

Carlos Cesar Garcia Freitas, Marcos Roberto Kühl, Andrea Paula Segatto e Zandra Balbinot

**RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo verificar o potencial das Tecnologias Sociais em contribuir com a sustentabilidade. Para tanto foi desenvolvido uma pesquisa de caráter descritivo, mediante análise de uma amostra de 112 Tecnologias Sociais. Para a análise dos dados foram utilizados testes estatísticos e análises gráficas. A análise de cluster dividiu a amostra em dois grupos, um denominado Tecnologia Social e outro de Outras Tecnologias. O primeiro apresentou escores superiores nos

quatro atributos levantados na teoria e utilizados para classificar as tecnologias. Outra análise de cluster dividiu a amostra em três grupos em função dos escores atribuídos as três dimensões da sustentabilidade, sendo que um grupo foi denominado Sustentável, outro Não Sustentável e o grupo intermediário foi chamado Indefinido em relação a sustentabilidade. A análise conjunta dos dois agrupamentos resultou na identificação das Tecnologias Sociais que podem ser consideradas Sustentáveis.

**SOCIAL TECHNOLOGY AND SOCIAL SUSTAINABILITY. EVIDENCE OF THE RELATIONSHIP**

Carlos Cesar Garcia Freitas, Marcos Roberto Kühl, Andrea Paula Segatto and Zandra Balbinot

**SUMMARY**

This paper aims to investigate the potential of social technologies to contribute to sustainability. To that end, we developed a descriptive research, through analysis of a sample of 112 Social Technologies. For data analysis, statistical tests were used and graphical analysis. Cluster analysis divided the sample into two groups, one called Social Technology and other Other Technologies. The first showed higher scores in all four attributes collected in the theory and used to rank the technologies. An-

other cluster analysis divided the sample into three groups according to the scores assigned the three dimensions of sustainability, and one group was called Sustainable, Sustainable and no other intermediate group was called Indefinite in relation to sustainability. A pooled analysis of two groups resulted in the identification of social technologies that can be considered Sustainable.

**Introdução**

A busca pelo desenvolvimento sustentável tem sido uma procura constante entre as diversas nações. Porém a falta de uma compreensão adequada do que vem a ser um pleno desenvolvimento, tem refletido em políticas e ações, norteadas por pressupostos meramente econômi-

cos, que tem resultado em um suposto desenvolvimento (crescimento econômico), que privilegia o acúmulo material, baseado no modelo de oferta e demanda.

Crescimento econômico que tem ocorrido em detrimento do atendimento das necessidades mais essenciais da população. Frente às evidências refletidas nos índices de po-

breza, desemprego, fome, entre outros, as discussões sobre o desenvolvimento sustentável tem caminhado para o entendimento unânime de que este só é possível mediante o atendimento de três dimensões simultaneamente: dimensão econômica; dimensão ambiental; dimensão social.

Para tanto as nações precisam buscar alternativas que

possam manter seu crescimento e ao mesmo tempo alterar seus padrões de comportamento. Disto decorre a necessidade de buscar novos valores e conceitos acerca da tecnologia que tem orientado o progresso. Entre estas alternativas, a Tecnologia Social, visa resgatar os pressupostos de mudança para um desenvolvimento sustentável, idealizados pela Tecnologia Inter-

---

**PALAVRAS-CHAVE / Desenvolvimento Sustentável / Tecnologia / Tecnologia Social /**

---

Recebido: 23/08/2011. Modificado: 26/07/2012. Aceito: 27/07/2012.

**Carlos Cesar Garcia Freitas.** Administrador e Mestre em Administração, Universidade Estadual de Londrina, (UEL), Brasil. Doutor em Administração, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Professor, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO),

Brasil. Endereço: PR 153 - Km 07 - Riozindo - Irati - PR. CEP 84.500-000, Brasil. e-mail: cesarfreytas@sercomtel.com.br

**Marcos Roberto Kühl.** Contador, Mestre em Ciências Contábeis e Doutor em Administração, UFPR, Brasil. Profes-

sor, UNICENTRO, Brasil. e-mail: marcosrobertokuhl@yahoo.com.br

**Andrea Paula Segatto.** Administradora e Economista. Mestre e Doutora em Administração, Universidade de São Paulo, Brasil. Professora, UFPR, Brasil. e-mail: aps@ufpr.br

**Zandra Balbinot.** Administradora e Mestre em Administração, UFRS, Brasil. Doutora em Administração, Ecole des Hautes Etudes Commerciales, Canadá. Professora, UFPR, Brasil. e-mail: zbalbinot@hotmail.com

### RESUMEN

*Este trabajo tiene por objeto investigar el potencial de las tecnologías sociales para que contribuyan a la sostenibilidad. Para ello, hemos desarrollado un estudio descriptivo, mediante el análisis de una muestra de 112 Tecnologías Sociales. Para el análisis de los datos, se utilizaron pruebas estadísticas y análisis gráfico. El análisis de agrupamiento dividió la muestra en dos grupos, uno llamado Tecnología Social y otros otras tecnologías. El primero presentó puntajes más altos en los cuatro*

*atributos recogidos en la teoría y la utilizan para clasificar las tecnologías. Otro análisis de cluster divide la muestra en tres grupos de acuerdo a las puntuaciones asignadas las tres dimensiones de la sostenibilidad, y el grupo se llamaba sostenible, sustentable y ningún grupo intermedio de otro se llamaba indefinida en relación con la sostenibilidad. Un análisis combinado de los dos grupos dio lugar a la identificación de las tecnologías sociales que pueden considerarse sostenibles.*

mediária e pela Tecnologia Apropriada, que em seu tempo promoveram mudanças significativas.

A considerar os desafios do desenvolvimento sustentável e as ineficiências da tecnologia convencional em atender as demandas ambiental e social, poderia a Tecnologia Social, concebida a partir do novo código sócio-técnico, se apresentar como alternativa potencial para um desenvolvimento sustentável? Pressupõe-se que a tecnologia social é uma alternativa com potencial para o desenvolvimento sustentável, atendendo de maneira relativamente equânime as três dimensões da sustentabilidade.

