

ENSINO DO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DA ANÁLISE DAS “VARIÁVEIS DA SUSTENTABILIDADE”

Renato Vizioli¹ ; Paulo Carlos Kaminski¹ ; Simone Helena Tanoue Vizioli²

¹ PECE – Programa de Educação Continuada – Escola Politécnica da USP
Edifício de Engenharia de Minas e de Petróleo
Av. Prof. Mello Moraes, nº 2373
Cidade Universitária - Campus Armando de Salles Oliveira
CEP 05508-900 – São Paulo – SP
renato.vizioli@bol.com.br

² UniABC – Universidade do Grande ABC
Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre
CEP 09080-501 - Santo André - SP
simonehtv@gmail.com

Resumo: *Este trabalho busca simplificar a visão do conceito holístico da sustentabilidade para estudantes e profissionais de Engenharia e de Ciências Exatas, baseando-se em uma ferramenta familiar ao estudante: as equações com múltiplas variáveis. Em um estudo conceitual, são colocados em conjunto os requisitos ambientais, as tecnologias disponíveis e cenários de escassez de materiais e de energia.*

Palavras chave: *Desenvolvimento de Produtos, Gestão de Ciclo de Vida do Produto, Sustentabilidade*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Farrell (1999), o conceito de sustentabilidade tem sido aceito em várias partes da sociedade, incluindo o governo, empresas, o meio acadêmico e o público, ainda que ações voltadas para a sustentabilidade mostrem inúmeros desafios aos executivos, para os quais a visão da empresa está ligada intrinsecamente ao lucro. A definição mais comum da sustentabilidade é (BRUNDTLAND et al, 1997) a de que as necessidades das pessoas de hoje devem ser atendidas sem que se comprometa a habilidade de futuras gerações para atenderem suas necessidades. A sustentabilidade requer segundo Farrell (1999), mudanças substanciais nos meios de produção e nos padrões de consumo – redução da poluição, do desflorestamento, pesca em mar aberto, etc.

Da convivência harmônica entre os três objetivos, resulta a sustentabilidade. Portanto, na visão de Farrell (1999), a sustentabilidade não se restringe a condicionantes imediatos tão somente, como parece ser o resultado financeiro, mas, no longo prazo, abrange temas que são muito mais complexos e, ainda, desvinculados das atividades ordinárias de uma empresa, como a sociedade e o ecossistema nos quais ela se insere. Estes assuntos vão, pouco a pouco se tornando senão assimilados, obrigatórios.

Fazendo um paralelo, com o foco sendo o meio ambiente, é preciso haver também, meios de se obter o conhecimento sobre este tema. As empresas têm percebido rapidamente que o meio ambiente tem sempre razão: senão diretamente, através das matérias primas que se exaurem ao serem exploradas em demasia, pela mobilização da sociedade que, ao perceber o

descuido de uma empresa com relação ao meio ambiente, deixam de ser clientes e levam a empresa ou a tomar ações corretivas ou ao encerramento das atividades.

O conhecimento das variáveis que determinam a sustentabilidade ambiental e a capacidade de mensurá-las configura-se como um ponto de partida para a elaboração de uma estratégia com foco no meio ambiente. A definição destas variáveis ambientais foi feita por diversos autores, tais como no documento Agenda 21 (1994) em textos sobre gestão de ciclo de vida do produto e projeto de produto (GRIEVES, 2006; ABELE, 2005) em livros sobre avaliação do ciclo de vida (CHEHEBE, 1998; MANZINI e VEZZOLI, 2002), artigos (HOLDREN e EHRLICH, 1974; HART, 1997) e livros para o grande público (DIAMOND, 2005).

2. VARIÁVEIS DA SUSTENTABILIDADE

A classificação da sustentabilidade como se fosse uma equação com uma série de variáveis não é comum de ser encontrada: pelo menos não nesta forma exata. Abele (2005) cita quatro variáveis: o tempo, a qualidade, o custo e a ecologia como aspectos a serem observados na atividade do projeto de produto, porém não como componentes de uma equação.

Chehebe (1998) e Manzini e Vezzoli (2002) abordam prioritariamente as formas de obtenção de materiais, energia e o fim da vida útil do produto, quando ele volta ao meio ambiente ou é reciclado. Desta vertente, a do ciclo de vida do produto desde sua produção até seu consumo, surgem as variáveis da disponibilidade de matéria prima, necessária para a produção, a variável das tecnologias disponíveis, posto que, a partir delas obtém-se ou maximiza-se a obtenção de energia, bem como se aproveitam de melhor forma os materiais disponíveis, o consumo, representado pela aquisição e utilização do produto e a disposição na natureza dos resíduos após o fim da vida do produto.

Outras fontes para a determinação das variáveis são os documentos voltados para a preocupação ambiental, notadamente a Agenda 21 (1994). No capítulo 4 da Agenda 21, é discutida a necessidade de mudança dos padrões de consumo, e, nos capítulos 2, 3 e 5 são considerados os temas da distribuição de riquezas (ou combate à pobreza) como forma de padronizar o consumo e evitar distorções, e a questão demográfica. No documento, também é enfatizada a promoção do comércio sem barreiras e do estímulo aos fluxos de riqueza principalmente para aqueles países mais desprovidos. A variável: tamanho do consumo e hábitos de consumo é identificável neste documento.

Em Diamond (2006), vários exemplos de ascensão e queda de civilizações, mostram como o consumo de recursos finitos sem planejamento e por populações crescentes leva ao colapso civilizações. Diamond (2006) acentua a questão da escassez de oferta diante do exagero da demanda. O autor ilustra como a má utilização de tecnologias ou a falta delas faz com que seja atingido um ponto no qual o meio ambiente perde a capacidade de se regenerar diante da ação do homem, ou da população que o consome.

Holdren e Ehrlich (1974) explicitam uma equação segundo a qual o “impacto ambiental total” (IAT) causado pela atividade humana sobre o meio ambiente é determinado pelo produto de três variáveis: a população (P), o consumo (C) e a tecnologia (T) que representa as formas como é criada a riqueza. A equação (1) expressa esta relação.

$$IAT = P \times C \times T \quad (1)$$

Para Holdren e Ehrlich (1974), os três conceitos envolvidos na equação (1) são componentes importantes para a tomada de decisão, por todos aqueles que, de alguma forma estejam envolvidos com a utilização de recursos da natureza, com o consumo de um modo geral e com o monitoramento do crescimento da população. Ainda que não contemplada na

equação (1), a poluição é vista por Holdren e Ehrlich (1974) como um dos principais fatores de deterioração do meio ambiente.

