

# **ESTUDO DA MATRIZ DAS PRÁTICAS DE ECODESIGN E POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS, NO CASO DO IMPACTO DA "ECONOMIA COMPARTILHADA" NA "ECONOMIA CIRCULAR" DIANTE DO CENÁRIO DE MUDANÇAS NA BASE FÓSSIL DA MOBILIDADE**

**Ciro Yoshiyasse<sup>1</sup>, Bruna Andrade<sup>1</sup>, Ederson Matos<sup>2</sup>, Erwin Franieck<sup>1</sup>, Francisco del Moral Hernández<sup>3</sup>, Roberto Becker<sup>1</sup> e Theophilo Arruda<sup>1</sup>**

**Bosch<sup>1</sup>, Brasken<sup>2</sup>, FATEC<sup>3</sup>**

## **Resumo**

Este trabalho pretende estudar a matriz obtida pela análise das relações e consequências das estratégias do Ecodesign quanto a destinações de resíduos, em um cenário determinado de inovação e mudança de modo de consumo. O projeto de produto guarda em sua estratégia original, características irreversíveis que determinam sua destinação quando do final de vida do produto, exemplos: o que foi concebido para compostagem não será reciclado senão com grande consumo de energia e complexo manuseio ou, o que foi desenhado para uso contínuo poderá ter índices de toxicidade acima do recomendável. Os diversos graus de compatibilidade entre ações de produto e repercussão no resíduo oscilam da completa adequação variando até o oposto, gerando gradações intermediárias de equacionamento complexo para as políticas públicas. Submetendo a matriz a um cenário de mudanças, aponta-se uma reorientação da base de seleção de materiais conhecidos: recicláveis, tóxicos, termo recicláveis, biodegradáveis etc. Tal cenário, de busca da superação da mobilidade de base fóssil, é aliada a possível mudança no comportamento do consumidor; com a desmaterialização do produto enquanto bem privado, em função da preferência pelo uso, um fenômeno no transporte individual urbano baseado na “economia compartilhada”, - teríamos então o consumo orientado para uso público reposicionando a visão de duração do ciclo de vida do produto, que resulta na reclassificação dos bens de consumo (duráveis, semiduráveis, não duráveis) para uma perspectiva de “economia circular”,

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho reuniu profissionais da área de desenvolvimento de produto, inovação, meio ambiente e marketing com o objetivo de estudar tendências do Ecodesign, através da compilação de tendências. O referencial teórico prioriza a visão termodinâmica dos processos, o desenvolvimento de qualquer produto encerra em si o passado e o futuro deste mesmo produto: da extração de cada matéria prima envolvida, até sua destinação final ao término de sua vida útil, soma-se todos os recursos de tempo, energia e massa envolvidos. Ou seja, ao antecipar-se a forma de uso deste produto, determina-se a totalidade de insumos que virão a ser utilizados e determinarão a identidade de cada fonte e trajeto percorrido. Esta seleção é determinante no estímulo à cadeia produtiva da mineração, desde o local até a especificação de sua cadeia molecular. Do tipo de processamento das matérias-primas e insumos

necessários decorrem escolhas que se desdobram no teor de toxicidade presente, e que em geral é incompatível com locais escolhidos para o descarte, [1][2] e muitas vezes se reveste de uma falta de discussão aprofundada a respeito dos processos de reciclagem e sua eficácia termodinâmica [3]. Quando um produto é lançado no mercado, tem como destino um endereço de uso, mas acaba por imprimir no espaço geográfico o traço do fluxo de todos os insumos utilizados e a destinação dos mesmos, a distribuição e o desencadeamento das ações incidem sobre as fontes de água [4] materiais e energia [5][6]. No cenário total, as inter-relações e impactos cumulativos devem ser identificados e ser quantificados e avaliados em sua extensão, assim permite-se uma comparação entre as formas maximizadas em resultado e minimizadas em seus custos econômicos e ambientais. Assim poderíamos estabelecer um patamar de dados úteis para construir algo que poderíamos chamar de análise de sustentabilidade.

Em geral, tamanha responsabilidade parece estar nas mãos de uma equipe relativamente pequena de engenheiros, designers e profissionais de marketing e, soma-se a esta dificuldade, a qualidade da informação sobre materiais e recursos locais disponíveis.

A dinâmica das inovações tecnológicas aparenta acompanhar as demandas de esgotamento destes insumos, a exemplo: a energia era inicialmente fornecida da queima da madeira em olarias e no funcionamento do sofisticado Engenho de produção de açúcar até que, ao final do Brasil Colônia, tenha restado muito pouco da nossa Mata-Atlântica [7]. Um pouco mais longe daqui e em outra época, o ciclo da revolução industrial retiraria as tecelagens instaladas no espaço rural, onde se encontravam as quedas d'água, para concentrar-se em qualquer centro urbano populoso a partir da mudança da plataforma energética, e o até então farto carvão mineral impulsionaria por séculos a indústria inglesa [8]. Em seguida, em salto exponencial, aliado ao seu poder calorífico, o petróleo vai além de um combustível, passando a ser capaz de produzir materiais de baixo peso e grande potencial de moldagem, o plástico [9].

Para além da madeira das olarias, do carvão das máquinas a vapor e do petróleo multiuso, um novo ciclo de energia se apresenta: o desenvolvimento de tecnologias de base renovável ou limpa, seja de biomassa (etanol), solar, eólica, entre outras, despontam como formas alternativas em desenvolvimento rápido e abundantes para substituição parcial das fontes de energia consagradas no último século [10][11]. Mas desta vez, a barreira não chega a ser o custo da energia de origem fóssil com seus altos e baixos do preço do barril, mas sim sua contribuição para o aquecimento global, problemas crescentes de saúde pública e a rápida viabilização tecnológica de modelos alternativos. Temos então um modelo de fornecimento de energia renovável, embora aquém das necessidades mundiais.

Se houvesse por hipótese e desafio, a substituição plena de energia de origem fóssil ter-se-ia um cenário único na história de modelo termodinâmico equilibrado, já que, de forma geral, toda a energia resultante da fotossíntese, dos ventos, das marés, luz e calor são provenientes de uma fonte exterior ao sistema “quase fechado” que representa o planeta (mantidas as condições gravitacionais que permitem a formação de gradientes de temperatura e com exceção de um ou outro meteoro, a massa total pouco varia). Esta fonte de energia externa é o sol.

A energia solar parece então, a única fonte capaz de compensar os onerosos ciclos de recuperação das intervenções humanas sobre recursos naturais, mesmo levando em conta gastos marginais de instalação.

A centralidade da energia como indicador: para tal, vejamos os dados de reciclagem de garrafas PET [12]

Produção	Reciclagem
Produção Anual Média: $9,1 \times 10^6$ ton/ ano Quantidade de Energia Necessária para a produção: 83,8 MJ/ Kg $CO_2 footprint$ : 2,39 Kg/ Kg Uso de água: 29,45 l/kg Energia necessária para moldagem: 9,83 MJ/ Kg $CO_2 footprint$ : 0,7875 Kg/Kg	Energia necessária para reciclagem: 35,2 MJ/Kg $CO_2 footprint$ : 0,7875 Kg/Kg Fração reciclada: 21%

A Terra terá cerca de 8.520.330.000.000 MJ / ano em gasto de energia na produção primária e cerca de 860.523.300.000 MJ/ ano para a recuperação de 21% (média mundial de reciclagem no fornecedor). Considerando que a recuperação de  $CO_2$  e água, a energia é o principal insumo. Pode-se dizer que, embora a produção mundial deste polímero seja baseada na extração de uma matéria prima de origem fóssil (o petróleo), a sua recuperação pode poupar as fontes de energia não renováveis, sendo uma das mais significativas, a do próprio petróleo.

