

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO**

**CLAUDIA DE MORAES BARROS DE OLIVEIRA**

**A Produção Científica em Sustentabilidade e a  
Contribuição da Ciência dos Materiais**

SÃO CARLOS  
2012

**CLAUDIA DE MORAES BARROS DE OLIVEIRA**

**A Produção Científica em Sustentabilidade e a  
Contribuição da Ciência dos Materiais**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós Graduação em Ciência,  
Tecnologia e Sociedade para realização de  
exame de defesa.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Innocentini  
Lopes de Faria

SÃO CARLOS  
2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

O48pc

Oliveira, Claudia de Moraes Barros de.

A produção científica em sustentabilidade e a contribuição da Ciência dos Materiais / Claudia de Moraes Barros de Oliveira. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

168 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Desenvolvimento social - ciência, tecnologia e sociedade. 2. Sustentabilidade. 3. Indicadores. 4. Bibliometria. 5. Ciência dos materiais. I. Título.

CDD: 303.483 (20<sup>a</sup>)



**BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE  
CLAUDIA DE MORAES BARROS DE OLIVEIRA**

Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria  
Orientador e Presidente  
UFSCar

Prof. Dr. Leonardo Guimarães Garcia  
Membro externo  
USP - Ribeirão Preto

Profa. Dra. Luciana de Souza Gracioso  
Membro interno  
UFSCar

Submetida a defesa pública em sessão realizada em: 27/02/2012.  
Homologada na 55ª reunião da CPG do PPGCTS, realizada em  
16/03/2012.

Prof. Dra. Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi  
Coordenadora do PPGCTS

Fomento:

Dedico este trabalho a Deus que sempre me dá forças para continuar e que tem sido tão maravilhoso comigo. E também ao meu esposo e minha mãe por me amarem tanto, torcerem por mim e serem meus maiores fãs.



## AGRADECIMENTOS

Ao professor Leandro Innocentini Lopes de Faria pela orientação, atenção, paciência e grande entusiasmo para com este trabalho e pelas enriquecedoras conversas que tivemos no NIT/Materiais.

Aos professores Leonardo Guimarães Garcia e Luciana de Souza Gracioso que aceitaram fazer parte desta banca, por avaliarem este trabalho e por suas importantes contribuições.

Aos professores José Ângelo Rodrigues Gregolin e Carlos Roberto Massao Hayashi por fazerem parte da banca de qualificação e por seus apontamentos essenciais para a melhoria desta pesquisa.

Aos amigos do grupo de estudos do NIT/Materiais (GENIT) Angela, Maria Fernanda, Tatiane, Luiza (por sua grande ajuda com os tesouros) e em especial aos amigos Douglas e Lucas pela imensa ajuda com o software VantagePoint e tesouros (entre outras coisas relacionadas a tecnologias e computadores!) mesmo que isto tomasse o tempo que tinham para escrever seus próprios projetos.

Ao professor Eduardo Garuti Noronha e aos professores Thales Haddad Novaes de Andrade e Marcelo Coutinho Vargas do Programa de Pós Graduação em Ciência Política pelas importantes recomendações de leitura que muito contribuíram para a construção deste trabalho.

À Deborah Dias da Thomson Reuters por sua paciência, prontidão e generosidade em esclarecer as infinitas dúvidas ao longo deste trabalho quanto à Web of Science e ao Essential Science Indicators.

À Secretaria do Programa de Pós Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade na pessoa do Paulo Lazaretti pelo suporte burocrático e também pela amizade.

Aos estagiários Kelly e Raphael pela amizade e pelo suporte nas atividades da Secretaria do curso de Ciência Política para que eu pudesse me dedicar com mais afinco a esta pesquisa.

Ao setor de Referência da Biblioteca Comunitária da UFSCar na pessoa da bibliotecária Teresa Luzia Bessi Lopes pela importante revisão desta dissertação quanto às normas ABNT.