Hart (1997) utiliza a equação proposta por Holdren e Ehrlich (1974) e aprofunda análises sobre a componente T de tecnologia. Para Hart (1997), a tecnologia é o aspecto que oferece maior flexibilidade ou variabilidade, podendo, portanto atuar como um redutor dos impactos ambientais. Hart (1997) atribui às empresas a responsabilidade de utilizar melhores tecnologias, às quais chama de eco-tecnologias, para que se evite o esgotamento do ecossistema terrestre, bem como credita a estas empresas os inúmeros avanços advindos do que ele chama de consciência verde.

Segundo Hart (1997), para alcançar a sustentabilidade é necessário estabilizar ou reduzir a carga ambiental. Isso pode ser conseguido com a redução da população mundial e do nível de consumo ou da alteração fundamental da tecnologia usada para a criação da riqueza. Para Hart (1997), a redução da população humana não parece exequível sem medidas políticas de cerceamento ou a ocorrência de uma crise de saúde pública que origine uma mortalidade em massa.

Também segundo Hart (1997), reduzir o nível de consumo, só aumentaria o problema, porque, segundo ele, a pobreza e o crescimento populacional ocorrem ao mesmo tempo. Assim, para estabilizar a população humana seria necessário melhorar a educação e o nível econômico dos pobres, particularmente o das mulheres em idade fértil. Hart (1997) conclui que a economia mundial teria que crescer cerca de dez vezes, apenas para satisfazer as necessidades básicas de uma população constituída por 8 a 10 mil milhões de pessoas.

Portanto, para Hart (1997), a opção de mudar a tecnologia usada para criar os bens e serviços que constituem a riqueza do mundo é a forma mais viável de se atingir a sustentabilidade. Para Hart (1997), as mudanças nos meios de produção que a evolução da tecnologia permite são a melhor forma de se manter o equilíbrio no meio ambiente.

Farrell (1999) apresenta a sustentabilidade sob o ponto de vista biogeofísico, como mostra a Figura 1, sendo resultante do equilíbrio entre entradas e saídas do ambiente no qual se insere o ser humano (biosfera). As implicações deste modelo, conforme descritas por Farrell (1999) vão da transformação dos materiais existente na natureza em bens a serem consumidos pelos seres humanos, passando pelo aspecto crítico do esgotamento destes materiais e resultando em dissipação de calor e na geração de resíduos que retornam ao meio ambiente.

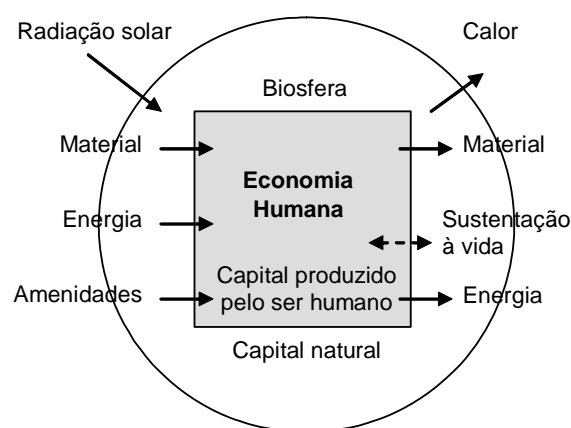


Figura 1: Sustentabilidade como conceito biogeofísico

Fonte: FARRELL (1999).

Comparando o conceito biogeofísico exposto por Farrell (1999) com o ciclo de produção e consumo explorado, por exemplo, por Chehebe (1998) e mostrado na Figura 2, alguns componentes se destacam e definem as formas como as civilizações traçam suas passagens pelo planeta. Uma possível equação para este ciclo apresenta algumas variáveis:

- tamanho da população que consome;
- hábitos de consumo da população que consome;
- disponibilidade de matéria prima;
- tecnologias disponíveis e
- detritos que retornam ao meio ambiente.

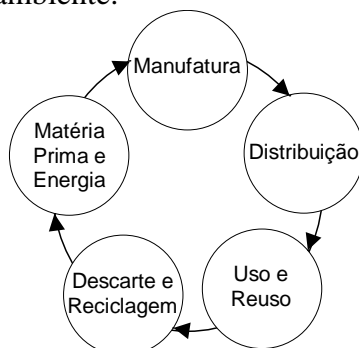


Figura 2: As etapas da vida do produto (produção e consumo).

Fonte: CHEHEBE (1998).

Algumas das relações possíveis entre as variáveis são simples de serem compreendidas, ou seja, quanto maior a população, maior o nível de consumo, obrigando a uma maior produção e conseqüentemente a um maior dispêndio de matéria prima. Quanto maior a disponibilidade de matéria prima, mais a população cresce e mais dispendiosos os hábitos de consumo. Quanto mais avançadas as tecnologias, melhor é o aproveitamento de matérias primas e melhor é o nível de consumo – note-se que isto implica em que a tecnologia envolva também mudança de cultura; e nações com mais cultura ponderam melhor seus hábitos de consumo. A tecnologia também define o volume de detritos que retornam ao meio ambiente após a produção e o consumo de produtos pelas populações. Idealmente, portanto, quanto melhor o estado da tecnologia disponível, menor a quantidade de detritos gerada ao fim do processo.

Outras relações não são tão óbvias. Assim, a redução do consumo, por mudança de hábito pode ou não implicar em crescimento da população, e isto depende do nível da tecnologia. Também é possível se dizer que as variáveis têm um intervalo de grandeza: as matérias primas são finitas, e, até certo ponto conhecidas em seus limites. A população pode crescer até um determinado número, além do qual, nas condições conhecidas hoje, torna-se inviável. Os hábitos de consumo têm uma variação mais elástica, e, sabe-se de populações que vivem com recursos ínfimos como alguns esquimós ou tribos na África, enquanto outras são capazes de consumir muito mais do que suas necessidades fisiológicas requerem. Finalmente, a tecnologia tem se mostrado a variável mais aberta, podendo promover mudanças rapidamente e podendo alterar o “equilíbrio” entre as demais variáveis.