Ainda que se compense o ciclo de uso linear do tipo: extração- produção e descarte, introduzindo a parcela representada pela energia renovável, de forma alguma o sistema pode ser fechado num círculo autoalimentado, basicamente porque não se repõe a massa de material processado primariamente. Embora parcialmente isto ocorra através da reciclagem, ainda que direcionada para fins de menor necessidade técnica.

Neste caso, é possível reduzir o custo ambiental em massa da extração parcialmente pela reciclagem, mas também é importante reduzir o custo ambiental em energia de processamento que é notadamente menor no caso do produto reciclado, embora os maiores custos energéticos não contabilizados sejam os de seleção, transporte e limpeza do material destinado à reciclagem. Por exemplo: No caso do uso para garrafa PET, que é um material de baixíssimo peso específico, baixa compactação devido ao efeito elástico, o transporte rodoviário poderia mobilizar uma logística que nem sempre é economicamente viável (alta relação volume/peso) – o que reforça a quase exclusiva preferência pelo mercado de reciclagem de metais (alto peso específico).

O exemplo pretende distinguir consumo de massa do consumo da energia, e afirmar que existe um caminho na termodinâmica para substituir a energia materializada no petróleo (e antes dele, da hulha e da madeira). A questão é saber como, substituir o consumo de massa.

Assim surge uma indagação central: se esta mudança de uma base material da fonte de energia, utilizada para o processamento das mercadorias, para uma “base material nenhuma”, ou seja, solar - também seria na vida material da sociedade humana na forma da mercadoria sem massa?

## 2. DESMATERIALIZAÇÃO: Economia Circular e Economia Compartilhada

Para além dos custos resultantes dos problemas operacionais e retrabalhos, os custos ambientais que são em geral temidos e se expressam em forma de multas ou Termos de Ajuste de Conduta (TACs) devem, no entanto, ser considerados como indicadores de imprecisões dos processos de

planejamento. Os processos de produção de mercadorias não são desconexos dos processos físico-químicos de transformação da matéria e energia e assim, estão sujeitos às leis que as regem e, em especial, às leis da termodinâmica. Estas apontam para a afirmação de que os custos financeiros e ambientais são, de tal forma proporcionais a ponto de poder-se afirmar que o indicador que pressupõe o custo ambiental medidos pelos indicadores mais conhecidos (água, CO<sub>2</sub>, materiais constitutivos, distâncias percorridas, energia, toxicidade etc.) não são diferentes dos custos monetários [13], porque não deixam de ser a representação física direta, intrínseca aos processos de transformação da indústria e da agricultura.

Através do paralelismo possível entre a termodinâmica e a economia, pode-se pensar no planeta como um imenso calorímetro e, portanto, dotado de recursos naturais finitos e processo de gradativo de entropia. O desequilíbrio crescente entre demanda e oferta de insumos tem levado a humanidade a buscar formas cada vez mais eficientes de conversões energéticas, que se modificaram desde a queima da madeira, ao uso do carvão mineral na revolução industrial, passando pelo petróleo de tempos próximos e mais recentemente com sofisticados esforços tecnológicos e científicos que suscitaram na possibilidade de domínio da conversão termonuclear.

É possível dizer que o único insumo não finito que pode entrar na cadeia do processo de transformação são as formas de conversão de energia de base renovável, como foi comentado no ponto anterior através da energia solar, considerando o sistema (econômico e físico) como de tipo “aberto”.



Figura 1: Uma economia circular precisa dar conta de grande parte dos resíduos e rejeitos do processo industrial (ou agrícola) - Desafio atual: introduzir a energia solar/ renovável, além do reuso de materiais e produtos. Fonte [21]

## 2.1 Uberização

Em artigo recente de Gerald F. Davis [14] - What Might Replace the Modern Corporation? *Uberization and the Web Enterprise*, o autor estabelece uma relação estreita entre o

fenômeno do decréscimo no número de empresas de capital aberto e o crescimento das empresas baseadas na internet, dentro de um conjunto de plataformas e organizações, denominada “economia compartilhada” [15] – o ponto comum do sucesso ou decadência é decorrente da fragmentação dos processos da empresa em negócios especializados, ou seja, de forma geral as empresas terceirizaram não só as atividades suporte de baixo valor agregado como também a própria operação de produção ou serviço – restando para o negócio o gerenciamento da informação e a manutenção de identidade da empresa.

Além da base material da indústria - os meios de fabricação, o estoque e a operação, resta ainda a ideia de produto em sua capacidade de aderir à necessidade do cliente final. E esta ideia e sua força, que poderiam ser chamadas de “patente”, se realiza em valor na condição de resultado de trabalho intelectual. Este pode se manifestar, seja através de um código de programação de uma aplicação de software (APP), ou na forma de uma cadeia complexa de serviços que converge em utilidade, como no caso do serviço de “caronas compartilhadas”, no qual o produto não é o automóvel, mas sim a mobilidade.

A sofisticação telemática recente reduziu a ínfimos custos uma série de aparelhos dedicados e sofisticados, muitos deles reduzidos a um ícone na tela do telefone celular, do relógio despertador ao decibelímetro. Por esta mesma tendência vários serviços aceleram seu deslocamento do formato físico para o formato “download” e isto é alcançado pelo aumento de capacidade de processamento destes aparelhos, tornando este mercado cada vez menos material.

O termo desmaterialização pode guardar em si, neste caso, a afirmativa de que, o que agrega valor ao produto é a possibilidade do uso, não condicionado à posse deste produto – desta forma a economia compartilhada se realiza na disponibilização de recursos não utilizados em sua plenitude, do automóvel particular, roupa, equipamento, dormitório ou habilidade sem operação na maior parte do tempo, somado ao tempo livre de seu proprietário. As novas empresas baseadas na economia compartilhada produzem as interações que tentam compatibilizar a oferta e procura, e esvaziadas do suporte material, passam a administrar o uso dos recursos, para ter ocupação acima de sua média em relação à situação de uso particular (não compartilhado).

A economia compartilhada ainda em fase de expansão, mas muito rápida, não está isenta de questionamentos de ordem regulatória e de impacto social. O interesse é refletir sobre o fenômeno como indício e evidência de outra desmaterialização: a progressiva redução de massa. Não se trata de evento novo e teve o seu ápice no aparecimento dos computadores pessoais que já se mostravam enquanto tendência, no surgimento dos materiais plásticos em detrimento dos materiais metálicos, que por sua vez se sofisticaram ao adquirirem resistência mecânica nas tecnologias de têmpera reduzindo em massa outros objetos mais volumosos do passado. Trata-se de um novo lance no movimento da economia. É importante ressaltar que a desmaterialização pode realizar um salto – na medida em que os bens não se tornaram mais leves, mas são compartilhados, de forma a serem produzidos na medida do uso e não baseado no número de usuários.

## 2.2 Economia Circular

No entanto, a reintrodução de materiais regenerados seria economicamente inviável – além do aspecto técnico, assim como a política de compensação de emissões atmosféricas e redução de produção de energia baseada em combustíveis fósseis, igualmente se revela uma discussão politicamente difícil, lenta e controversa. Por outro lado existem também aspectos favoráveis a

exemplo daqueles sinalizados pela Fundação Ellen MacArthur inclusive para o cenário brasileiro [16] [17] [18].