Então, em linhas gerais é objetivo deste estudo verificar o potencial da Tecnologia Social em constituir-se em soluções tecnológicas, alternativas aos moldes técnicos econômicos, para promover o efetivo desenvolvimento sustentável em suas três dimensões. Este estudo está estruturado em cinco seções, sendo esta primeira a introdução, a segunda o referencial teórico, a terceira os aspectos metodológicos, a quarta coleta e análise dos dados e a última as considerações finais.

### Referencial Teórico

#### *Desenvolvimento sustentável*

O desequilíbrio e as constantes crises financeiras na economia mundial, iniciada na década de 60, evidenciam

ram a fragilidade do modelo econômico mundial, expondo suas falhas e externalidades. Por outro lado, o crescimento industrial começou a mostrar, sua inconsistência, diante dos diversos problemas sociais e ambientais enfrentados pela humanidade e sua incapacidade de gerar soluções duradouras que pudessem reverter o quadro de desigualdades entre e dentro das nações. É neste quadro que, ao início da década de 70, pode-se considerar a ocorrência do marco inicial da busca do ‘desenvolvimento sustentável’ (Ventura *et al.*, 2010).

A preocupação evidente com o modo com que as nações industrializadas têm progredido, e o impacto deste progresso, tem colocado em ‘cheque’ o atual modelo de progresso e sua contrapartida em termos de desenvolvimento efetivo. O debate teórico acerca das conseqüências da ação humana, iniciado em 1972, em Estocolmo, pela Conferência das Nações Unidas sobre o ambiente Humano (Blackburn, 2007), corroborado pelas Idéias de Brown (1982) sobre a necessidade de uma sociedade sustentável, reflete na realidade atual nos amargos ‘frutos’ com que as nações têm colhido, de sua inabilidade de mudar.

Cabe destacar que a literatura ambiental, segundo Robinson (2004), nos anos 1960, 1970 e 1980, teve o desenvolvimento sustentável como uma extensão lógica de seus

argumentos, sendo que o autor destaca duas correntes ambientais que nortearam a literatura do século XIX, a preservacionista e a conservacionista, que buscavam respostas de como tratar as áreas naturais. De um lado os preservacionistas defendiam a preservação das áreas naturais, impedindo sua utilização. De outro os conservacionistas defendiam a proteção de áreas naturais, mediante conservação dos solos e recursos humanos para uso posterior, incluindo a extração de recursos. Com o decorrer do tempo os termos desenvolvimento sustentável e sustentabilidade passaram a ser utilizados como sinônimos, porém o termo desenvolvimento sustentável foi sendo moldado por um viés econômico, ligado as questões produtivas, principalmente no que diz respeito ao emprego de tecnologias, processos produtivos e outras questões de ordem econômica. Já o termo sustentabilidade, foi moldado por um viés ‘sociológico’, ligado a questões humanas, principalmente no que diz respeito ao equilíbrio homem *versus* natureza.

Em síntese da preocupação com o ambiente e a percepção de limites para a manutenção de uma sociedade à longo prazo se deu a formação inicial do que seria o termo desenvolvimento sustentável, cunhado de forma definitiva em meados dos anos 80, pela Comissão Mundial sobre o

Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987), com a publicação do relatório Brundtland, intitulado *Our Common Future*, que primeiro popularizou o conceito de desenvolvimento sustentável, como uma tentativa de aproximar o *gap* entre as preocupações ambientais e sócio-políticas, acerca das questões de desenvolvimento humano (Robinson, 2004).

O conceito atual deve ser considerado além das condições inerentes ao simples crescimento econômico. Este é necessário, porém insuficiente para sustentar um desenvolvimento humanizado e equitativo. No conceito de desenvolvimento sustentável estão inseridas além da dimensão econômica, as dimensões: ética, política, social, ecológica, cultural e territorial, compreendendo um conjunto de demandas que permitam assegurar a sociedade atual e futura, condições dignas de vivência e não simplesmente sobrevivência, e que implicam no questionamento dos valores que estão por traz das ações individuais e coletivas da sociedade como um todo, constituindo-se em um ideal a ser buscado (Veiga, 2008). Cada dimensão deve ser ainda compreendida e tratada de modo sistematicamente interrelacionada, formando um todo (Sachs, 1997, 2008).

O crescimento, o qual se denomina desenvolvimento, deveria promover uma distri-

buição justa de renda. Deveria ser uma base sólida sobre o estoque de capital natural que o sustenta, em vez de esgotá-lo. O ambiente deve se tornar um aliado, não uma vítima do desenvolvimento. “Nós definimos o desenvolvimento sustentável em termos simples, como os caminhos do progresso, que atendam às necessidades e aspirações das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazerem as suas necessidades” (WCED, 1987, p. 4; tradução dos autores).

Não há incompatibilidade entre desenvolvimento e meio ambiente, mas há limites ecológicos para as ações da humanidade, que devem ser observados, limites que existem, porém não são absolutos. Eles são determinados pela maneira na qual o homem cria as bases materiais para sua existência. Limites que dependem das tecnologias empregadas e das relações entre sistemas naturais e sociais, sobre a forma como as sociedades humanas se organizam e os valores que eles adotam. Os verdadeiros limites da humanidade em nosso tempo não são essencialmente físicos, mas também sociais e políticos (Hammarskjöld, 1975; tradução dos autores).

Acerca disto Robinson (2004) destaca o caráter processual da sustentabilidade, que decorre da visão normativa e política inerente a natureza da sustentabilidade (integração de diferentes perspectivas), e o reconhecimento de que esta consiste em um processo, não um estado final. O desenvolvimento sustentável deve ser construído mediante um processo essencialmente social, em que o avanço científico deve ser coproduzido com os valores, preferências e crenças das comunidades afetadas. (Robinson, 2004; tradução dos autores).

“O desenvolvimento deve ser entendido como um todo; Apresenta diversas dimensões: ecológica, cultural, social, econômica, institucional e política. Só pode ser compre-

endido na sua inter-relação sistemática, e a ação na busca deste deve ser integrada. Da mesma forma, as necessidades não podem ser dissociadas uma da outra. A satisfação de cada necessidade é ao mesmo tempo a condição e o resultado da satisfação de todas as outras. Mesmo que a análise exija que as partes do todo sejam examinadas uma a uma, isso não deve obscurecer sua unidade essencial ou a inextricável ligações entre si. (Hammarskjöld, 1975; tradução dos autores).