Os hábitos de consumo dizem respeito à forma como cada indivíduo e o conjunto da população se comportam com relação ao consumo. Associa-se também ao “estilo de vida” ou “padrão de vida”. Normalmente, povos considerados mais ricos (primeiro mundo) têm hábitos de consumo que demandam mais produtos, ou, por exemplo, gastam mais água em suas atividades diárias, ou mais combustível em sua locomoção, no aquecimento das casas, etc. Por outro lado, povos mais pobres suprem suas necessidades com uma menor demanda, seja comendo menos, usando poucas variedades de roupas, etc. Ou seja, esta segunda variável potencializa a primeira. Pode-se compreender esta variável, por exemplo, analisando o estudo de Maslow (1943) sobre teoria da motivação.

A disponibilidade de matéria prima é o estoque existente na natureza, seja em termos de produtos não renováveis ou renováveis. Sabe-se que os produtos não renováveis irão

inevitavelmente se esgotar e, a partir de então terão que ser substituídos por similares (caso existam). Já os renováveis, podem ser utilizados de tal forma que sejam sempre repostos. Porém, se o consumo aumentar em função das duas primeiras variáveis, dificilmente será possível conservar a resiliência destes materiais, e eles também esgotar-se-ão.

A variável das tecnologias trata de como utilizar os recursos naturais disponíveis, os materiais já processados, e, eventualmente de como moldar hábitos de consumo de maneira a reduzir o dispêndio de matérias primas.

Finalmente, a variável dos detritos que retornam ao ambiente diz respeito àqueles materiais que voltam ao meio ambiente modificados após sofrerem processos químicos e/ou físicos, de tal forma que se tornam nocivos ao ambiente, seja por serem tóxicos, seja por bloquearem ou reduzirem a capacidade de regeneração do meio ambiente, como é o caso dos gases causadores do efeito estufa ou dos aterros sanitários.

2.1 Tamanho do consumo

A primeira das variáveis é o tamanho das populações que consomem, ou seja, quantas pessoas são responsáveis pelo consumo dos mais diversos produtos. Ainda que, no início da humanidade, houvesse abundância de produtos, não quer dizer que não houvesse dificuldades em obtê-los, seja porque o ser humano apresentava limitações, seja porque os poucos seres humanos desejavam obter sempre os mesmos produtos, causando a extração exagerada e a conseqüente escassez.

Mas este aspecto tornou-se, de fato, relevante, quando as populações atingiram cifras consideráveis em comparação com os meios ambientes que as suportavam ou suportam. Há exemplos em profusão, e são descritos ao longo da história. Diamond (2005) cita em seus estudos vários deles, e, somente a título de ilustração, o caso da ilha de Páscoa permite avaliar o quanto é importante a questão do tamanho da população. Nos quase mil anos de existência de uma civilização na ilha de Páscoa, ocorreu um natural “ciclo-de-vida”, no qual inicialmente havia muita dificuldade, porém, em função da abundância de recursos, a propensão ao crescimento e desenvolvimento da população foi muito grande. Por um longo período, a civilização encontrou-se estabilizada, e desfrutando das facilidades e amenidades da remota ilha do Pacífico.

O excesso de consumidores tornou-se um problema mesmo que os habitantes tivessem plena consciência de tudo isso. A história conta que, em determinado momento, os diversos clãs que dominavam a ilha, organizada territorialmente como uma grande pizza dividida em fatias, começaram a competir entre si, por qual razão não se sabe, mas provavelmente foi um prenúncio de escassez, e, o clã que se sobressaísse teria maior acesso aos recursos restantes.

Neste momento, quando a única forma de sobrevivência teria sido a união e a busca de uma solução de sustentabilidade, os diversos clãs legaram as fabulosas estátuas da ilha de Páscoa em detrimento de sua própria sobrevivência. No afã de se mostrar superior, cada clã tentou fazer mais e maiores estátuas, e nesse processo, esgotaram por completo os recursos da ilha. Entre a obtenção das pedras, seu entalhe e o transporte das esculturas semi-acabadas até a plataforma na qual repousaria, a empreitada consumia milhares de troncos utilizados como roletes, como alavancas ou para combustão. Também requeria dezenas ou centenas de homens fortes e bem alimentados por um longo período de tempo.

Não se pode afirmar categoricamente o que levou a ilha de Páscoa a se exaurir, mas, há provas e relatos de que os últimos habitantes da ilha adotaram práticas de canibalismo para suprir as necessidades mínimas nutricionais, isto em meio a uma paisagem desértica e desolada.

Se o planeta for visto como uma ilha da qual não se pode sair, e, por enquanto é exatamente desta forma que ele se configura, será preciso enfrentar as mesmas questões populacionais dos cidadãos pascoenses.

O Primeiro Relatório ao Clube de Roma: Os Limites ao Crescimento (MEADOWS, 1978) apontou de forma mais estruturada o relacionamento entre consumo e disponibilidade de recursos.

A análise destes relatórios, principalmente hoje, após três décadas, é sempre permeada por críticas sobre os critérios adotados, porém, o alerta teve sua função e despertou a importância do assunto. De qualquer forma, algo interferiu na curva de crescimento populacional. Segundo estimativas da ONU (UNITED NATIONS, 2005), no ritmo atual, a população mundial alcançará 9 bilhões de habitantes por volta da metade do século XXI, o que, se confirmado, representará dificuldades consideráveis de sobrevivência.

No Gráfico 1 vê-se que a curva global de crescimento prevista pela Divisão de População do Secretariado das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2005) mantém-se em uma inclinação praticamente constante que representa um crescimento de cerca de 80 milhões de pessoas por ano, ou seja, praticamente a metade da população do Brasil.

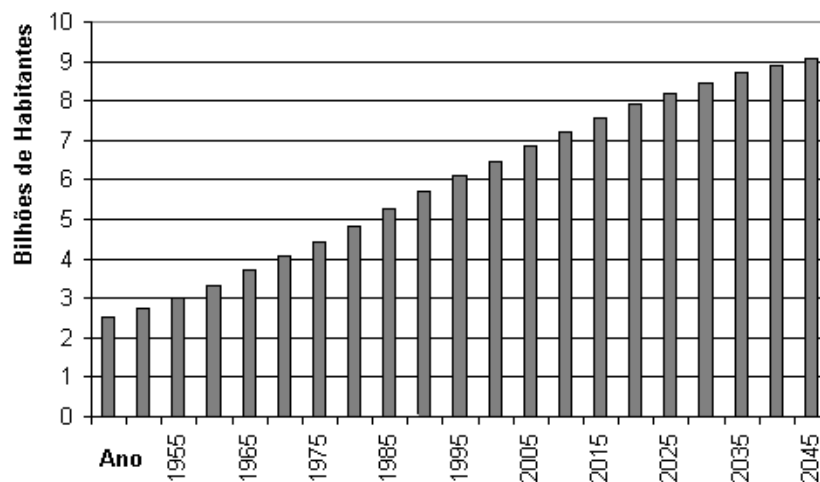


Gráfico 1: População global no estimado no meio do ano.