Quanto às perdas econômicas e desperdício estrutural, a atual economia linear, baseada na extração, consumo e descarte produz desperdício estrutural, como exemplo evidencia-se para dados da união Europeia que recicla-se apenas 5% do valor original de matérias primas (do lado do consumo), 92% do tempo um automóvel fica parado e na cadeia de alimentação, 31% dos alimentos são desperdiçados. A leitura dos documentos da citada Fundação permite produzir um quadro (Tabela I) analítico simultâneo de riscos e oportunidades:

<b>Riscos</b>	<b>Oportunidades</b>
Riscos de preços – em função da volatilidade dos preços em função de escassez.	Tendências regulatórias: aumento de restrições relacionadas a poluição. Crescente tendência a negócios em ambiente mais favorável ao cenário sustentável.
Risco de oferta: Os países dependem de matéria-prima importada, gerando riscos ao abastecimento reais.	Tendências regulatórias: aumento de impostos e restrições relacionadas a poluição. Crescente tendência a negócios em ambiente mais favorável ao cenário sustentável.
Degradação dos sistemas naturais: esgotamento das reservas de baixo custo, mudança climática, perda da biodiversidade e do capital natural, degradação do solo e poluição oceânica.	Avanços tecnológicos: tecnologia da informação auxilia na eficiência no compartilhamento da informação permitem rastreamento de materiais e processos ampliando as oportunidades de viabilização de logística reversa e energia renovável. Aceitação de modelos de negócios alternativos: “Um novo modelo de negócio está emergindo. Nele , as pessoas adotam modelos de negócio que lhes permitem acessar serviços, em vez de possuir os produtos que os permitem acessar esses serviços.” Urbanização: Pela primeira vez na história da humanidade, a população urbana é maior do que a população rural. A centralidade da destinação dos resíduos torna a logística de recuperação e tratamento destes resíduos mais viável.

---

Fonte: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION [16] [17] [18], compilado pelos autores.

A partir deste cenário, as estratégias básicas dos defensores da economia circular passam a ser aquelas que guardam em si práticas que naturalmente têm sido observadas, não apenas na agenda das nações preocupadas com as questões ambientais (como extensão de questões econômicas concretas), como também tendências de novos negócios:

- 2.2.1 Regenerar: energia e materiais renováveis, recuperar ecossistemas, regenerar recursos biológicos a biosfera.
- 2.2.2 Compartilhar: ativos com automóveis, salas, eletrodomésticos, reutilizar produtos de segunda mão, a vida dos produtos com qualidade de possibilidade de manutenção.
- 2.2.3 Otimizar: aumentar a eficiência dos produtos, eliminar desperdícios, alavancar recursos on-line de controle
- 2.2.4 Ciclar: remanufaturar, reciclar, reaproveitar resíduos orgânicos
- 2.2.5 Virtualizar: abandonar o suporte de mídia de informação e dados: música, vídeos, informação, desmaterializar os pontos de venda de serviços e produtos
- 2.2.6 Trocar: substituir produtos de origem fóssil por renováveis, substituir tecnologias de produção baseada em novas plataformas como a impressão 3D e nanotecnologia, opção por novos produtos e serviços com valor agregado baseado em novas práticas possíveis atualmente pela tecnologia de informação.

### 3. AS VÁRIAS AÇÕES EM *ECODESIGN*

O Ecodesign tem como meta a redução de impacto ambiental a partir de decisões planejadas na forma de características do produto. O direcionamento destas decisões de projeto durante muito tempo se limitaram a decisões como a escolha de materiais constitutivos. Além disso, os processos integrados a cadeias de forma geral seriam, sob esta ótica, também mais elaborados no sentido de minimizar o impacto ambiental dos processos notadamente poluentes. Em um segundo momento as escolhas de materiais e processos assumem uma dimensão mais ampla com a abordagem complexa do LCA (*life cycle assesment*), onde na análise do ciclo de produto as decisões são menos reativas e mais propositivas na medida em que o produto é analisado em toda a extensão de sua vida útil, tendo como elementos de análise, toda a cadeia de produção, uso e destinação final. [19]

Em função da diversidade de produtos e das circunstâncias específicas de cada produto em seu mercado, existem metas vinculadas a estratégias distintas de redução de impacto; a seguir descrevemos as mais relevantes estratégias de Ecodesign com o objetivo de relacionar entre si estas ações de desenvolvimento de produto com a perspectiva de menor impacto ambiental e de outra lado, uma lista de demandas regulatórias e expectativas da sociedade em geral relacionadas a cada tema, desta forma se pretende buscar o grau de adesão entre as ações e as expectativas – onde encontraremos sem sombra de dúvida as contradições que pretendemos aclarar. Numa palavra: as ações de Ecodesign servem em geral para fins específicos (por exemplo; reciclar componentes) e não é incomum que, quando avaliadas sobre outra meta específica (consumo de



água), a estratégia original impacta negativamente sobre esta outra meta estabelecendo contradições que se pretende aqui realizar uma reflexão.

### 3.1 Utilizar conceito *embodied energy* (EE), LCA ou uso de Ecoindicadores

A termodinâmica é a ciência que estuda os fenômenos do fluxo da energia, pressão e volume. Como comentado acima, o paralelo dos processos naturais e também os organizados pela ação do homem são regidos por leis inexoráveis que nos fazem anteciper a impossibilidade da formação de sistemas sem perda de energia e massa, como a cadeia industrial ou mesmo agrícola.

O conceito de “*embodied energy*” ou energia incorporada ao produto, foi desenvolvido graças a relevância da energia na composição do produto [20]. Pode-se, por exemplo, comparar desta forma, a quantidade de energia necessária para a produção de uma peça em alumínio e compará-la numa avaliação simples, a alternativa da mesma peça produzida em polímero – ou seja, utilizaríamos aqui um indicador ambiental absoluto em KW hora que substitui com vantagens a mesma comparação em moeda convencional, com a dupla vantagem de que 1) a informação final seria validade por “leis da termodinâmica” contra as “teorias” econômicas e suas circunstâncias e, além disso 2) do ponto de vista ambiental, utilizar o menor valor de energia para realizar uma tarefa é a melhor solução do ponto de vista da economia de recursos em energia e massa.

É importante observar ainda que há produtos que “utilizam energia” durante o uso (automóvel, eletrodomésticos) enquanto que outros produtos “não energizados” (móveis, embalagens) sendo necessário realizar escolhas com critérios distintos, pois entre dois produtos distintos nesta classificação seria necessário somar a totalidade da energia consumida na vida do produto.

O indicador EE, *Embodied Energy* traz em grande medida aproximação dos resultados da LCA, sendo um recurso importante para facilitar o processo decisório do projetista, dada a complexidade do LCA. Na tabela abaixo observa-se que os indicadores ambientais convergem de forma geral com o indicador EE.

	Embodied energy, primary production			Water usage			Co2 footprint, primary production			Eco-indicator			Density
	MJ/Kg	MJ/M³	TREND	L/Kg	L/M³	TREND	Kg/Kg	Kg/M³	TREND	millipoint s/Kg	millipoint s/M³	TREND	
Ligas de zinco	434	2590163	↑	350	2091250	↑	4	20913	↑	640	3824000	↑	5975
Aço inox	81	635850		224	1758400		5	38643		910	7143500		7850
Ligas de Alumínio	220	594000		250	675000		12	32400		780	2106000		2700
Aço de baixo carbono	32	251200		46	361100		3	19625		83	651550		7850
PA	128	144640		272	307360		6	6272		-	-		1130
Phenolics	90	115776	↑	188	240640	↑	3	3808	↑	90	115776	↑	1280
PET	84	112711		29	39610		2	3134		380	511100		1345
Butyl Rubber	108	97825		127	115934		4	3549		108	97825		910
Natural Rubber	66	61050		1750	1618750		2	1434		66	61050		925
Soda-lime glass	16	38208		21	50533		1	2095		16	38208		2465

Figura 2. Indicadores ambientais - convergência de indicadores. Fonte[26]

### 3.2 Design para redução de insumos de origem fóssil, utilizar materiais renováveis

O uso de materiais renováveis utiliza um princípio avançado de compensação no uso de recursos que podem ser descartados gerando novo ciclo biológico. Intrinsecamente dependente da



pesquisa e oferta de materiais com esta proposta, e pode ser observado em vários níveis de aceitação no mercado, de certa forma os materiais plásticos produzidos a base de vegetais podem ser um caminho significativamente vantajosos em termos ambientais na medida em que tais produtos podem inclusive ser termo reciclados sem prejuízo ao balanço de emissões, já que o carbono sintetizado através da fotossíntese que gerou este polímero, se emitido na atmosfera representa uma parcela significativa do processo que o gerou.