Dos pilares da sustentabilidade (ambiental, econômico, social, ética, política, cultural e territorial), Hammarskjöld (1975) destaca três elementos centrais: a) Orientada para a satisfação das necessidades, começando com a erradicação da pobreza; b) Endógeno e autossuficiente, isto é, confiando na força das sociedades que empreendem; e c) Em harmonia com o meio ambiente.

De outro modo, Robinson (2004) enfatiza os mesmos elementos denominando-os de imperativos do desenvolvimento sustentável, que compreendem a dimensão material da sustentabilidade: a) Imperativo ecológico: consiste em um desenvolvimento norteado pela capacidade de suporte biofísico do planeta, ou seja, compreender e respeitar os limites; b) Imperativo econômico: consiste em um desenvolvimento que possa fornecer um padrão material de vida adequado a todos; e c) Imperativo social: consiste em um desenvolvimento que possa fornecer sistemas de governança em que se propagam os valores escolhidos por esta sociedade

Somente ações integradas poderão constituir soluções definitivas para o desenvolvimento integral da sociedade. “É cada vez mais evidente que as soluções que abordam apenas ambiental, social ou só apenas preocupações econômicas são radicalmente insuficientes” (Robinson, 2004, p. 378; tradução dos autores). É necessária uma forma de pensar diferente, transdisciplinar

que incida sobre as conexões entre os campos, tanto quanto sobre o conteúdo destes campos, que envolva o desenvolvimento de novos conceitos, métodos e ferramentas que são integradoras, e que ativamente crie sinergias, não somente o resultado de uma adição (Robinson, 2004).

### *Tecnologia e desenvolvimento*

Se na problemática do desenvolvimento sustentável, o progresso econômico é considerado a ‘locomotiva do trem’ (desenvolvimento), com certeza a tecnologia, em seu sentido amplo (ciência e tecnologia) são os trilhos que a orientam.

Porém, tradicionalmente as discussões sobre ciência e tecnologia, assim como a forma como estas políticas têm sido moldadas, levam em consideração apenas a dimensão econômica envolvida, desconhecendo as demais dimensões. Cabe destacar que os conceitos de tecnologia e inovação, relacionam-se com a noção de mercado e demanda, inerentemente econômicos, que diferem do significado de necessidade, que se relaciona com as carências (Rocha Neto, 2003).

“A procura de tecnologia ...não se realiza pelo objeto em si, mas pelos bens e serviços que com esta se possa produzir. Razões de prestígio e identificação com grupos de referência, além de vantagens materiais e pecuniárias, podem desfigurar ...a demanda e elevar seu custo” (Rattner, 1974, p. 148). Principalmente considerando que “as tecnologias têm sido condicionadas, em seus objetivos e métodos, pelos seus protagonistas, refletindo os valores e as contradições das sociedades que as engendraram” (Rocha Neto, 2003, p. 12).

O que se observa na prática é que “os avanços tecnológicos, com potencial para resolver necessidades humanas, ao contrário, têm gerado mais demandas desnecessárias e processos de exclusão social...” (Rocha Neto, 2003, p. 12-13),

o que é devido em parte pelo fato da grande maioria dos cidadãos não compreender e muito menos serem capazes de antecipar as implicações da adoção tecnológica.

As grandes corporações, em sua maioria oligopolísticas, acabam por transformar “os resultados dos processos de invenção e inovação em instrumentos de dominação de seus respectivos mercados, manipulando o gosto dos consumidores ...tornam prematuramente obsoletas as técnicas de produção, tudo em nome do ‘crescimento econômico’” (Rattner, 1974, p. 147). Isto decorre da sua própria natureza, de origem capitalista, que busca a maximização do lucro, mediante a racionalização de seus recursos, inclusive o humano, e minimização de seus custos.

Graeml (1996, p. 1) destaca que “...a necessidade de competitividade em escala global ...exige cada vez mais tecnologia intensiva em capital e tende a valorizar sobremaneira o desenvolvimento da tecnologia, atribuindo a ela um fim em si mesma, quando ela deveria representar um meio de a sociedade obter melhores resultados de seus empreendimentos produtivos.” Em síntese, a “tecnologia não pode ser um conceito neutro, pois gera conflitos de interesse e implicações diferentes sobre grupos sociais distintos” (Rocha Neto, 2003, p. 12).

É evidente que abrir mão das tecnologias modernas, seria como ‘dar um tiro no próprio pé’, frente às demandas da competitividade, porém é preciso encontrar soluções para os problemas que esta tecnologia moderna provoca. Disto decorre a ideia da pluralidade tecnológica, na qual diversas tecnologias, produzidas internamente e externamente coexistem. Porém, para uma escolha adequada “é importante ter-se sempre em mente que a tecnologia deve ser sempre um meio, nunca um fim em si mesma, pois a supervalorização dos meios destrói a liberdade do homem e o poder de escolher os fins

que realmente lhe interessam” (Graeml, 1996, p. 13).

“Defende-se aqui a lógica de uma tecnologia apropriada para o desenvolvimento sustentável, mas não como uma panacéia, que solucione todos os problemas advindos da incapacidade dos modelos econômicos, por décadas dominantes...” (Brandão, 2001, p. 42) e que não foram capazes de resolver os problemas mais essenciais da sociedade, como o desemprego e a pobreza.

A Tecnologia defendida “não é distinta da tecnologia convencional produzida pela empresa, intensiva em conhecimentos gerados em unidades de P&D” (Rodrigues e Barbieri, 2008, p. 1083), porém compreende em sua concepção a contemplação das diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, e que acabaria revertendo em uma série de benefícios que a Tecnologia Convencional não pode proporcionar.

O resultado da aplicação da tecnologia é fruto da inserção e/ou reforço de seus valores que podem promover um desenvolvimento pleno das capacidades humanas, ou a dependência desta a um modelo gerador de desigualdades. Em síntese “Não podemos nos dar ao luxo de só avançar através de tecnologias de alta produtividade e alto conteúdo científico que deixam à margem da estrada milhões de pessoas. Estamos sentados em cima de paradigmas falidos e, portanto, condenados a inventar novos paradigmas” (Sachs, 2009 apud RTS, 2009, p. 1).