Fonte: UNITED NATIONS (2005).

Somente por volta de 2040 a curva apresenta um declínio de crescimento e uma tendência de estabilização por volta dos 10 bilhões de habitantes. Resta saber qual o comportamento posterior da curva, se vai declinar lentamente até que seja encontrado um ponto ideal, ou sustentável, se cairá bruscamente em função de uma escassez generalizada de recursos, ou se, diante de novas realidades hoje desconhecidas, tornará a crescer. Os diversos grupos que se dedicam ou já se dedicaram a este estudo, dentre os quais os citados Clube de Roma e a própria ONU tem visões muito mais propensas ao equilíbrio populacional ou ao declínio, porém, não se pode ignorar o fato de que em períodos curtos da existência da humanidade, e, particularmente no século XX, ocorreram mudanças tão bruscas no modo de vida, nas formas de produção e nas relações humanas que, é possível se vislumbrar novas realidades baseadas em preceitos muito diferentes dos que se está habituado hoje em dia.

Na Tabela 1, também elaborada pela Divisão de População do Secretariado das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2005), nota-se que nas regiões consideradas desenvolvidas, que incluem praticamente toda a Europa Ocidental, os Estados Unidos, o Canadá e o Japão, a população atingiu um patamar de estabilidade por volta de 1,2 bilhões de pessoas, e, segundo

as perspectivas, haverá uma possível redução na população por volta de 2030 em diante. Isto é bastante factível e já ocorre hoje em países como Itália e Japão.

Tabela 1: População estimada no meio do ano por região.

Ano	População Mundial (milhares de habitantes)	Regiões Subdesenvolvidas (milhares de habitantes)	Regiões Desenvolvidas (milhares de habitantes)
1950	2.519.470	1.706.698	812.772
1960	3.023.812	2.108.512	915.300
1970	3.696.588	2.688.915	1.007.673
1980	4.442.295	3.359.755	1.082.539
1990	5.279.519	4.130.947	1.148.572
2000	6.085.572	4.892.218	1.193.354
2010	6.842.923	5.617.246	1.225.678
2020	7.577.889	6.333.475	1.244.413
2030	8.199.104	6.948.446	1.250.658
2040	8.701.319	7.454.248	1.247.071
2050	9.075.903	7.839.702	1.236.200

Fonte: UNITED NATIONS (2005).

Já nos países considerados nas regiões subdesenvolvidas o ritmo de crescimento é muito grande e resultará, segundo o estudo da ONU em um aumento de quatro vezes a população em um período de 100 anos. Nesta região estão incluídos países como a China e a Índia, que juntas representam cerca de um terço da população global.

A questão sobre ser este crescimento da população um problema foi, muitas vezes respondida afirmativamente, e as ações para se tratar o caso foram também, muitas vezes erradas, representando até extermínios de populações.

Para muitas religiões, e, notadamente para a religião Católica, qualquer forma de restrição à reprodução humana deve ser vista como um desvio inaceitável, e, não cabe a este trabalho questionar este dogma.

Por outro lado, no documento da Agenda 21, elaborado na conferência internacional RIO 92 (AGENDA 21, 1992), também fica claro o mesmo posicionamento, demonstrando que qualquer restrição ao desejo de reprodução deve ser repudiada.

A variável demográfica ou populacional é abordada no capítulo 5 da Agenda 21. Os dados apresentados pelo documento dão conta de que a população mundial excederá a 8 milhões em 2020 (estimativa, portanto, superior à da ONU). Com relação à distribuição, 60% vivem em regiões litorâneas. Também, segundo o documento, os dados demográficos devem ser divulgados e alertados tanto quanto os de consumo.

Continuando, os principais focos de estudos que devem ser promovidos são com relação às populações migrantes, aos impactos causados em diferentes regiões por diferentes populações, às populações mais vulneráveis ou dependentes de recursos naturais, a aspectos étnicos e ao fator idades.

Não há qualquer tipo de sugestão pelo documento da Agenda 21 de limitação ou cerceamento do crescimento demográfico. No item 5.49, ao contrário, são incentivados programas de saúde reprodutora, com o intuito de reduzir a mortandade maternal e de recém nascidos, bem como a possibilidade das mulheres e homens decidirem, de acordo com suas aspirações pessoais, o tamanho de sua família, mantendo valores de liberdade e dignidade.

A China, entretanto, adotou por meio de leis, medidas drásticas para deter o crescimento populacional. O planejamento familiar é feito observando severas leis. Segundo material do próprio governo chinês consultado no site oficial do governo, o problema do controle populacional já era uma preocupação em 1979 quando Deng Xiaoping promoveu a idéia de se

criar uma legislação sobre o tema. Entretanto, somente em 2002 criou-se uma lei cujos pontos principais são: um casal de chineses somente pode ter um único filho. Caso o primeiro filho for do sexo feminino, o casal poderá ter um segundo filho.

Ficaram notórios alguns desvios e adaptações feitas à lei, como por exemplo, o abrandamento destas condições para casais que moram em grandes centros urbanos desenvolvidos, como é o caso de Xangai, ou a liberação para casais cujo marido ou a esposa tenham grau de mestre, ou ainda as inúmeras fugas de casais para países vizinhos e a posterior volta após terem tido um filho registrado fora da China. De qualquer forma, as maiores restrições se dão na esfera financeira, pois todos os serviços, como educação e saúde devem ser pagas para o segundo filho e com valores quase sempre inacessíveis ao chinês comum.