A utilização de fibras naturais das mais variadas fontes, e em particular as produzidas em comunidades agrárias bem organizadas, são muito bem aceitas pelo mercado consumidor embora tenham em si ainda alguma dificuldade técnica e de custeio para equiparar-se aos insumos industriais. Por outro lado, existem resíduos e até rejeitos da agricultura e processos industriais que pela escala e custo de destinação podem oferecer soluções estratégicas e criativas. O caso da sílica de casca de arroz, rejeito do aproveitamento térmico do cultivo do cereal, é utilizado com sucesso como substituto do negro de fumo e da carga mineral em polímeros técnicos [21].

De forma geral, os produtos renováveis já conquistam um lugar no design moderno, de forma crescente, soluções economicamente viáveis tem se apresentado pela indústria de materiais especiais atingindo inclusive os produtos de escala.

O contraponto colocado pelos especialistas, no entanto, evidencia que o uso destes recursos para substituição crescente impõe uma maior área agrícola – o que pressupõe a redução das áreas naturais e florestas.

De forma geral, a substituição dos derivados do petróleo representam um grande desafio em função dos custos relativamente baixos dos produtos conhecidos e comercializados a décadas em escala incomparável aos recentes produtos de origem renovável.

No Brasil, quanto às opções energéticas, o uso do etanol, não obstante aos problemas de extrema ocupação de solo por esta monocultura, tem grande resultado na redução da emissão, dado que na condição de projeto de biomassa, o carbono emitido na explosão do motor a etanol, seria capturado pela planta em fotossíntese – produzindo uma compensação e bom equilíbrio de emissão e recuperação.

### 3.3 Eliminar elementos tóxicos ou mecanicamente perigosos para a vida

O desastre ambiental produzido por vazamentos de elementos tóxicos escreveu um grande capítulo na história da defesa do meio ambiental, não sem motivos ainda hoje trata-se da primeira preocupação das empresas dado aos riscos de colapso relacionado ao manuseio de produtos perigosos e da introdução dos mesmos nos produtos. [22]

Por este motivo uma série de normativas internas e publicas são produzidas para controle e garantia de isenção de produtos tóxicos, o sistema internacional de dados de materiais IMDS é um exemplo de normativa amplamente utilizada na cadeia industrial com grande efetividade.

É preciso observar que em função da não disponibilidade de produtos substitutos para todos os elementos com algum grau de risco ambiental, muitas atividades complementares são necessárias para o controle e minimização de riscos, como a logística reversa (baterias, pneus, lâmpadas e embalagens de químicos), que ganha gradativamente espaço no controle de mais itens.

A substituição de itens de grau maior por itens de grau menor em potencial de dano ambiental deve ser uma prática do projetista, que deve estar atendo as novas tecnologias de redução de impacto e novos materiais e processos limpos. Um grande mercado tem surgido diante da oportunidade de substituição destes ativos.

Uma outra razão para se realizar a boa prática são os custos daquilo que é chamado “rejeito”, em geral sua destinação é custosa (calcinação) em relação à destinação em aterro sanitário, previsto no Plano Nacional de Resíduos Sólidos [23].

### 3.4 Design para alta eficiência: Materiais eficientes

O prolongamento do tempo de uso de um produto é sem dúvida uma variável da maior importância no processo de desenvolvimento do produto ambientalmente amigável, na contraposição à profusão de produtos de qualidade reduzida oferecida ao mercado tendo como apelo o baixo custo. Sem entrar na perspectiva de mercado e como o amadurecimento do hábito de consumo pode vir a se desenvolver, a produção de produtos duráveis carrega consigo a desvantagem de reter por um tempo demasiado a tecnologia que rapidamente evolui e produz obsolescência antecipada em relação à durabilidade prevista inicialmente no projeto.

Trata-se do desafio principal do designer de produtos: a produção de um projeto que permaneça atual. De alguma forma isto ocorre em nichos de produtos de custo elevado, equipamentos públicos e esvaziados do fetiche e do apelo de consumo.

Como foi descrito acima na proposta da economia compartilhada, tais bens duráveis podem vir a ser de maior importância no consumo, na medida em que o próprio consumidor se veja na escolha entre produto e serviço.

Deixando esta questão de lado, é preciso também observar características contraditórias em certa forma, ao design clássico de produto ambientalmente correto: não é incomum que os produtos projetados para a durabilidade contenham elementos danosos ao meio ambiente em função de sua durabilidade.

### 3.5 Práticas sustentáveis para a inclusão social

A reciclagem de materiais esta relacionada à atividade da população em situação de risco, o recolhimento de materiais, no entanto, deu espaço a cooperativas organizadas pelo poder público no interesse de realizar alguma integração ao mercado de trabalho destas populações com impacto essencial à ação ambiental.

Além das políticas públicas alinhadas a cadeia de reciclagem, existem ainda as praticas sustentáveis realizadas espontaneamente pelas populações cuja produção tradicionalmente se apropriaram historicamente da ideia do equilíbrio natural. São populações dos povos da floresta, onde o extrativismo de produtos naturais potencializados pela biodiversidade – um bem ainda pouco explorado nos dias de hoje. São extratos essenciais, castanhas, fibras vegetais, plantas medicinais para a indústria de produtos das mais diversas aplicações.

A importância estratégica de ambas as frentes são potencializadas no campo da pesquisa acadêmica e, no caso da cadeia de reciclagem, não é possível pensar a reciclagem em termos gerais sem conhecer a cadeia social e em particular o equipamento de reciclagem nos quais os resíduos e produtos podem vir a ser processados.

Neste caso, valem as questões levantadas no projeto para a reciclagem mais a frente, onde a homogeneidade de materiais constitutivos, a desmontagem e a facilidade de manuseio possam aumentar a velocidade do processo de seleção, lavagem e compactação é realizada.

### 3.6 Design biodegradável, para assimilação de produtos na natureza

Os fabricantes de polímeros para filmes plásticos desenvolvem insumos para as tradicionais sacolas plásticas em diversos níveis de biodegradabilidade, que por sua vez consiste na característica de degradação das cadeias de polímeros com o propósito de voltar a integrar o meio ambiente na liberação das moléculas de carbono e hidrogênio.

Os conhecidos custos do produto e as desconhecidas consequências da destinação correta dos polímeros biodegradáveis, produziu alguma incerteza inicial na regulamentação de uso, por exemplo das sacolas plásticas de supermercados, em função da real capacidade de decomposição das sacolas plásticas no aterro. Citamos este caso para ilustrar que, na área dos polímeros apenas os itens de espessura reduzida são comuns nesta linha de biodegradáveis, os produtos de maior espessura e massa ainda não se apresentam como potenciais casos para aplicação do design biodegradável.

### 3.7 Design orientado para a cadeia de reciclagem existente, desmontável, materiais homogêneos e rotulados

O objetivo do Design voltado para a reciclagem é especificamente útil nos produtos de grande volume de produção que não podem ser substituídos por ações menos onerosas, o caso das embalagens é bastante representativo. Vejamos algumas ações usuais no projeto:

Manter a homogeneidade dos materiais – Em especial os materiais plásticos que contêm em sua composição cargas minerais para melhoria de suas características mecânicas acabam por perder sua possibilidade de serem reciclados, são em geral tratados como outros termofixos – não recicláveis. A perda da homogeneidade também impede que materiais metálicos como o cobre ou suas ligas mais comuns, latão e bronze sejam reaproveitados quando revestidos por algum tratamento superficial que os contamine com outros materiais metálicos. A razão pela qual a homogeneidade da fonte de reciclagem deve ser rigorosa está na dificuldade de prever as características finais do produto em sua segunda vida, na medida em que sua composição é incerta.