### *Tecnologia social*

As Tecnologias Apropriadas, oriundas da Tecnologia Intermediária, concebida por Schumacher e disseminada mundialmente por meio da sua publicação *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*, em 1973 (Schumacher, 1974), a partir do qual passou a assumir diversas outras terminologias, em especial Tecnologia Apropriada. Foi inserida no Brasil em meados da década de 1970 e oficializada

como política pública a partir de 1981, junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por meio do Programa de Transferência de Tecnologia Apropriada e que passou a ser denominada de Tecnologia Social (Brandão, 2006).

Um aspecto relevante e distintivo da Tecnologia Social, em relação à Tecnologia Apropriada, que consistia numa iniciativa de buscar alternativas tecnológicas que pudessem ser adequadas e transferidas aos países não desenvolvidos, está no seu caráter de inclusão social, herdado pela sua inserção junto ao projeto Economia Solidária e reforçado pela sua permanência na Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social, e que passou a ter como objetivo principal “contribuir para a redução do quadro de pobreza, analfabetismo, fome e exclusão social por meio da utilização de Tecnologias Sociais” (MCT, 2011b).

A “Tecnologia Social compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social” (MCT, 2011a). O cerne da discussão sobre Tecnologia Social está no “entendimento de que a Ciência e a Tecnologia devem ser conhecidas e amplamente requeridas pela sociedade brasileira, a fim de se produzir um novo patamar de desenvolvimento, visando a inclusão de todos os brasileiros no acesso e na produção do conhecimento” (ITS, 2004, p. 18)

Entretanto, com o intuito de evitar os erros do passado, cometidos pelas diversas correntes do movimento da Tecnologia Apropriada, de pensar a tecnologia como simples produto, por meio de uma visão normativa, Dagnino (2004, 2007) destaca a necessidade de conceber uma tecnologia alternativa como um projeto, e não simplesmente como um artefato, o que requer uma maneira de pensar diferenciada da racionalidade tecnológica dominante. Faz-se

necessário que a concepção da nova tecnologia tenha como base uma adequada contextualização histórico-social e uma reflexão teórica dos valores que se pretende viver em sociedade. A tecnologia deve “ser entendida como um processo que busca promover uma adequação do conhecimento científico e tecnológico... não apenas aos requisitos e finalidades de caráter técnico-econômico, como até agora tem sido o usual, mas ao conjunto de aspectos de natureza socioeconômica e ambiental” (Dagnino, 2007, p. 187-188).

Dagnino (2007) destaca que a Adequação Sócio-Técnica deve ser compreendida como um novo código sócio-técnico alternativo ao código convencional técnico-econômico. A concepção da Tecnologia Social deve então observar critérios como: uso e repartição do excedente gerado pela tecnologia; apropriação tecnológica, tanto da tecnologia em si, como do conhecimento necessário para sua utilização; e ajuste do processo de trabalho, com participação democrática no processo de trabalho, evidenciado pela capacitação autogestionária.

Ainda, num esforço de preservar os valores fundamentais para a operacionalização do conceito o Instituto de Tecnologia Social (ITS, 2004) em parceria com a Rede de Tecnologia Social, apoiado pelo governo brasileiro, destaca a importância da construção social no processo de desenvolvimento da Tecnologia Social e definiu alguns princípios que devem estar presentes: a) Aprendizagem e participação são processos que caminham juntos: aprender implica participação e envolvimento; e participar implica aprender. b) A transformação social implica compreender a realidade de maneira sistêmica: diversos elementos se combinam a partir de múltiplas relações para construir a realidade. c) A transformação social ocorre na medida em que há respeito às identidades locais: não é possível haver transformação se não a partir das especificidades da

realidade existente. d) Todo indivíduo é capaz de gerar conhecimento e aprender: a partir do momento que está inserido numa cultura e em contato com o mundo, todo indivíduo produz conhecimento e aprende a partir dessa interação. (ITS, 2004, p. 26)

“Os princípios ressaltam a importância da aprendizagem e participação como processos que caminham juntos e que a transformação social requer a compreensão da realidade de maneira sistêmica e o respeito às identidades locais” (Rodrigues e Barbieri, 2008, p. 1076). “A TS implica na construção de respostas de modo coletivo pelos que irão se beneficiar dessas soluções e que atuam com autonomia” (Ventura *et al.*, 2010, p. 6).

### **Aspectos Metodológicos**

Trata-se de um estudo de caráter descritivo que busca relatar características de um fenômeno, no caso específico as Tecnologias Sociais, buscando ainda estabelecer relações entre estas e as dimensões do desenvolvimento sustentável.

Também pode ser considerado um estudo quantitativo por utilizar testes e análises estatísticas por meio do software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*, quais sejam: análise de cluster, teste alfa de Cronbach, teste t-Student, teste de correlação de Pearson e análises gráficas.

### *Critérios para análise*

Para a realização do estudo foi utilizado os seguintes atributos na análise:

Quanto à identificação das Tecnologias Sociais que constituíram a amostra: 1- Critérios conceituais da Tecnologia Social, acerca do novo código sócio-técnico (Dagnino, 2007): a) uso e repartição do excedente; b) apropriação tecnológica; c) ajuste do processo de trabalho; 2- Critério de construção social, essencial ao processo de desenvolvimento da

Tecnologia Social (ITS, 2004), e implícito a ação de interação com a comunidade beneficiada.

Quanto ao desenvolvimento sustentável foi empregado: 1- Critérios ou elementos centrais do desenvolvimento sustentável (Hammarckjöld, 1975; Robinson, 2004; Sachs, 2008): ambiental, econômica e social.

#### Definição e análise da amostra

Para o estudo foram analisadas 112 Tecnologias Sociais selecionadas e catalogadas no Banco de Tecnologia Social (FBB, 2011). De um universo de 571 tecnologias catalogadas no Banco de Tecnologias Sociais a análise se deu em uma amostra de 112 tecnologias (19,6%). Estas foram escolhidas em razão de terem sido selecionadas, ou seja, passaram por uma análise rigorosa, para concorrerem ao prêmio de Tecnologia Social em suas respectivas edições.

