5. Ilha Grande dos Marinheiros - Associação dos Catadores de Materiais de Porto Alegre

Rua Nossa Senhora Aparecida, 25
Bairro Arquipélago CEP: 90090-400
Presidente: André Luciano de Azevedo Cruz

6. Padre Cacique – Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis dos Movimento dos Moradores de Rua

Av. Padre Cacique, 1391
Bairro Praia de Belas CEP:90810-240
3028-9300/3217-2271
Presidente: Ivan Cláudio Müller

7. Profetas da Ecologia I

Av. Voluntários da Pátria, 4201
Bairro Navegantes
Coordenador: Pedro Figueiredo

8. Profetas II

Rua Ramiro Barcelos, 01
Bairro Floresta

9. Restinga - Associação dos Trabalhadores Urbanos pela Ação Ecológica

Av. João Antônio da Silveira, 3240
Bairro Restinga CEP:91790-400
Presidente: Emerson Pedroso

10. Santíssima Trindade – Associação de Catadores de Materiais**Recicláveis**

Av. Dique, 512

Bairro São João CEP:90200-260

Presidente: Elenir Ficher de Oliveira

11. São Pedro - Associação dos Trabalhadores da Unidade de Triagem do HPSP - ATUT

Av. Bento Gonçalves, 2440

Bairro Partenon CEP: 90650-001

3384-3640

Presidente: Jorge Luiz da Silva Barbosa

12. Wenceslau Fontoura – Associação de Reciclagem Rubem Berta

Rua Antônio Severino, 1317

Bairro Rubem Berta CEP:91520-330

3366-9522

Presidente: Cláudio Renato Valeiro

13. Vila Pinto – Centro de Educação Ambiental - CEA

Av. Joaquim Porto Vila Nova, 143

Bairro Mato Sampaio CEP: 91410-400

3381-3230/ 3338-7638

Presidente: Marli Medeiros

UTC- Unidade de Triagem e Compostagem – Associação de Triagem de Resíduos Sólidos Domiciliares

Estrada afonso Lourenço Mariante, 4401

Bairro Lomba do Pinheiro

3319 4024

Presidente: Laura Rosane da Silva Souza