Outra linha de pensamento no design para reciclagem é o *design for disassembly*, [24] que parte da ideia de que os componentes de um produto devem ser facilmente desmontáveis, soma-se a isto a correta rotulagem de identificação além de manuais de desmontagem completos para conhecimento das usinas de reciclagem.

### 3.8 Termo reciclagem

As formas mais usuais de reciclagem passam pela desmontagem e reprocessamento dos componentes. Existe, no entanto, uma parcela que em geral é destinada ao aterro sanitário. A opção de recuperação energética, em geral, é utilizada em cadeias fechadas como a produção agrícola que produz grande massa que é reintroduzida para geração de energia.

A grande maioria dos resíduos urbanos, no entanto, são potencialmente de alto valor calórico e tais usinas são muito comuns em países centrais como solução aos aterros.

No caso dos ciclos fechados de cadeias de produção agrícola e até mesmo industrial, resíduos de poder calórico são introduzidos ao ciclo para geração da parcela de energia necessária ao processo total. O desenho da planta, a escolha dos materiais do processo são, em si as escolhas de projeto realizadas antecipadamente no desenho da planta.

No caso dos processos de termo aproveitamento do meio urbano, a seleção de materiais é realizada na usina e depende também da coleta seletiva implantada nas cidades. Neste caso a separação entre matérias comburentes e metais ou cerâmicos deve ser a preocupação maior da configuração do produto.

Considerações sobre as escolhas de projeto:

O Design voltado para a reciclagem parte do pressuposto que exista no espaço previsto por onde o produto pode vir a ser descartado, uma política de reciclagem ou um plano para execução do mesmo. Estas considerações devem ser obtidas junto ao departamento e marketing e venda, ou junto ao próprio cliente quando isto é possível. Os hábitos de consumo e descarte, a possibilidade do item em fim de vida vir a ser reutilizado após remanufatura deve ser levado em consideração assim como o tempo médio de uso e o mapa de danos sofridos em uso – todas estas informações devem servir para que o Design possa ser adequado a realidade da destinação ao produto, e mais além, observar alguma possibilidade de melhoria e oportunidade de negócio.

O maior volume de resíduo é composto de embalagens, mas deixemos para considerar a embalagem como um produto isolado, ou como componente do produto, de forma a pensarmos todos os produtos em caracterizações como: de ciclo curto ou ciclo longo, energizados ou não energizados, alta densidade ou baixa densidade, recicláveis ou não recicláveis etc.

Todas os desafios relacionados a esta função da seleção, separação e destinação inviabiliza por hora um horizonte de plena retroalimentação destes materiais, dentro de um ciclo econômico ideal – ou circular.

O volume de insumos está relacionado ao hábito de consumo, além da imensa quantidade de consumidores potenciais, que ainda não estão incluídos ao nível de consumo médio das populações dos países centrais aparece também como uma situação a ser planejada. No entanto, levando em consideração a afirmação de Michel Ashby [24], o mercado deverá se adaptar a situação de ausência, assim como se adapta a circunstância de disponibilidade de insumos. Em outras palavras; a falta de um determinado produto inicialmente faz com que este produto tenha seu preço aumentado, em seguida ele é substituído.

## Estratégias

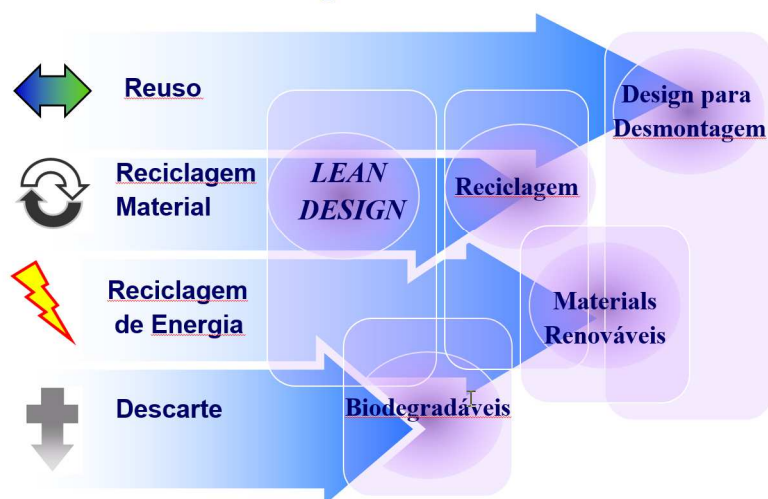


Figura 3 Interações entre destinação de resíduos e estratégias de Ecodesign. Fonte [26]

#### **4. Políticas governamentais e iniciativas sustentáveis**

O papel do Estado na implantação das políticas de recuperação e defesa do meio ambiente atinge, por exemplo a partir dos acordos internacionais de redução de emissões, um caráter além programático, ou seja, é independente das plataformas de governo, que se alternam. Existem sanções internacionais que balizam uma ação dentro de um programa mínimo acordado. Listamos a seguir algumas das práticas ambientalmente amigáveis mais importantes que deveremos sistematizar no próximo ponto.

##### **4.1 Redução de emissões**

Talvez a mais popular das metas, na atividade industrial possui uma ampla gama de restrições baseadas em substituição de fontes energéticas fósseis por energia renovável. Sendo a principal fonte de energia elétrica brasileira a hídrica, resta ainda em tempos de seca, a substituição das termométricas acionadas em circuito alternativo à limitação das hidroelétricas, sendo o insumo mais comum é o gás natural. No entanto, mundialmente, o carvão hulha e o petróleo e derivados ainda segue sendo amplamente utilizado, resultado de um modelo a ser superado.

Em situação menos impactante, mas diretamente voltado para a cadeia automotiva, o uso de polímeros e outros derivados do petróleo representa um desafio tecnológico consistente, na medida em que a base vegetal de produção de polímeros enquanto alternativa, embora tenha avanços consideráveis na produção de alguns polímeros, necessita ainda da ampliação da capacidade de elaboração de processos viáveis economicamente na produção da ampla gama de polímeros hoje utilizados.

##### **4.2 Reciclagem**

A reciclagem é uma bandeira ambiental que guarda limitações de ciclagem: não é possível reciclar eternamente nenhum material sem queda das características físico-químicas, aumento de contaminantes e, no caso dos polímeros termoplásticos, o dano às cadeias de monômeros durante o processamento (injeção) impede já na segunda vida de um produto, seja possível, manter as prescrições físico-químicas. Por esta razão, a reciclagem como prática é restrita muitas vezes a produção de dutos de saneamento em plástico, ou mesmo asfalto.

Os metais já possuem maior adesão, muito em função de fontes confiáveis da cadeia interna onde são coletados os resíduos.

A capacidade dos aterros sanitários, o custo e a inconveniência da lógica do descarte sem retroalimentar o sistema também confere principalmente à reciclagem, um a meta que busca compensar o que poderia ser chamado também de desperdício.

##### **4.3 Logística reversa**

É baseada na responsabilidade compartilhada entre consumidor e produtor, regulamentada pelo plano nacional de resíduos sólidos no que se refere em geral a produtos de potencial contaminante: baterias de veículos, pneus, embalagens de pesticidas e lâmpadas.

Há uma forte tendência de extensão da responsabilidade em especial do produtor recolher parcialmente o seu produto ao fim de vida. Tem-se contra esta necessidade, as dificuldades relacionadas ao espalhamento dos produtos pelo mercado e dificuldade de recolhimento. Tais

dificuldades diminuem a efetividade das intensões diante do problema, limitando a ação regulatória.