#### Coleta e Análise de Dados

A mensuração dos aspectos da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) e dos demais aspectos que configuram a tecnologia social, segundo os dados levantados na literatura, em cada uma das linhas da amostra seguiu uma escala de cinco pontos, conforme o grau de aplicabilidade do aspecto específico em relação a cada tecnologia: 1= insuficiente; 2= pouco; 3= moderadamente; 4= muito; e 5= totalmente.

A atribuição dos pontos foi realizada pelos autores para cada um dos atributos, sendo três relacionados a adequação sócio-técnica proposta por Dagnino (2007), um referente a construção social (ITS, 2004), e três que representam as dimensões da sustentabilidade (Hammarckjöld, 1975; Robinson, 2004; Sachs, 2008).

TABELA I  
DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS EM RELAÇÃO AOS ATRIBUTOS DA TECNOLOGIA SOCIAL

		Insuficiente	Pouco	Moderadamente	Muito	Totalmente
Uso e repartição	Frequência	63	9	6	6	28
	%	56,2%	8,0%	5,4%	5,4%	25,0%
Apropriação tecnológica	Frequência	63	2	12	8	27
	%	56,2%	1,8%	10,7%	7,1%	24,1%
Ajuste no processo	Frequência	64	7	19	10	12
	%	57,1%	6,2%	17,0%	8,9%	10,7%
Construção social	Frequência	16	25	35	27	9
	%	14,3%	22,3%	31,2%	24,1%	8,0%

A Tecnologia Social apresenta algumas características distintas das demais tecnologias. Estas características podem ser resumidas nos atributos utilizados neste estudo. Para que uma tecnologia possa ser considerada Tecnologia Social ela deve ter uma pontuação elevada nos quatro atributos ou na média deles. Já as Outras Tecnologias deverão apresentar pontuações baixa nos quatro atributos ou na média deles.

Field (2009) pode-se considerar a escala confiável. Para a análise do comportamento da amostra utilizou-se a análise de cluster. A análise de clusters é uma técnica exploratória de análise multivariada que permite agrupar sujeitos ou variáveis em grupos homogêneos ou compactos relativamente a uma ou mais características comuns (Maroco, 2003).

Considerando os atributos uso e repartição do excedente, apropriação da tecnologia,

processo de trabalho autogestionário e construção social da solução tecnológica, a análise de cluster resultou em dois agrupamentos distintos, sendo que um foi aquele em que se apresentaram escores significativos em cada um dos atributos, o qual foi denominado Tecnologia Social, e um segundo agrupamento denominado de Outras Tecnologias, conforme demonstrado na Tabela IV.

Na sequência buscou-se realizar um teste estatístico para verificar se as diferenças entre os dois grupos de tecnologias em cada um dos atributos era realmente significativa. Para isso optou-se por utilizar o teste t. O teste t-Student serve para testar se as médias de duas populações são ou não

iguais. O teste t-Student serve para testar se as médias de duas populações são ou não

TABELA II  
DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS EM RELAÇÃO AOS ATRIBUTOS DA SUSTENTABILIDADE

		Insuficiente	Pouco	Moderadamente	Muito	Totalmente
Econômico	Frequência	44	10	22	19	17
	%	39,3%	8,9%	19,6%	17,0%	15,2%
Social	Frequência	4	9	54	34	11
	%	3,6%	8,0%	48,2%	30,4%	9,8%
Ambiental	Frequência	55	13	29	11	4
	%	19,1%	11,6%	25,9%	9,8%	3,6%

A Tabelas I e II apresenta a distribuição das frequências da amostra em função dos atributos de análise, tanto em termos de classificação aos atributos da Tecnologia Social, quanto em termos de sustentabilidade.

A confiabilidade da escala utilizada foi verificada segundo o  $\alpha$  de Cronbach, que é a medida mais comum de confiabilidade (Field, 2009). O resultado do teste  $\alpha$  de Cronbach, para os sete atributos, consta na Tabela III. Segundo Field (2009) um valor de 0,7-0,8 é aceitável para o  $\alpha$  de Cronbach e valores substancialmente mais baixos indicam uma escala não confiável.

Em função desta análise e dos parâmetros propostos por

TABELA III  
TESTE ALFA DE CRONBACH PARA AS SETE CATEGORIAS

Resumo dos casos		Estadísticos de confiabilidade			
		Cronbach's			
		N	%	Alpha	N de itens
Casos	Validos	112	100	0,923	7
	Excluídos*	0	0		
	Total	112	100		

TABELA IV  
DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA NOS DOIS AGRUPAMENTOS

		Frequência	Percentual		
Validade	Tecnologia Social	49	43,8	43,8	43,8
	Outras Tecnologias	63	56,2	56,2	100
	Total	112	100	100	

significativamente diferentes (Maroco, 2003, p. 122). Neste caso as duas populações são as duas classificações da tecnologia. Esta análise também pode ser feita visualmente através do gráfico *Error Bar*. O gráfico é uma forma melhor de visualizar e interpretar os resultados.

Na Figura 1 está demonstrada a média dos escores atribuídos a cada um dos quatro atributos que foram utilizados para classificar as tecnologias. Os gráficos individualizados não são aqui representados, mas confirmam as diferenças estatísticas constatadas no teste t entre as duas classificações da tecnologia em cada um dos quatro atributos.

A partir da separação das tecnologias em dois grupos, e das diferenças estatisticamente significativas entre os escores de cada grupo para cada um dos quatro atributos, passou-se então a verificar a adequação de cada um deles as dimensões da sustentabilidade, conforme pode ser observado na Figura 2.