A discussão sobre controle de natalidade ou planejamento familiar não é nenhuma novidade, porém, agrava-se com a escassez cada vez maior de recursos. Em circunstâncias de colonização de regiões antes desabitadas, as famílias deveriam ser grandes, e, quanto mais filhos, mais fácil era a sobrevivência e o crescimento da riqueza. No Brasil, até a cerca de 50 ou 60 anos atrás, era comum ver-se famílias com 10 ou 12 filhos, nas quais cada um exercia uma função e todos se ajudavam. Com a abundância de terras, a forma mais simples de domínio territorial era esta, porém, com o processo de industrialização e urbanização, os custos para se manter famílias tão grandes com níveis de vida compatíveis com as novas tecnologias começaram a ficar impraticável.

No Brasil, as políticas de planejamento familiar adotam uma postura de instrução e esclarecimento, tendo em vista permitir às crianças o acesso à educação, saúde, alimentação e condições de pleno crescimento.

Em outros países, cujo problema de distribuição de rendas não parece tão grande quanto no Brasil, como a Alemanha, Itália e França, a população já se estabilizou e apresenta inclusive declínio, apenas não tão acentuado em função de fluxos migratórios externos. O processo de estabilização nestes países não se deu em função de políticas governamentais mas sim a partir de uma conscientização coletiva fruto de muitos anos de aprendizado seja empírico seja formal sobre as dificuldades crescentes de se manter uma família e principalmente nos níveis de vida exigidos nestes países.

2.2 Os hábitos de consumo

Esta segunda variável guarda uma analogia com o conceito de densidade, ou seja, o quanto cada indivíduo ou grupo de indivíduos é capaz de contribuir no consumo de recursos. Sempre houve uma distinção entre os que esbanjam ou desperdiçam e os que economizam ou têm restrições de consumo. Individualmente isto é claro, porém torna-se grave quando ocorre coletivamente e é causado pelas diferenças sociais. Sociedades mais ricas consomem mais do que as pobres, e, sociedades dominadoras além de consumirem mais não permitem que os dominados consumam.

Nas várias formas de divisão política do planeta, o componente financeiro sempre se fez presente, assim, no Império Romano havia a capital que era pródiga em desperdícios e as colônias dominadas que pagavam tributos para sustentar a capital. Ao tempo dos navegadores da Espanha, Portugal e Itália, os países europeus extraíam riquezas das colônias para sustentar cortes requintadas, e, mais recentemente, a divisão do globo em blocos econômicos permite enxergar diferenças gritantes nos hábitos de consumo entre os países considerados ricos, os em desenvolvimento e os pobres.

Segundo documento recente do Clube de Roma (CLUBE DE ROMA, 2002) os 20% mais ricos da população mundial consomem 86% dos recursos naturais, e metade da população global vive na pobreza. Como seria esta relação em um planeta sustentável? Quais grupos teriam maiores chances de sobrevivência?

Mais uma vez a China aparece como um exemplo intrigante e assustador: intrigante porque, na tentativa de evitar diferenças sociais submeteu-se a um regime comunista rigoroso. Como resultado, o povo chinês passou e passa por privações e desafios que em nada se parecem com os princípios de uma vida digna. Assustador porque, mesmo mantendo o regime comunista, o país se configura hoje como uma nação capitalista ao extremo, fazendo da industrialização e da exploração indiscriminada de recursos sejam da natureza, sejam da mão de obra chinesa o trampolim para elevar o país à condição de primeiro mundo, e, com isto, melhorar o nível de vida de seu povo.

O preço a ser pago por isto, pela elevação da China à condição de país de primeiro mundo pode ser eventualmente o esgotamento muito mais rápido dos recursos naturais disponíveis no mundo, porém, é algo que parece irreversível, pois, a natureza humana demonstra a necessidade de satisfação de suas vontades que, por sua vez, obedecem a condições comparativas, conforme avaliado a seguir.

Teoria motivacional versus consumo

Assim como na teoria motivacional, proposta por Maslow (1943) pode-se analisar os hábitos de consumo através de uma pirâmide. Atentando para a pirâmide proposta por Maslow, a base, mais larga, representa as necessidades fisiológicas, relacionadas à respiração, alimentos, água, sexo, sono, equilíbrio do corpo e excreções. Esta base envolve, portanto um consumo das mais variadas origens e não pode ser substituído e nem eliminado.

Na sobrevivência do ser humano, todos estes elementos são indispensáveis, e todos os seres humanos os requerem. Há, entretanto, variações em termos de quantidades. Organismos se sustentam com mais ou menos comida ou ar, ou líquidos, porém, tomando-se uma população média, as necessidades biológicas são bastante constantes e mensuráveis.

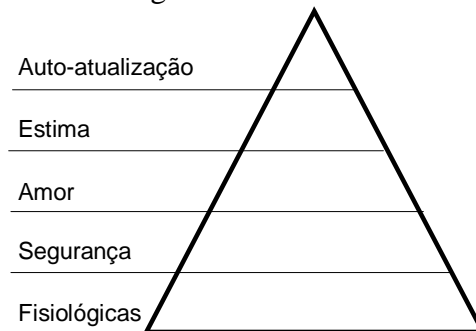


Figura 3: Pirâmide de Maslow com os cinco níveis de motivação.

Na teoria motivacional, pessoas que se localizam neste patamar da pirâmide (Figura 3) tendem a substituir desejos ou vontades por necessidades ali localizadas, ou seja, indivíduos tendem a substituir problemas ou buscar soluções para o mesmo através de comida, bebida, sexo, sono, etc. Isto é suficiente.

Nas nações consideradas do primeiro mundo os cidadãos (ou grande parte deles) já atingiram o topo da pirâmide. Ações motivacionais, nos moldes propostos por Maslow, tornam-se inócuas. Da mesma forma, os hábitos de consumo atingem um ápice, e conduzem a uma degeneração do ser humano. Na busca pela satisfação individual ou coletiva, muitas vezes surgem manifestações de depressão ou de conformismo com relação ao “status quo”. Países ricos apresentam problemas de suicídio, de consumo de drogas, redução de taxas de natalidade ou de emigração. Por outro lado, são alvos de imigrantes vindos de locais pobres, e, contra isto, impõem barreiras diversas.

2.3 Disponibilidade de recursos

Limits to Growth (MEADOWS, 1972), Limites do Crescimento, do Clube de Roma foi um dos primeiros documentos, em 1972, a alertarem para o esgotamento de recursos a partir de estudos sobre consumo. Existe uma relação entre consumo e recuperação do meio ambiente (também chamada de resiliência), segundo a qual, a partir de um determinado patamar de consumo torna-se inviável a recuperação do meio ambiente aos mesmos patamares anteriores ao consumo. Este desbalanceamento gera, em uma situação extrema, o esgotamento dos recursos.