## RESUMO

A sustentabilidade é um assunto que tem despertado grande interesse da sociedade, cada vez mais atenta à necessidade de garantir que o desenvolvimento no presente não comprometa a capacidade das gerações futuras atenderem as suas. No ambiente acadêmico, os estudos sobre sustentabilidade se iniciaram no fim da década de 1960 e se intensificaram a partir da década de 1980, influenciados por vários fatores, entre eles a ocorrência de desastres de grande impacto ambiental e que suscitaram debates inclusive sobre o comprometimento da sobrevivência da espécie humana e do planeta. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a análise da produção científica em sustentabilidade. Ênfase especial foi dada à compreensão da contribuição da Ciência dos Materiais e do Brasil aos avanços científicos sobre a sustentabilidade. O estudo foi baseado na elaboração de indicadores bibliométricos de produção científica a partir de registros bibliográficos extraídos da base de dados Web of Science. Ela foi escolhida por sua abrangência e multidisciplinaridade, permitindo a coleta de volume significativo de publicações sobre a sustentabilidade nas diversas áreas do conhecimento e o aprofundamento do estudo nos focos indicados. Para o estudo da contribuição das várias áreas do conhecimento foi desenvolvido um novo procedimento para classificar as publicações. Como resultado, foram obtidos indicadores de produção e de colaboração científica, detalhando como os estudos sobre sustentabilidade se distribuem ao longo do tempo, quanto aos países produtores de conhecimento, quanto à contribuição de cada área do conhecimento e quanto aos assuntos abordados nas pesquisas. Foi identificado que a produção científica em sustentabilidade tem crescido em taxa superior ao crescimento da base de dados que representa a produção científica mundial e que esse tema de pesquisa tem alcance global, com 173 países gerando publicações sobre ele. Esses resultados estão em sintonia com o crescente interesse da sociedade sobre o tema. Sobre a área de Ciência dos Materiais, foi identificada uma contribuição aquém da esperada, sendo esta apenas a décima área em contribuição para os estudos sobre a sustentabilidade. Notou-se que as pesquisas sobre sustentabilidade na área de Ciência dos Materiais começaram cerca de quinze anos após os primeiros estudos no tema, mas atualmente as pesquisas na área crescem mais do que no tema em geral. Sobre os assuntos pesquisados sobre sustentabilidade na área de Ciência dos Materiais pode-se notar a preocupação com aspectos de construção civil, com atributos esperados dos materiais como durabilidade e reciclabilidade e pouca atenção aos materiais em si, destacando-se o concreto, a biomassa, as cinzas e a taipa. O Brasil tem contribuição relativamente pequena para as publicações sobre sustentabilidade, mas esta vem crescendo a taxas muito mais elevadas que a média dos demais países. Uma característica da produção científica nacional em sustentabilidade é sua distribuição geográfica mais homogênea que a média das publicações nacionais. O estudo apontou a importância da sustentabilidade enquanto tema de pesquisa; a tardia e relativamente pequena, mas crescente, contribuição da área de Ciência dos Materiais para os estudos sobre sustentabilidade e a crescente contribuição do Brasil para os estudos no tema. Apontou também uma nova opção metodológica para a classificação por área de conhecimento das publicações coletadas na Web of Science.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Ciência dos Materiais. Indicadores bibliométricos.



## ABSTRACT

Sustainability is an issue that has aroused great interest of society increasingly aware of the need to ensure that development in the present without compromising the ability of future generations to meet their own. In the academic environment, studies on sustainability began in the late 1960s and intensified after the 1980s, influenced by several factors, including the occurrence of disasters of great environmental impact and that also raised debates about the commitment of survival of mankind and the planet. In this context, this study aimed to analyze the scientific production in sustainability. Special emphasis was given to understanding the contribution of Materials Science and Brazil to the scientific advances on sustainability. The study was based on the production of bibliometric indicators of scientific production from bibliographic records extracted from the database Web of Science. She was chosen for its scope and multidisciplinary, allowing the collection of significant publications on sustainability in different areas of knowledge and insight of the study indicated the foci. To study the contribution of the various areas of knowledge was developed a new procedure for classifying publications. As a result, we obtained indicators of production and scientific collaboration, detailing how the sustainability studies are distributed over time, as the producer countries to knowledge, as to the contribution of each area of knowledge and as to the matters discussed in the research. It was identified that sustainability in scientific production has grown at a rate higher than the growth of the database that represents the scientific world and that this research topic has a global reach, with 173 countries generating publications about him. These results are in line with the growing interest of the society on the issue. About the area of Materials Science, has been identified below the expected contribution, which is only a tenth area contribution to the studies on sustainability. It was noted that research on sustainability in the area of Materials Science began about fifteen years after the first studies on the subject, but now research in the area grow more than the subject in general. On matters of sustainability in the surveyed area of Materials Science can be noted the concern with aspects of construction, with expected attributes of materials such as durability and recyclability, and little attention to the materials themselves, especially if the concrete, biomass, ash and mud. Brazil has a relatively small contribution to the publications on sustainability, but growing at rates much higher than the average of other countries. A feature of the national scientific production on sustainability is its geographic distribution more homogeneous than the average national publications. The study pointed out the importance of sustainability as a research subject, the late and relatively small, but growing, contribution from the area of Materials Science for studies on sustainability and the growing contribution of Brazil to the studies on the subject. She also appointed a new methodological approach for the classification by area of knowledge collected from the publications in Web of Science.