A Figura 2 indica que existe uma distinção muito clara entre a Tecnologia Social e as Outras Tecnologias nas dimensões econômica e ambiental da sustentabilidade; no entanto o escore médio da dimensão social entre estas está bem próximo, sendo o da Tecnologia Social pouco

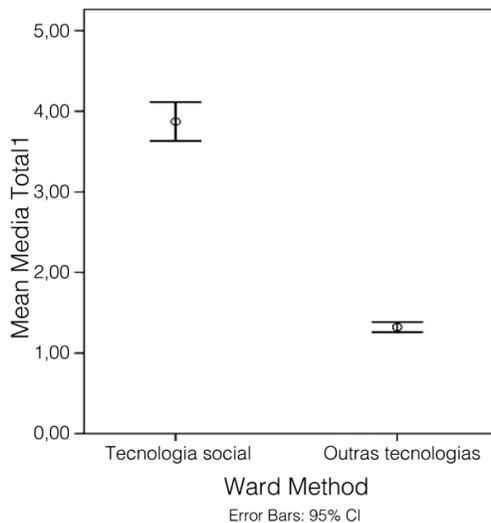


Figura 1. Comparativo das médias dos grupos.

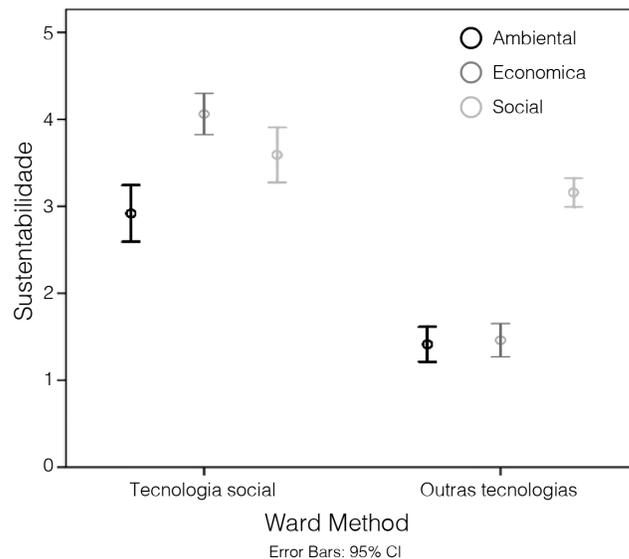


Figura 2. Adequação das tecnologias as dimensões da sustentabilidade.

superior às Outras Tecnologias. Entretanto o teste t não confirma estatisticamente esta possível semelhança na dimensão social da sustentabilidade.

Estes resultados indicam que possivelmente a Tecnologia Social tenha uma perspectiva maior de sustentabilidade que as Outras Tecnologias. Cabe destacar que ela apresenta uma perspectiva bem superior em duas das três dimensões da sustentabilidade. Porém, justamente está no seu nome (Tecnologia Social), ela apresenta

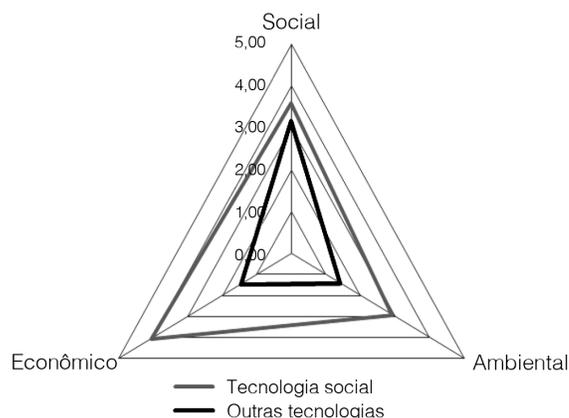


Figura 3. Dimensões da sustentabilidade para a Tecnologia Social e Outras Tecnologias.

nenhuma das duas tecnologias analisadas poderia ser considerada como efetivamente sustentável, já que nenhuma delas apresenta este equilíbrio.

Para comprovar a existência ou não do equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade, buscou-se estatisticamente uma evidência. O primeiro teste foi a correlação de Pearson. Por este teste as três dimensões deveriam apresentar índices de correlação elevados, similares e estatisticamente significantes. As Tabelas V e VI apresentam os resultados da correlação.

Estes resultados indicam que não existe equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade, em ambos os casos, o

resultados muito próximos das Outras Tecnologias. Isso pode ser visualizado na Figura 3.

Partindo-se do princípio de que a sustentabilidade se caracteriza pelo equilíbrio (mesmo que um pseudo-equilíbrio), ne-

TABELA V  
CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA A TECNOLOGIA SOCIAL

		Ambiental	Econômica	Social
Ambiental	Coef. de correlação		0,272	0,207
	Signif. (2-caudas)		0,058	0,153
	N		49	49
Econômica	Coef. de correlação	0,272		0,441**
	Signif. (2-caudas)	0,058		0,002
	N	49		49
Social	Coef. de correlação	0,207	0,441**	
	Signif. (2-caudas)	0,153	0,002	
	N	49	49	

TABELA VI  
CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA AS OUTRAS TECNOLOGIAS

		Ambiental	Econômica	Social
Ambiental	Coef. de correlação		0,348**	-0,439**
	Signif. (2-caudas)		0,005	0,000
	N		63	63
Econômica	Coef. de correlação	0,348**		-0,183**
	Signif. (2-caudas)	0,005		0,152
	N	63		63
Social	Coef. de correlação	-0,439**	-0,183**	
	Signif. (2-caudas)	0,000	0,152	
	N	63	63	

que já era esperado devido aos resultados demonstrado na Figura 3. A correlação em algumas situações chega a ser negativas, ou seja, indica uma condição antagonica entre as dimensões da sustentabilidade.

Entretanto, estes testes não são suficientemente objetivos para responder a questão proposta no inicio do estudo, então, buscou-se outra alternativa de análise. A forma que pareceu ser a mais promissora foi, novamente, a análise de cluster considerando as três dimensões da sustentabilidade. A análise indicou que deveriam ser compilados três agrupamentos, os quais foram denominados: Tecnologia Sustentável; Tecnologia Indefinida em termos de sustentabilidade; Tecnologia não Sustentável, conforme demonstrado na Tabela VII.

A primeira apresenta escores elevados nas três dimensões da sustentabilidade, e a terceira que apresenta escores reduzidos nas três dimensões, ou seja, uma com médias elevadas e outra com médias reduzidas. A segunda apresenta escores moderados nas três dimensões ou escores elevados em umas e reduzidos em outras. Desta forma, considera-se que o primeiro agrupamento está próximo do que poderia ser considerado o equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade e que, desta forma, poderia classificar a tecnologia como sustentável.