#### 4.4 Proibição de elementos tóxicos

Além de contaminastes a partir da destinação, as substâncias consideradas perigosas são também perigosas na extração. Segue uma tabela de exemplos dos graus de periculosidade de materiais comuns em projetos de produtos. O conceito geral é de que todos os materiais, mesmo os inertes possuem graus distintos de produção de dano ao meio ambiente, quando são enviados ao meio ambiente, considerando os níveis distintos de concentração.

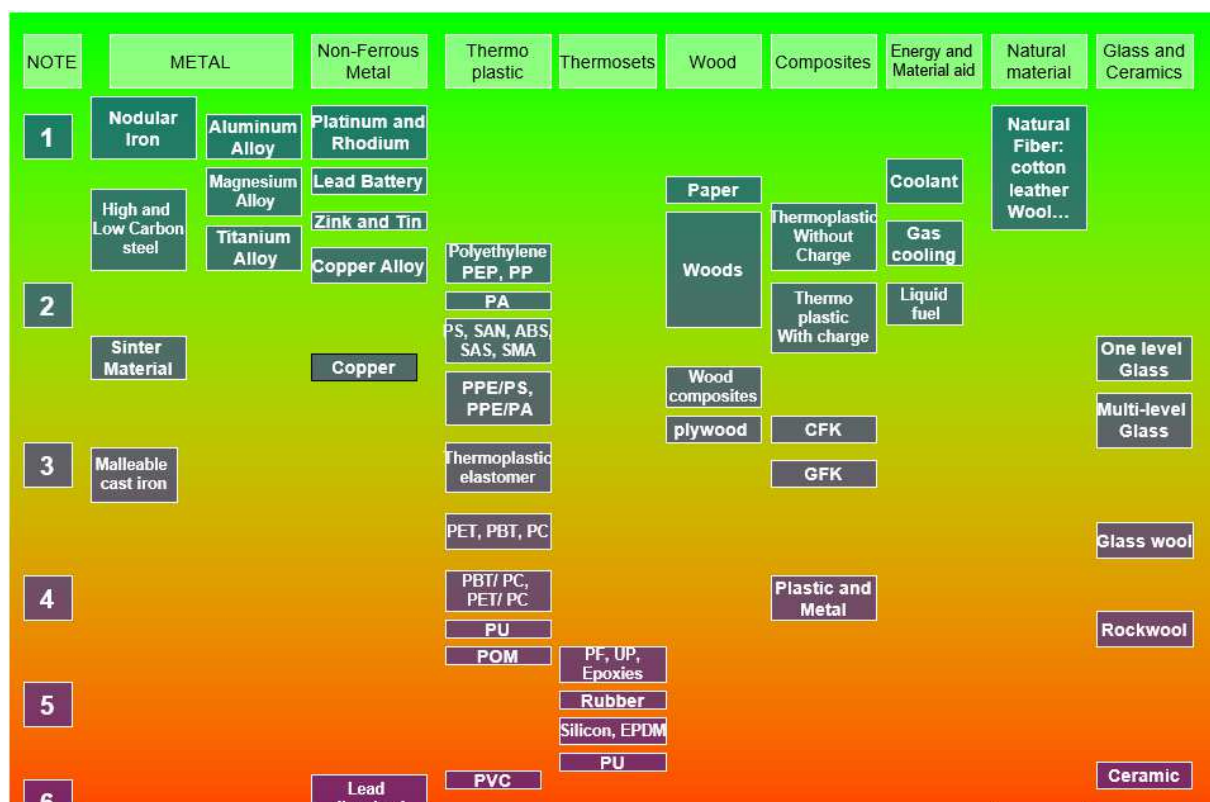


Figura 4: Quadro de grau de toxicidade de materiais. Fonte [21]

#### 4.5 Redução de consumo de água potável

Uma das questões conhecidas no meio ambiental descreve a dúvida entre utilizar um copo de vidro ou algumas centenas de copos descartáveis correspondentes ao tempo de vida do primeiro. Considerando que a quantidade de energia e massa para produzir as duas versões de copos se equivalêsse, a resposta viria com uma outra pergunta: o local onde se utiliza este copo, possui água em abundância? De fato, dependendo da disponibilidade de água para lavar o copo de vidro, considerando o dano causado pelo detergente, pode pender em favor ao copo de vidro ou, em caso de escassez e uma cadeia de reciclagem adequada para o copo plástico descartado, neste caso o copo plástico poderia ser ambientalmente mais adequado. Desta forma há uma

relativização da melhor solução sobre cada circunstância, neste caso a segunda pergunta seria então se existe água abundante.

O Design orientado para a redução de utilização da água deve levar em consideração não somente o uso estratégico da água durante a vida do produto, mas também a quantidade de água necessária para o processo de utilização deste produto, existem equivalentes de uso de água para cada material e processo, de forma que se possa prever o consumo de água a partir da escolha de material no momento do desenvolvimento do produto. [24][25]

#### 4.6 Reuso

“Projetar um produto que atravesse os tempos e ainda encante velhos e novos consumidores, que também incorpore e atualize novas tecnologias de segurança e às demandas crescentes do meio ambiente, seria um exemplo ideal do projeto cujo ciclo de vida não termina em resíduo. Mas trata-se de uma realidade tão distante quanto à geração zero de resíduos industriais, provavelmente porque contraria a segunda lei da termodinâmica onde os fenômenos físicos e químicos tendem inexoravelmente ao aumento da entropia.” [21]

Uma política pública incentivando o reuso é uma condição ideal que, como foi descrito para a produção do produto numa economia circular, representa a vida do produto em um círculo de manutenção contínua. Para tanto, um passo seria desenvolvido no sentido de melhoria: a atualização para que o produto não se torne obsoleto.

Devemos observar, no entanto, que existem contradições aparentes no projeto de produtos de grande durabilidade e sofisticação técnica: seus materiais igualmente devem ser de grande eficiência e não é incomum que estes materiais guardem em si componentes de alta toxicidade, como por exemplo os veículos elétricos que dependem de um maior número de baterias, tratamentos superficiais mais sofisticados, materiais compósitos etc. Por outro lado, inseridos numa eventual economia circular estes produtos, sendo melhor aproveitados, poderiam existir em menor número.

#### 4.7 Redução de massa

O design de projeto sofre com o passar do tempo, da influência direta dos materiais disponíveis e do estado da arte dos processos de produção, desta forma os utensílios respondem ao imperativo dos materiais disponíveis e tecnologia de seu tempo - no início da revolução industrial o ferro fundido era amplamente utilizado nas construções, máquinas e utensílios; continuamente estes produtos deram espaço ao aço liga, aços temperados, e aos produtos estampados - o que decorreu numa redução de peso significativa. A partir do desenvolvimento dos polímeros de produção em massa, é que estes produtos passaram a pesar uma centésima parte do que foram originalmente concebidos. No século passado, com a combinação de materiais compósitos e da computação gráfica foi possível simular o trabalho em campo destes produtos, favorecendo a redução e eliminação dos excessos e superdimensionamentos [26]. Por outro lado, o consumo cresceu exponencialmente, de forma a tornar nulo o ganho oferecido pela inovação tecnológica. O resultado é o crescimento contínuo na demanda por materiais e energia. Ainda que as novas tecnologias relacionadas a redução de massa, como por exemplo a promessa da nanotecnologia ainda tarda a se consagrar como uma revolução da técnica. Nesta perspectiva, busca-se novas visões sobre o tema e, no caso, a desmaterialização do consumo parece ser um caminho promissor.