**Key Words:** Sustainability. Materials Science. Bibliometric Indicators





## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Colaboração em produção científica do Brasil com os demais países, 2003 a 2007.....	81
<b>Tabela 2:</b> Média de citações de artigos científicos brasileiros publicados em revistas internacionais em relação às médias mundiais de 1981 a 2008 .....	83
<b>Tabela 3:</b> Número de artigos científicos publicados em revistas internacionais por países nas bases ISI (Web of Science) e Scopus .....	84
<b>Tabela 4:</b> porcentagem de artigos científicos brasileiros por área do conhecimento com relação ao impacto relativo das médias mundiais de 1998 a 2007 .....	90
<b>Tabela 5:</b> Histórico dos termos de busca pesquisados na base de dados Web of Science no tema sustentabilidade .....	101
<b>Tabela 6:</b> Estrato do quadro de relação entre as áreas do conhecimento das publicações indexadas na Web of Science .....	109
<b>Tabela 7:</b> Palavras-chave com 4 ou mais ocorrências no conjunto de publicações sobre sustentabilidade da área de Ciência dos Materiais .....	121



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Condições de busca utilizadas para recuperar a produção científica no tema sustentabilidade na base de dados Web of Science .....	102
<b>Quadro 2:</b> Estrato do tesouro utilizado para padronização de nomes de instituições .....	107



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Trajetória de desastres ambientais, nucleares e eventos ligados a sustentabilidade 1948 a 2011 .....	28
<b>Figura 2:</b> Fluxograma do processo de avaliação de ciclo de vida de um produto .....	50
<b>Figura 3:</b> Ciclo Total dos Materiais .....	51
<b>Figura 4:</b> Indicadores de sustentabilidade extraídos do relatório de sustentabilidade do grupo Camargo Corrêa .....	66
<b>Figura 5:</b> Destinação dos resíduos gerados pela empresa Vale do Rio Doce .....	67
<b>Figura 6:</b> Evolução das concessões de bolsas de estudo no exterior de todas as modalidades de 1998 a 2009 .....	82
<b>Figura 7:</b> Bolsistas contemplados com bolsas Capes no ano de 2009 por país de destino ...	82
<b>Figura 8:</b> Evolução do impacto dos artigos científicos brasileiros em outros países de 1981 a 2009 .....	89
<b>Figura 9:</b> Resultado da busca na base de dados Web of Science para o tema sustentabilidade utilizando a expressão de busca desenvolvida .....	102
<b>Figura 10:</b> Tela do programa DownloadER .....	103
<b>Figura 11:</b> Tela principal do software Vantage Point já com a importação dos dados extraídos da Web of Science .....	111
<b>Figura 12:</b> Matriz do número de publicações em sustentabilidade indexadas na Web of Science por ano de publicação criada no software Vantage Point .....	108
<b>Figura 13:</b> Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science – Total mundial, 1974-2009.....	112
<b>Figura 14:</b> Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science por países – 2005-2009.....	114
<b>Figura 15:</b> Número de publicações em sustentabilidade por área do conhecimento indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009.....	115
<b>Figura 16:</b> Ano em que as áreas do conhecimento tiveram sua primeira publicação no tema sustentabilidade.....	117