Então, a partir da conjugação dos dois agrupamentos, um que dividiu a amostra em Tecnologia Social e Outras Tecnologias, e outro que dividiu a amostra em Tecnologia Sustentável, Tecnologia Indefinida e Tecnologia Não Sustentável, foi possível montar a Figura 4, contendo seis quadrantes.

O quadrante inferior, próximo do ponto de intersecção dos eixos X e Y (ponto 0), indica que as tecnologias

TABELA VII  
DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA NOS TRÊS AGRUPAMENTOS DA SUSTENTABILIDADE

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tecnologia Sustentável	34	30,4	30,4	30,4
Tecnologia Indefinida	37	33,0	33,0	63,4
Tecnologia não Sustentável	41	36,6	36,6	100,0
Total	112	100,0	100,0	

ali identificadas são Não Sustentáveis e do grupo de Outras Tecnologias. No lado oposto (canto superior direito) estão as tecnologias sustentáveis, sendo todas do grupo de Tecnologias Sociais.

Cabe destacar que apenas uma das Tecnologias Sociais foi identificada como Não Sustentável, 21 (62%) foram identificadas como Indefinidas e 12 (35%) foram identificadas como Sustentáveis. Interessante notar que as Outras Tecnologias estão todas concentradas nos quadrantes Não Sustentáveis e Indefinidas.

Portanto, foram encontradas evidências, no âmbito deste estudo, de equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade para as tecnologias estudadas. Isto não significa que efetivamente exista equilíbrio, mas sim que nos teste e análises utilizadas estes indícios foram verificados, principalmente no que se refere a Figura 4.

Entretanto, nem todas as Tecnologias Sociais apresentam as características de tecnologias Sustentáveis, mas por outro lado, apenas uma apresentou as características de tecnologia Não Sustentável, sendo que a maioria ficou na posição de Indefinição quanto a sustentabilidade. Doze das tecnologias analisadas estão dentro do quadrante das Sustentáveis. Duas delas estão sobre a linha que divide as Sustentáveis das Indefinidas, sendo que segundo a análise de cluster uma (Nº 13) está no grupo das Indefinidas e outra (Nº 111) está no grupo das Sustentáveis.

#### Considerações Finais

A partir da pontuação, segundo uma escala intervalar de cinco pontos, e da análise de Cluster foi possível identificar quais tecnologias teriam as características necessárias às Tecnologias Sociais e quais não; a

análise de cluster resultou em dois agrupamentos, os quais foram denominados de Tecnologia Social e Outras Tecnologias, devido aos escores de cada um.

A partir da separação das tecnologias em dois grupos, passou a verificação proposta como objetivo deste estudo, no qual se buscava verificar o potencial da Tecnologia Social para o desenvolvimento sustentável. Constatou-se que as Tecnologias Sociais apresentaram indicação média superior às Outras Tecnologias nas dimensões econômicas e ambiental, porém pouco superior na dimensão social.

Por fim, optou-se por fazer um novo agrupamento das tecnologias em função dos escores atribuídos as três dimensões da sustentabilidade, utilizando para isso novamente a análise de cluster. Na separação resultaram três agrupamentos, sendo um considerado como Tecnologia Sustentável, outro como Tecnologia Não Sustentável e um terceiro (agrupamento intermediário) denominado de Tecnologia Indefinida, já que ficou entre os outros dois agrupamentos. Apenas uma das tecnologias

classificadas como Sociais foi considerada Não Sustentável e doze ficaram dentro do quadrante das Sustentáveis, porém a maioria destas (21) ficaram enquadradas como Tecnologia Indefinida.

Portanto, considera-se atingido o objetivo deste estudo, já que a partir das análises realizadas foi possível encontrar evidências, no âmbito deste estudo, de equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade para as tecnologias estudadas, que efetivamente apresentaram significativos escores nos critérios concep-

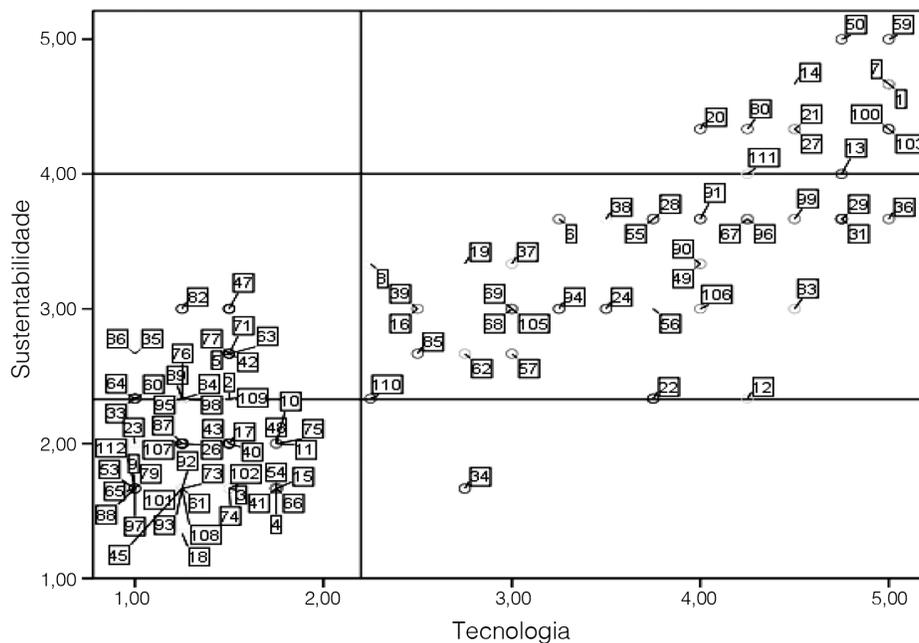


Figura 4. Dimensões da Sustentabilidade x Dimensões da Tecnologia.

tivos da Tecnologia Social: uso e repartição do excedente, apropriação tecnológica, e ajuste do processo de trabalho (Dagnino, 2007); e construção social (ITS, 2004).