## **5. Preço, Logística e Taxas**

Uma consideração a ser feita quanto a importância da visão sistêmica do negócio, é que ele se expande rapidamente para o plano global, entre as razões que assumem importância neste momento teremos por exemplo a importação de componentes, mercado global e localização da concorrência, taxas de importação e exportação – de uma outra forma, estas mesmas barreiras ou facilidades existem principalmente para compensar ou potencializar a fartura ou falta de matéria e energia, incluindo-se ali a força de mão de obra, qualificada, farta ou seu contrário. Na outra direção, os produtos se orientam sempre para os mercados mais qualificados para a venda. Desta forma podemos dizer que até aqui, o design de produto obedece a uma atração que os mercados desenvolvidos exercem e que desencadeiam ações em outros centros, estes últimos especializados na extração e processamento.

A estrutura de custos para formulação de um preço de componente é em grande parte obtida nas indústrias, de um ponto de vista contábil, através da determinação de valores ou porcentagens a serem aplicados nos custos variáveis (por exemplo: matéria-prima, mão de obra direta) e fixos (por exemplo: depreciação, salário do pessoal administrativo). [27]

Sob uma ótica voltada para o Ecodesign, a matéria-prima representa o elemento mais relevante, no entanto, devem-se considerar os custos que derivam dela, tais quais: fretes, despesas e taxas de importação, pois influenciam diretamente em negociações referentes a preços e volumes transportados.

Globalmente, ainda que os custos de movimentação pertençam a um campo versátil, devido às variantes deliberativas das necessidades e interesses de cada país, é possível estabelecer tipos de cenários de acordo com o desenvolvimento do país, suas políticas de importação e exportação e seus custos de distribuição de materiais e energia.

Conclui-se daqui que as regulamentações de contrato de trabalho, resultante da história de cada país, além das conveniências legais impostas à movimentação de componentes pelo globo podem sim determinar relevâncias em alguma medida fora da lógica do equacionamento calculado de energia e matéria em transformação, que é a base desnuda da industrialização - porém em termos essencialmente ambientais estas circunstâncias que podemos dizer culturais, no sentido artificial de suas razões, refletem naturalmente as suas contradições ao longo do tempo, porque a matéria-prima e a disponibilidade capacidade de transformação (energia e trabalho) acabam por se fazer pesar na determinação do fluxo.

## **6. Matriz: Ecodesign e Práticas sustentáveis**

A matriz que segue representa a percepção sobre a adesão das estratégias de design em relação às políticas mais comuns realizadas na perspectiva governamental ou privada. Para cada conexão entre linha e coluna, foi pontuada entre 3 e -3, que representa a mensuração da adesão do propósito “X” à ação “Y”, sendo que “3” representa “total adequação”, 2: “boa adesão”, 1: “adesão relativa”, 0: “indiferente”, -1: “aversão relativa”, -2: “aversão ruim” e -3: “oposição”.

Governo (objetivo)						Saúde pública/ redução do efeito estufa	Redução de aterros/ Saúde/ inclusão	Plano Nacional de resíduos sólidos	Plano Nacional de resíduos sólidos	Proteção de reservas	Proteção de reservas	Proteção de reservas/ redução de aterros	Proteção de reservas	
						Redução de emissões	Reciclagem	Logística reversa	proibição de elementos tóxicos	Baixa consumo energético	Redução de consumo de água potável	REUSO	Redução de peso	
Designer (ação)	Prática sustentável	ciclo	OK	NOK		REGENERAR				REDUZIR				
LCA ou uso de Ecoíndicadores - O uso do indicador EE (Embodied Energy)	LCA		Produtos de grande volume de produção, poucos componentes, bom valor agregado e alto impacto na destinação	alta complexidade, compostos, não recicláveis	ciclo longo	2	2	2	1	3	3	0	2	15
Design baseado em materiais renováveis	Redução de Emissões	C	Plásticos e combustíveis renováveis, reuso de produtos, reciclagem- Ex: plástico verde, etanol, produtos duráveis	embalagens, combustíveis e materiais de origem fóssil, produtos de ciclo curto, alto consumo de energia: alumínio, combustíveis fósseis, fundição, cerâmicas		3	1	-1	1	2	1	2	1	10
Design sem elementos tóxicos	Redução de elementos tóxicos	L	produtos de ciclo curto: plásticos e produtos de base renováveis, biodegradáveis.	produtos de ciclo longo e alto rendimento: borracha, baterias e cerâmicas		2	1	2	3	-1	1	-1	1	8
Materiais eficientes, desmontáveis, inovação para eficiência, modulares	Durável, eficiente e de possível manutenção	L	produtos de alto valor agregado, ciclo longo e alta eficiência: veículos de trabalho industrial, objetos de valor simbólico, orientação pública	produtos de ciclo curto, biodegradáveis, baixa intensidade de tecnologia: itens de consumo, não duráveis		2	1	1	-3	2	1	3	0	7
Design para a produção de produtos reciclados ou naturais, recuperação de reciclagem ou reuso	Inclusão Social	C	recicláveis de alto valor agregado, produção alternativa e renovável, fibras vegetais, produtos desmontáveis: latas de alumínio, papéis, artefatos de remanufatura de resíduos	produtos e embalagens de baixo valor agregado e baixa densidade, produtos controlados por toxicidade	ciclo curto	1	3	2	1	0	-1	1	-2	5
Design orientado para a cadeia de reciclagem existente, desmontável, materiais homogêneos e rotulados.	RECICLAGEM	C	Produtos desmontáveis, de alta densidade, monocomponentes	compostos, baixa densidade, biodegradáveis		2	3	2	2	-2	-2	-2	-2	1
Design para assimilação de produtos na natureza	Biodegradável	C	sacolas plásticas, embalagens, produtos de ciclo curto, monocomponentes	produtos de ciclo longo e alto rendimento, compostos, itens de alta eficiência, recicláveis		2	-1	0	3	-1	1	-3	-1	0
Design de materiais baixa toxicidade, de uso energético solar, originários de biomassa	Termoreciclável	C	produtos e embalagens de baixo valor agregado, compostos renováveis, sem itens com toxicidade	produtos de ciclo longo, biodegradáveis, baixo poder calorífico		-2	0	0	-1	3	1	-2	-2	-3
						12	10	8	7	6	5	-2	-3	

Matriz: Ecodesign e Práticas sustentáveis – Dados coletados em dinâmica de autores e profissionais da área.

Gerou-se então através da somatória de cada coluna e linha, uma coluna e uma linha dos valores acumulados - na lateral direita e abaixo que, quando ordenadas verticalmente e horizontalmente mostram no contraste das graduações do vermelho (para notas positivas) até o extremo branco (para notas negativas).

Observamos que no quadrante superior esquerdo concentram as conexões de maior identidade enquanto que as do quadrante inferior esquerdo concentram as de menor identidade, ou até a aversão entre propósito e ação.

Esta tabela foi construída em brainstorming entre profissionais diversos: entre eles engenheiros da área ambiental corporativa e acadêmica, assim como profissionais de logística, inovação e de produto – todos coautores do presente trabalho. Na sessão de pontuação, em função de um certo grau de subjetividade entre as opiniões relacionadas às notas, houve em muitos casos, dificuldade de julgamento em particular porque os objetos em avaliação não foram classificados em categorias ou ciclo de uso, como por exemplo: embalagens, veículos automotores, móveis, objetos de uso contínuo ou descartáveis. Mas a ideia central era também colocar em debate uma categorização entre os objetos de uso sem que os participantes da pesquisa fossem obrigados a ter a circunstância dada como inalterável, ou seja, que não se prestassem a aceitar que um determinado perfil de produto continuasse a existir, porque de fato, o pressuposto do design de produto é que ele seja a superação da realidade.

Para ilustrar alguns destes questionamentos resultantes do debate, podemos citar a questão da logística que surge na preocupação com os materiais das embalagens muito leves e volumosas, a inviabilidade dos processos de manutenção dos produtos de menor valor agregado e o custo da logística como principal barreira para o fluxo dos itens citados.