<b>Figura 17:</b> Número de artigos por área do conhecimento no ano em que a área de Ciência dos Materiais teve sua primeira publicação no tema sustentabilidade – 1989 .....	118
<b>Figura 18:</b> Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, área de Ciência dos Materiais – 1989-2009.....	119
<b>Figura 19:</b> Publicações sobre sustentabilidade em Ciência dos Materiais por país.....	120
<b>Figura 20:</b> Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, Brasil, 1992-2009.....	123
<b>Figura 21:</b> Número de publicações brasileiras em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science em colaboração com outros países – 2005-2009.....	125
<b>Figura 22:</b> Número de publicações em sustentabilidade por Estados brasileiros indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009.....	126
<b>Figura 23:</b> Número de publicações em sustentabilidade por instituições de pesquisa brasileiras indexadas na base de dados Web of Science 2005-2009.....	128

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	20
1.1 Objetivo geral.....	22
1.2 Objetivos específicos .....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	24
2.1 Conceitos de sustentabilidade .....	24
2.2 Trajetória da sustentabilidade .....	26
2.3 Política e sustentabilidade .....	29
2.4 Economia e sustentabilidade.....	32
2.5 Sustentabilidade Social .....	36
2.6 Materiais e sustentabilidade .....	43
2.7 Iniciativas de estímulo à sustentabilidade.....	55
2.8 Opções tecnológicas para sustentabilidade .....	68
3 MÉTODO.....	71
3.1 Bibliometria .....	72
3.1.1 Conceitos de bibliometria .....	72
3.1.2 A produção científica .....	77
3.1.3 Conceitos acerca dos indicadores .....	85
3.1.4 Conceitos acerca de cientometria.....	93
3.1.5 As bases de dados .....	94
3.2 Procedimento Experimental.....	100
3.2.1 Coleta de dados para análise bibliométrica.....	100
3.2.2 Análise bibliométrica .....	104
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	112
4.1 Produção científica em sustentabilidade .....	112
4.2 A contribuição da Ciência dos Materiais para a pesquisa em Sustentabilidade .....	116
4.3 A contribuição do Brasil para a produção científica em sustentabilidade .....	122
5 CONCLUSÃO .....	129
REFERÊNCIAS.....	134
APÊNDICE.....	146
ANEXO.....	163



# 1 INTRODUÇÃO

A busca por equilíbrio entre o homem e a natureza é um dos grandes desafios deste século. As atividades industriais, se praticadas de forma irresponsável, podem aumentar a poluição ambiental de forma significativa, causando enormes danos à natureza (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

Desde a década de 1970 que a sociedade vem se dando conta do quanto afetou a biosfera do planeta com as poluições de rios e do ar das cidades, extração até o seu esgotamento de recursos não renováveis, destruição da camada de ozônio, aumento do nível dos oceanos, aquecimento global do planeta e principalmente os riscos a que as pessoas estão expostas devido aos resíduos nucleares (FOLADORI, 2001). Segundo Ferreira (1998), a preocupação pública pelos problemas ambientais tiveram aumento desde a década de 1960 e já na década de 1970.

O reaproveitamento de resíduos, a fabricação de produtos biodegradáveis e, principalmente, a reciclagem são atividades que estão recebendo enormes recursos principalmente nas grandes empresas. Os engenheiros de materiais, por conhecerem as metodologias de processamento e as diversas propriedades dos produtos gerados, além de sua interação com o ambiente, têm enorme potencial para realizar trabalhos com grande retorno para a empresa e para a comunidade envolvida. A área ambiental é um mercado de trabalho muito promissor para o profissional da Engenharia de Materiais especialmente interessado em conciliar o conhecimento técnico com a preservação ambiental (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

Um aspecto importante implicitamente revelado pelo ciclo dos materiais é a forte interação dos materiais com a *energia* e o *meio ambiente*, mostrando que estes segmentos têm um entrosamento, principalmente agora quando os habitantes deste planeta manifestam o mais profundo interesse pela questão da qualidade de seu espaço vital (COHEN, 1979).

Haja vista a importância da discussão acerca do tema sustentabilidade, o presente trabalho propõe a análise da produção científica sobre sustentabilidade através da elaboração de indicadores bibliométricos de produção científica com a utilização da Base de Dados Web of Science com foco para área de Ciência dos Materiais, ou seja, compreender qual a contribuição da área no tema e vice-versa. A opção pela escolha desta base de dados deve-se à sua credibilidade e também à suas especificidades já que contempla a área de Ciência dos Materiais.