O grupo elaborou uma tabela (ver Tabela 2) na qual estão relacionados alguns dos materiais mais utilizados na produção de bens e que são considerados não renováveis. Na tabela, a segunda coluna mostra a quantidade do produto existente e conhecida na época em que a tabela foi elaborada (em 1972). Este número, por si só já era bastante duvidoso, devido à dificuldade em se estimar valores em países que não permitiam tais divulgações, notadamente os países comunistas.

Na coluna seguinte, o índice estático, mostra quantos anos durariam as reservas caso as taxas de utilização ou consumo dos materiais permanecessem as mesmas.

A coluna de taxas projetadas de crescimento diz respeito ao aumento do consumo de cada material por ano.

Tabela 2: Projeção de consumo das reservas de materiais não renováveis.

Recurso	Reservas globais conhecidas	Índice estático (anos)	Taxas projetadas de crescimento (% por ano)			Índice exponencia com 5 X as reservas l (anos)	Índice exponencial conhecidas (anos)
Alumínio	1.17X10 ⁹ tons	100	7.7	6.4	5.1	31	55
Aço	1X10 ¹¹ tons	240	2.3	1.8	1.3	93	173
Chumbo	91X10 ⁶ tons	26	2.4	2.0	1.7	21	64
Gás natural	1.14X10 ¹⁵ cu ft	38	5.5	4.7	3.9	22	49
Petróleo	455X10 ⁹ bbls	31	4.9	3.9	2.9	20	50
Platina	429X10 ⁶ troy	130	4.5	3.8	3.1	47	85
Prata	5.5X10 ⁹ troy	16	4.0	2.7	1.5	13	42
Estanho	4.3X10 ⁶ lg tons	17	2.3	1.1	0	15	61
Tungstênio	2.9X10 ⁹ lbs	40	2.9	2.5	2.1	28	72
Zinco	123X10 ⁶ tons	23	3.3	2.9	2.5	18	50

Fonte: MEADOWS (1972).

De qualquer modo, sendo a perspectiva mais ou menos grave, em quase todos os casos, o aumento do consumo é maior do que o aumento populacional. Nos estudos do grupo, a perspectiva de aumento da população era mais acentuada do que a que se realizou, e, além disso, verificaram-se reversões no consumo de alguns materiais acompanhadas de descobertas de novas reservas.

Uma forma de limitação de emissão e de preservação de recursos é colocada em prática com o Protocolo de Kyoto (UNITED NATIONS, 1998) que limita a emissão de 6 gases que alteram o equilíbrio climático deve ser implementado e estendido a todas as substâncias que afetam negativamente o clima e as correntes oceânicas.

Dos países signatários, apenas Alemanha, Reino Unido e Suécia reduziram suas emissões, de forma até mais contundente do que propõe o tratado. O maior emissor de gás carbônico, os Estados Unidos, cuja meta de redução é de 7% até 2007, sequer ratificou o protocolo, e, países como a China, que pelas projeções será em breve o maior emissor destes poluentes e a Índia, alegam que a atual situação de degradação climática não foi ocasionada por elas, e, portanto,

não é correto que no momento em que se transformam em superpotências produtivas, sejam tolhidas em suas iniciativas.

O Brasil, por sua vez, tem uma cota elevada de produção de poluentes em função das reservas ainda grandes de florestas, porém, é talvez o país com maior responsabilidade neste processo.

É muito clara a consciência de que ações isoladas em um ou outro país interferem globalmente no equilíbrio climático ou nas perspectivas de um futuro sustentável. Por isso, não é suficiente analisar cada país separadamente.

Outro caminho para amenizar a indisponibilidade de recursos é a reciclagem, que é justificável até mesmo sob o aspecto financeiro. Segundo Costa (2002), para a sociedade como um todo, a reciclagem de resíduos sólidos poderá resultar em um ganho líquido, e o autor mostra isto com o uso de uma equação.

2.4 Tecnologias disponíveis

A definição de tecnologia é, segundo os dicionários, um conjunto de conhecimentos necessários ao desempenho de alguma atividade em alguma área específica da ciência ou à produção de alguma coisa, ou ainda, uma arte. O termo “estado da arte”, aplicado a tecnologia denota a mais recente e aperfeiçoada tecnologia para o desempenho de determinada atividade.

Pelo enfoque capitalista, a melhor tecnologia é aquela que permite o maior lucro possível no menor período de tempo possível. Pelo enfoque do consumidor, a melhor tecnologia maximiza as funções de utilização e, dependendo do caso, de status. Pelo enfoque da qualidade, a melhor tecnologia prioriza o desempenho e a durabilidade, e, pelo enfoque ambiental, a melhor tecnologia é aquela que aperfeiçoa a utilização de recursos, prolonga o período de consumo, minimiza o impacto do retorno do produto após a vida útil. É difícil, portanto, conceber que, um mesmo produto possa, concomitantemente, atender de forma ótima, aos requisitos destes enfoques tão distintos. Aparentemente, ao se olhar um determinado produto, dever-se-ia ser capaz de se perceber qual foi a linha mestra, ou qual foi o enfoque prioritário que o originou. Todavia, os enfoques não ocorrem isoladamente, mas combinados em diferentes proporções, se é que se pode mensurar isto.

Abele, Anderl e Birkhofer (2005) reconhecem o enfoque ambiental como o preponderante, sugerindo a mudança nas prioridades na atividade de desenvolvimento de produtos (Figura 4). Estes autores descrevem a priorização considerada normal no processo de desenvolvimento de produtos como: primeira – relação entre custo, qualidade e o tempo; segunda – a ecologia.

O modelo ideal, segundo os autores, une as duas prioridades, tendo como centro a ecologia, isto motivado por razões políticas e de conscientização pública. Ou seja, a empresa comercial dificilmente adotaria esta estrutura, pois, isoladamente, correria o risco de enfrentar desigualmente os concorrentes preocupados prioritariamente com os aspectos capitalistas.

Um dos embasamentos para esta mudança é a preocupação com os níveis de emissão de poluentes (CO₂) que tem aumentado em uma proporção maior do que o aumento dos níveis de emissão dos mesmos. Isto não significa que há uma redução de emissões, porém, as ações para que esta redução se faça começam a ser mais efetivas.