Na questão da eliminação de elementos tóxicos, centro da política de ação da legislação sobre resíduos sólidos: as baterias, a borracha vulcanizada, e os pesticidas geraram discussões sobre o quanto são vantajosos estes mesmos produtos quando se observa por outra perspectiva, a da

questão do veículo elétrico, na resistência a intempéries e até da capacidade de produção de alimentos favorecida, no caso dos pesticidas. De fato, há vantagens e inconvenientes nos muitos produtos que guardam em si potenciais poluentes altíssimos, também demonstram certa evolução diante das inovações e criatividade envolvida no design, por exemplo, o surgimento das lâmpadas de LED reduziram a ação pelo cuidado de recolhimento das lâmpadas, em especial as de mercúrio, criando um potencial de resolução de um problema aliado a redução de consumo energético.

Muitas vezes o limite da inovação como forma de resolução de problemas no entanto, são as circunstâncias reais de fornecimento e custo da técnica. Um exemplo disso é a oposição que se observa entre os quatro pares de práticas e efeitos do quadrante superior esquerdo e os seus opostos, localizados no quadrante em diagonal: justamente os que são outros quatro pares de práticas e efeitos de baixa adesão entre si.

Analisando os quadrantes de alta adesão e baixa adesão, características:

Quadrante de alta adesão (superior esquerdo) se referem a Ecodesign para produtos de ciclo longo e estão alinhadas com políticas de cunho regenerativo, ou seja, recompor o dano.

Quadrante de baixa adesão (inferior direito) se referem a Ecodesign para produtos de ciclo curto, além disso conflitam mais com políticas de cunho reducionistas. Ou seja, as estratégias relacionadas a diminuição de consumo de massa e energia.

Algumas constatações:

As políticas que de forma geral utilizam-se da estratégia de reduzir a extração de recursos tendem ao conflito com as estratégias de design cuja ideia central é planejar o resíduo, já que são produtos em geral de ciclo curto e o pressuposto de um anulária a atividade do outro, ou seja o paradoxo criado entre ações que conflitantes parece se tornar mais claro quando se compara a adesão entre ambos.

Já as políticas que utilizam o pressuposto de regenerar, possuem melhor adesão ainda aos bens duráveis, basicamente porque se completam.

Em uma palavra: Os bens de maior durabilidade, manutenção possível e grande eficiência em geral causam menos impacto dos que os bens de ciclo curto, que mobilizam grandes volumes na produção e, portanto, no descarte.

## 7. Conclusão

Com base nas tendências de desmaterialização dos processos de geração de energia, que se orientam em reduzir sua dependência ao combustível fóssil, diante de um cenário de profusão de produtos não materiais, aliados a administração da disponibilidade de uso de produtos materiais, devemos no mínimo estar atentos a uma nova forma de vivência urbana – baseado no desprendimento da base material como política ambiental e estratégica.

A matriz que relaciona políticas sustentáveis com ações de projeto ambientalmente amigáveis, apontam coincidentemente a melhor adesão entre objetivos de regeneração de danos ambientais com produtos mais duráveis, talvez porque sejam focados também no uso constante, compartilhado ou não, mas com capacidade de manutenção, protelando o descarte, ou seja um produto de ciclo longo. Por outro lado, a otimização do produto de ciclo curto, ainda que necessária, possui impacto limitado na matriz de objetivos ambientais.

Para exemplificar: poderíamos dizer que os veículos automotores numa concepção ambientalmente amigável e dentro da perspectiva da economia circular e compartilhada, tenderiam a qualidade extrema em termos de durabilidade, porque a taxa de ocupação poderia justificar seu custo, além de ser otimizada pela ocupação coletiva possível pelos recursos de administração da informação já disponíveis. O que justificaria a ideia de que a mobilidade é um produto além do veículo.

## 8. REFERÊNCIAS

- [1]CONTI, L. Ecologia Trabalho e Ambiente. 1.ed. São Paulo: Hucitec, 1986.
- [2]RIBEIRO, F.M.; KRUGLIANSKAS, S. A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. Anais do XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). São Paulo, 2014.
- [3] LAYARGUES, P. O Cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental; In: LOUREIRO, C.F.B., LAYRARGUES, P.P. & CASTRO, R. de S. (Eds.) Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. p. 179-219. São Paulo: Cortez. 2002.
- [4] HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M. & and MEKONNEN, M. M. The Water Footprint Assessment Manual London(UK), Washington DC(USA). Earthscan, 2011
- [5]SEVA FILHO, A. O. Para combater a poluição, pense globalmente dentro e fora da fábrica, equacione rigorosamente a matéria e a energia. pp. 9 a 23 , apresentação do livro de SILVA LORA, Electo “Prevenção e controle de poluição nos setores Energético, Industrial e de Transportes”, Edit. Interciência, R.J., 2002
- [6]SILVA LORA, E. Prevenção e controle de poluição nos setores Energético, Industrial e de Transportes”, Editora Interciência, R.J., 2002.

- [7] DEAN, W. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. 1. ed. São Paulo: Cia. das Letras, 2004.
- [8] HEMERY, D.; DEBIER, J.C.; DELEAGE, J. P. Uma História da Energia. Editora Universidade de Brasília, DF. 1986.
- [9] ASHBY, Michael F.; JOHNSON, Kara. Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011
- [10] DA ROSA, A.V. Fundamentals of Renewable Energy Processes, ELSEVIER, 2005.
- [11] Renewable Energy Focus Handbook, Academic Press Elsevier, 2009.
- [12] BRASKEN .Catálogo  
[http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Catalogo\\_PE\\_Verde.pdf](http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Catalogo_PE_Verde.pdf)
- [13] MARTINEZ ALIER, J. ; JUSMET, J.R., Economia Ecologica y Politica Ambiental. 2a.ed Mexico: Fondo de Cultura Econômica, 2001.
- [14] DAVIS, G. F. What Might Replace the Modern Corporation? Uberization and the Web Page Enterprise. *Seattle University Law Review* .Vol. 39-2: 501-515. 2016.
- [15] SUNDARARAJAN, A. The Sharing Economy: the end of employment and the rise of crowd-based capitalism. Cambridge, MA: MIT Press. 2016.
- [16] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION . Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015.
- [17] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Growth Within; a circular economy vision for a competitive Europe. SUN, McKinsey & Co. 2015.
- [18] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Uma Economia Circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial. 2017.
- [19] ISO 14040:2006 . Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework
- [20] YOSHIYASSE, C.S.; GARCIA, F. P.; DEDDING, R.; CAIRES, T.; SILVA, V. DESENVOLVIMENTO DE MOTOR ELÉTRICO BASEADO EM INDICADORES EMBODIED ENERGY COMO REFERÊNCIA DE PROJETO VIÁVEL E SUSTENTÁVEL. In Anais do Simpósio de Engenharia Automotiva (SIMEA), 2010.
- [21] YOSHIYASSE, C.; Mascota, D.; Ferreira, H.; SERVOS, P.; BECKER, R. Avaliação energética do uso do CCA (Cinza de Casca de Arroz) como alternativa de carga mineral na produção de defletores de ar. Uma reflexão sobre o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. In Anais do Simpósio de SAE, 2012.
- [22] RIBEIRO, D.V.. Resíduos: problema ou oportunidade? Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- [23] BRASIL. Lei n. 12.305 de 2012- Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília.
- [24] ASHBY, M.F. Materials and the Environment: EcoInformed Material Choice. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2009.
- [25] CARMO, R.L.; OJIMA, A.L.R.O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T.T. Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água. *Ambiente & Sociedade*. Campinas v. X, n. 1 p. 83-96. 2007.
- [26] YOSHIYASSE, C. S.; GARCIA, F. Design sustentável. In Anais do Simpósio de Engenharia Automotiva (SIMEA), 2009
- [27] MARTINS, E. Contabilidade de custos. Editora Atlas, SP. 2010.