Porém também foi possível evidenciar limites ou insuficiências dentre as Tecnologias Sociais analisadas que necessitam ser superadas para uma maior contribuição no desenvolvimento sustentável, como: a) maior envolvimento efetivo dos usuários na construção e aplicação da solução tecnológica e ampliação do escopo das soluções tecnológicas como intuito de concebê-las como um projeto de transformação social fugindo da incipiência de atuações assistencialistas e individualistas, de modo atender a dimensão social; b) promover o empoderamento dos usuários da Tecnologia Social mediante a propriedade efetiva da tecnologia, evitando sua dependência à terceiros, e a ampliação do conhecimento destes na aplicação da tecnologia como instrumento produtivo de geração de trabalho e renda, de modo a atender a dimensão econômica; e por fim c) harmonizar o emprego da tecnologia enquanto instrumento produtivo com o meio ambiente, que passa pela escolha de alternativas que gerem o menor impacto possível no ambiente da comunidade de usuários, de modo a atender a dimensão ambiental.

Ainda, ponderando que por meio da análise de Cluster foram identificadas diferenças significativas entre as tecnologias analisadas, levantam-se

algumas suposições para futuros estudos: que nem todas as tecnologias catalogadas no Banco de Tecnologia Social constituem-se em Tecnologias Sociais; que da existência de um inadequado enquadramento como Tecnologia Social, este decorra do uso de um conceito generalista acerca do que seria Tecnologia Social; ou ainda que da existência de um inadequado enquadramento como Tecnologia Social, este decorra da mudança da terminologia de Tecnologia Apropriada para Tecnologia Social e que tem gerado confusão em relação a sua distinção; e que a finalidade da tecnologia possa interferir na concepção da tecnologia.

Cabe destacar que as evidências encontradas neste estudo devem ser consideradas com cautela devido a algumas limitações, sendo a principal mensuração dos atributos apenas sob a perspectiva do pesquisador, fato que pode amplificar o viés do pesquisador inerente aos estudos e de que os resultados aqui encontrados estão limitados a amostra estudada e que não podem ser generalizados devido a falta de representatividade desta.

#### REFERÊNCIAS

Blackburn WR (2007) *The Sustainability Handbook*. Environmental Law Institute. Atlanta, GA, EEUU. 520 pp.

Brandão FC (2001) *Programa de Apoio às Tecnologias Apropriadas - PTA: Avaliação de um Programa de Desenvolvimento Tecnológico Induzido pelo*

CNPq. Tese. Universidade de Brasília. Brasil. 171 pp.

Brandão FC (2006) *Uma História Brasileira das Tecnologias Apropriadas*. Paralelo 15/Abipti. Brasília, Brasil. 160 pp.

Brown LR (1982) Building a sustainable society. *Society* 19: 75-85.

Dagnino R (2004) A tecnologia social e seus desafios. Em *Tecnologia Social: uma Estratégia para o Desenvolvimento*. ITS/Fundação Banco do Brasil. Brasília. pp. 187-209.

Dagnino R (2007) *Um Debate sobre a Tecnociência: Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico*. Unicamp. São Paulo, Brasil. 206 pp.

FBB (2011) *Tecnologia Social*. Fundação Banco do Brasil. Brasília. www.tecnologiasocial.org.br.

Field A (2009) *Descobrimo a Estatística Usando o SPSS*. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 688 pp.

Graeml AR (1996) Tecnologia Apropriada x Tecnologia Moderna, Tentativa de Conciliação. *Anais Eletrônicos XXI ENANPAD*. Rio de Janeiro, Brasil. pp. 1-16.

Hammarsskjöld (1975) *What Now: The 1975 Dag Hammarskjöld Report*. Relatório. United Nations General Assembly. Nova Iorque, EEUU. 129 pp.

ITS (2004) Tecnologia Social no Brasil: direito à ciência e ciência para cidadania. Caderno de Debate. Instituto de Tecnologia Social. São Paulo, Brasil. 40 pp.

Maroco J (2003) *Análise Estatística com Utilização do SPSS*. Silabo. Lisboa, Portugal. 824 pp.

MCT (2011a) *Descrição da Tecnologia Social*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasil. www.mct.gov.br/index.php/content/view/308089.html.

MCT (2011b) *Objetivos da Tecnologia Social*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasil. www.mct.gov.br/index.php/content/view/78535.html#inexistente.

Rattner H (1974) Desenvolvimento e Emprego: a viabilidade de uma tecnologia intermediária. *Rev. Admin. Empr.* 14: 145-153.

Robinson J (2004) Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. *Ecol. Econ.* 48: 369-384.

Rocha Neto I (2003) Tecnologias sociais: conceitos e perspectivas. *Diálogos* 2: 12-21.

Rodrigues I, Barbieri JC (2008) A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *Rev. Admin. Publ.* 42: 1069-1094.

RTS (2009) Entrevista com Ignacy Sachs. [www.rts.org.br/entrevistas/entrevistas-2009/ignacy-sachs-diretor-do-centro-de-pesquisas-do-brasil-contemporaneo-na-escola-de-altos-estudos-de-ciencias-sociais-paris/?searchterm=Ignacy Sachs](http://www.rts.org.br/entrevistas/entrevistas-2009/ignacy-sachs-diretor-do-centro-de-pesquisas-do-brasil-contemporaneo-na-escola-de-altos-estudos-de-ciencias-sociais-paris/?searchterm=Ignacy+Sachs).

Sachs I (1997) Desenvolvimento numa economia mundial liberalizada e globalizante: um desafio possível? *Est. Avanç.* 11: 213-242.

Sachs I (2008) *Desenvolvimento: Incluyente, Sustentável, Sustentado*. Garamond. Rio de Janeiro, Brasil. 152 pp.

Schumacher EF (1974) O trabalho do grupo de desenvolvimento de tecnologia intermediária. *Rev. Admin. Empr.* 14: 133-144.

Veiga JL (2008) *Desenvolvimento Sustentável: O Desafio do Século XXI*. Garamond. Rio de Janeiro, Brasil. 220 pp.

Ventura AC, Santos MA, Freitas EJ (2010) Inovação em Busca do Desenvolvimento Sustentável: a tecnologia social como instrumento de alavancagem. *Anais Eletrônicos IV ENAPE-GS*. Lavras, Brasil. pp. 1-17.

WCED (1987) *Our Common Future*. Report by the World Commission on Environment and Development. United Nations, Nova Iorque, EEUU. 15 pp.