Esta justificativa é coerente com a análise feita anteriormente com relação ao protocolo de Kyoto, segundo a qual a Alemanha – país no qual Abele, Anderl e Birkhofer (2005) desenvolvem os trabalhos – demonstra uma redução significativa nos níveis de emissão de poluentes.

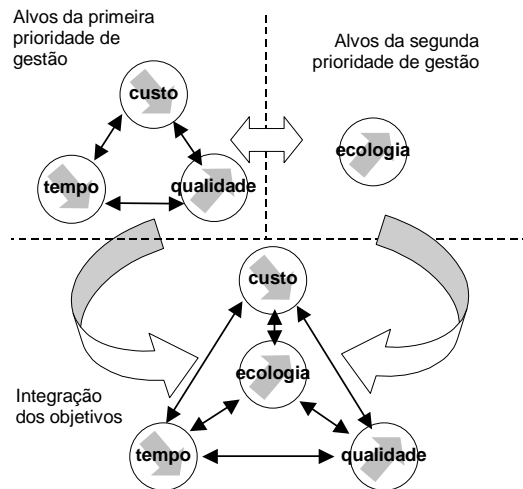


Figura 4: Meio ambiente como um objetivo chave no desenvolvimento de produtos.

Fonte: ABELE (2005).

Na Alemanha, portanto, existem condições de desenvolvimento que permitem além da conscientização com relação ao meio ambiente, ações efetivas para melhoria das condições ambientais. Nem sempre, todavia, podem-se generalizar os conceitos e posturas de países desenvolvidos como Alemanha, Suíça, França, Japão e Suécia entre outros, como aplicáveis em nações subdesenvolvidas ou em nações em desenvolvimento.

O ônus individual e coletivo para países pobres pode representar a fome ou a submissão a países ricos, enquanto estes têm alternativas financeiras e tecnológicas que permitem a substituição de produtos e hábitos sem com isto sacrificar a qualidade de vida da população.

De qualquer forma, o volume e variedade de inventos ou inovações crescem de uma forma exponencial. No último século (XX), houve, muito provavelmente, muito mais invenções do que em toda a história da humanidade. Houve períodos fecundos, motivados por eventos como as duas guerras mundiais, mas também houve o eco das revoluções industrial e organizacional, que se deram no século XIX. Houve, sem dúvida, o conflito entre ocidente e oriente ou capitalismo e comunismo, gerando um clima competitivo motivador. Houve, em algumas nações, um relativo excesso de capital, que pôde ser investido em ciência, em cultura, mas, a grande razão de ter havido tantos inventos e tantas inovações, foi uma evolução a partir de um novo patamar, ou seja, um novo cenário, no qual existe uma escala de consumo muito maior, existem sistemas de transporte e de comunicação muito mais complexos, existe uma estrutura política e de organizações mais evoluídas e existe um sistema de ensino e de pesquisa formal e voltado para a inovação.

Portanto, o conhecimento e a experiência acabaram por contribuir para as inovações tecnológicas em conjunto com os questionamentos sobre as necessidades humanas, conforme aborda Vasconcelos (2001) e artigo para revista da Fundação Getúlio Vargas:

“Há uma longa tradição em filosofia que considera que o conhecimento vem não somente das afirmações que se podem fazer, mas também das questões que se podem indagar. Essa tradição pode ser remetida à filosofia de Sócrates que, com seu método aporético, visava refutar o saber aparente e chegar ao reconhecimento da ignorância como ponto de partida da reflexão filosófica, o que justifica a famosa máxima atribuída ao pensador grego: “só sei que nada sei”.

Se noutros momentos viveram-se circunstâncias restritivas ou criativas, também hoje isto é uma verdade: as restrições são as matérias primas, a escala de consumo elevada, o cultivo de hábitos sustentáveis, as forças criativas são a imensa tecnologia de que se dispõe, a variedade de novos produtos e fontes energéticas e o desafio da sustentabilidade.

Quando, no início dos anos 1990, Negroponte (1995) declarou que uma nova forma de vida baseada em meios digitais estava já em prática, logo se tornou uma referência e, de fato, muitas de suas definições tornaram-se parte de dia-a-dia das pessoas. Várias funções físicas ou presenciais tornaram-se virtuais, ou baseadas em transações eletrônicas que na década anterior não existiam. Estas mudanças causaram também mudanças comportamentais, no modo de vida das pessoas e empresas que pouco a pouco vão sendo absorvidas e melhor compreendidas em sua total amplitude.

Não foi somente no aspecto do consumo que houve mudanças em função da tecnologia. Também sob o prisma da eficiência ela foi utilizada, como atesta o Engenheiro João Vicente de Assunção (PHILIPPI, ROMÉRO e BRUNA, 2004), por exemplo, com relação à redução de emissões de poluentes por veículos leves fabricados no Brasil. Não só por uma exigência legal, mas por requisitos de mercado, em menos de duas décadas, a emissão dos principais poluentes foi reduzida de modo significativo, conforme mostrado no Gráfico 2 para o caso do monóxido de carbono, para os hidrocarbonetos e para o óxido de nitrogênio conforme explorado pelos autores.

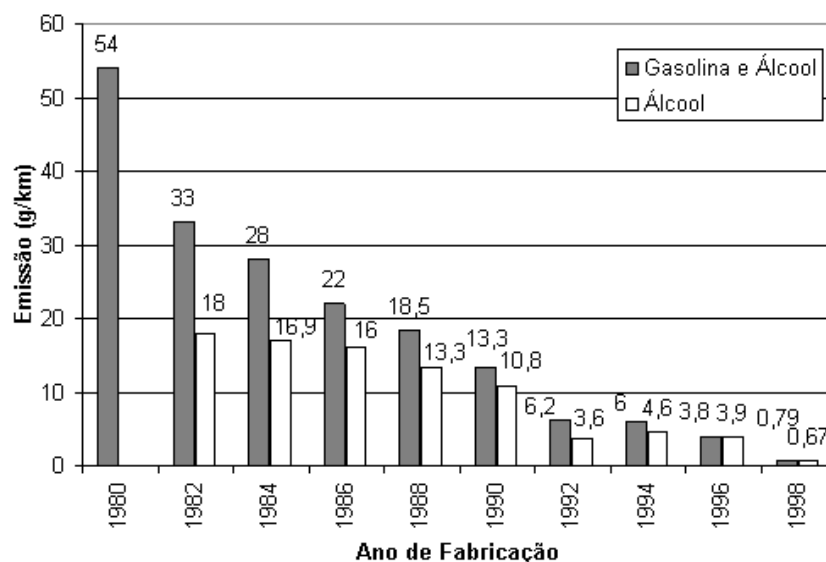


Gráfico 2: Evolução das emissões de monóxido de carbono pelo escapamento de veículos leves novos, a gasolina e álcool.

Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo - 1998. São Paulo; 1999. Em: PHILIPPI, ROMÉRO e BRUNA (2004)

Também em outros usos que não o transporte, vem sendo buscadas novas tecnologias. No Brasil retomou-se a discussão sobre a geração de energia nuclear – ainda que sempre tenha sido uma questão muito polêmica – e, em outros países, soluções mais limpas têm sido implantadas, ainda que em escalas muito restritas. Behling & Behling (2002) fazem uma compilação de soluções para uso racional de energia e aproveitamento de recursos naturais nas construções de residências ou de edificações e instalações como fazendas, escritórios e

fábricas. Algumas fontes cujo impacto se aproxima do mínimo, em termos de danos à natureza vem de geradores de energia eólica, solar e de centrais térmicas que acumulam calor em placas de absorção e geram o movimento de massas de ar através de dutos com turbinas. Sob tais estruturas funcionam estufas nas quais são plantadas culturas diversas.

Apesar de terem custos elevados e envolverem processos de fabricação nem sempre coerentes, tais como a usinagem de metais para a construção de hélices ou estruturas, o uso combinado destas tecnologias mais o aproveitamento de material reciclado podem torná-las viáveis. Não que possam em curto prazo substituir fontes como a nuclear, o carvão ou a hidráulica, mas em regiões remotas ou em atividades específicas, já representam uma realidade.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme discutido no início do capítulo, existe um relacionamento entre as variáveis e alterações em uma ou outra alteram as demais. Mas do ponto de vista da empresa, o impacto de cada uma das variáveis é analisado de outras formas. É natural pensar-se que quanto maior a população, maior o mercado consumidor, e, isto funciona até determinado ponto, desde que a população evolua em seus hábitos de consumo. Fenômenos de explosão demográfica são, normalmente, originados da observação de excedentes de riqueza.

O relacionamento e a futura mensuração das variáveis propostas provê um melhor controle de cada elemento que compõe este equilíbrio, e, a compreensão da dimensão total da questão do desenvolvimento sustentável pelo aluno e futuro profissional, faz com que ele se torne parte ativa deste processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELE, E.; ANDERL, R.; BIRKHOFFER, H. **Environmentally-Friendly Product Development – Methods and Tools**, Springer-Verlag, London, 2005.

Agenda 21 – Versão Eletrônica 1.1 – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – Secretaria Executiva – Projeto PNUD BRA/94/016, 1994.

BEHLING, S., BEHLING, S., **Sol Power – La evolución de la arquitectura sostenible**, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2002.

CHEHEBE, J. R. B., **Análise do Ciclo de Vida de Produtos - Ferramenta Gerencial da ISO 14000**, Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 1998.

CLUBE DE ROMA, **Sem Limites ao Conhecimento, mas com Limites à Pobreza: Rumo a uma Sociedade do Conhecimento Sustentável**, 2002.

COSTA, H. B., **Aspectos Econômicos da Reciclagem de Materiais**, CTC/UFSC, 2002.

DIAMOND, J. **Colapso – Como as Sociedades Escolhem o Fracasso ou o Sucesso** – Editora Record, Rio Janeiro, 2005.

GRIEVES, M. W., **Product Lifecycle Management - Driving the Next Generation of Lean Thinking**, USA, McGraw-Hill, 2006.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis – Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais** – Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MASLOW, A. H. **A Theory of Human Motivation** – Psychological Review, 50, 370-396, 1943.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.;BEHRENS III, W.W. **The Limits to Growth – A Report to The Club of Rome**, Potomac Associated Books, 1972.

NEGROPONTE, N. **A Vida Digital**, Companhia das Letras, São Paulo, 1995.

PEPPERS, D., ROGERS, M. O Gerente Um a Um, 3ª edição, editora Campus, Rio de Janeiro, 2000.

PHILIPPI, A.J., ROMÉRO, M.A., BRUNA, G.C., **Curso de Gestão Ambiental**, Editora Manole, Barueri, 2004.

UNITED NATIONS, **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention of Climate Change** – 1998 <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>> consultado em 24 de março de 2007.

United Nations Secretariat – 2005 <<http://www.un.org/esa/population/pubsarchive>> consultado em 8 de março de 2007.

VASCONCELOS, F.C., Da Gestão do Conhecimento à Gestão da Ignorância: uma visão co-evolucionária, **RAE – Revista de Administração de Empresas** – Out./Dez. 2001.

HART, S. L. Beyond greening: strategies for a sustainable world. **Harvard Business Review** 75.n1 (Jan-Feb 1997): 66(11). General OneFile. Gale. CAPES. 11 Sept. 2007 <<http://find.galegroup.com/itx/start.do?prodId=ITOF>>.

HOLDREN, J.P., EHRLICH, P.R., 1974. Human population and the global environment. **American Scientist** 62, pp. 282–292

BRUNDTLAND, G., KHALID, M., AGNELLI, S., AL-ATHEL, S.A., CHIDZERO, B., FADIKA, L.M. et al. **Our common future: the World commission on environment and development**. Oxford: Oxford University Press; 1987.

FARRELL, A., Sustainability and Decision-Making: The EPA's Sustainable Development Challenge Grant Program, **Review of Policy Research**, Volume 16, Issue 3-4, Page 36-74, Sep 1999, doi: 10.1111/j.1541-1338.1999.tb00878.x

TEACHING OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT THROUGH THE ANALYSIS OF THE “SUSTAINABILITY VARIABLES”

Abstract: *This work aims to simplify the vision of the holistic concept of the sustainability for students and professionals of Engineering and Sciences, based on a more familiar tool to the student: the equations with multiple variables. In a conceptual study, the environment requirements, the available technologies are placed together with a scenario of scarcity of materials and energy.*

Key-words: *Product Development, Life Cycle Management, Sustainability*