Nas últimas décadas, os indicadores de produção científica vêm ganhando importância crescente como instrumentos para análise da atividade científica e das suas relações com o desenvolvimento econômico e social. A construção de indicadores quantitativos tem sido incentivada por órgãos internacionais e nacionais de fomento à pesquisa como meio para se obter compreensão mais acurada da orientação e da dinâmica da ciência, de forma a subsidiar o planejamento de políticas científicas e avaliar seus resultados. Os indicadores de produção científica, somados à família de indicadores de insumos para a ciência e tecnologia (C&T) – como os relativos aos dispêndios públicos e empresariais em pesquisa e desenvolvimento (P&D), à cobertura e situação do ensino superior, aos recursos humanos disponíveis em C&T – têm contribuído de forma definitiva para a análise do desempenho e melhoria da eficiência dos sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação (FAPESP, 2005).

A construção de indicadores bibliométricos, elaborados a partir das publicações indexadas na Web of Science, permite identificar aspectos importantes da evolução e situação atual da produção científica da UFSCar, de outras Instituições, regiões e países.

Dentro do contexto de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) a ciência é entendida neste projeto como as próprias pesquisas e análises feitas neste estudo. A sociedade é considerada neste estudo a medida que este trabalho contempla a questão sustentável que é muito preocupante para a sociedade atualmente e representa uma grande barreira a ser alcançada.

A maior parte do desenvolvimento desta pesquisa foi realizada no NIT/Materiais (Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais), na Universidade Federal de São Carlos. O NIT/Materiais fornece informação sobre novas ideias em tecnologia e materiais para apoiar empresas, arranjos empresariais e instituições na elaboração de planos de desenvolvimento científico, tecnológico e empresarial. Sua atuação abrange a realização de estudos prospectivos e de inteligência tecnológica, esclarecimentos técnicos, organização de eventos e capacitação de recursos humanos. Para suporte a suas atividades, pesquisa e desenvolve metodologias de prospecção tecnológica e inteligência competitiva (NIT/MATERIAIS, 2010).

Desde 1994, o NIT/Materiais atende aos setores industriais de plásticos, cerâmica, metal-mecânico, borrachas, autopeças e outros, apoiado por laboratórios, pesquisadores e especialistas por meio de consultorias, esclarecimentos técnicos e treinamentos. Possibilita às empresas e instituições oportunidades de aprimoramentos e crescimento técnico e gerencial (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

A linha de pesquisa, em que este trabalho se insere, intitulada “Gestão Tecnológica e Sociedade Sustentável” do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, compreende as oportunidades e desafios tecnológicos presentes e futuros, enfrentados por organizações empresariais e públicas, para formulação de estratégias para desenvolvimento sustentável, social, econômico e ambiental, e para elaboração de políticas públicas em ciência, tecnologia e inovação. São pesquisadas e aplicadas metodologias de produção e gestão da informação e do conhecimento em áreas como: prospecção tecnológica; inteligência competitiva e monitoramento tecnológico; inovação; análise histórica e de tecnologias; tecnologia industrial básica; desenvolvimento de produtos e processos; produção e análise de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação; gestão tecnológica; redes de cooperação tecnológica; empreendedorismo para o desenvolvimento sustentável; pesquisa participativa cidadã; tecnologias de informação e comunicação em gestão tecnológica e outras (PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 2011).

A área de Ciência dos Materiais vive um processo de consolidação recente no país, com participação destacada da UFSCar desde a implantação do primeiro curso de graduação em Engenharia de Materiais em 1970 (FARIA; GREGOLIN; HOFFMANN, 2007).

A criação do Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou-se em abril de 1979 e até o início do ano de 2010 já produziu mais de 580 dissertações de mestrado e 243 teses de doutorado (dados fornecidos pelo próprio programa). A Ciência e Engenharia de Materiais (CEM) representa um campo contínuo e indivisível, associando Ciência e Tecnologia, num modo interdisciplinar de atuação, ao ciclo global dos materiais (PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS, 2011).

## **1.1 Objetivo geral**

O objetivo deste estudo é elaborar um panorama da produção científica sobre o tema sustentabilidade, com ênfase na contribuição da área de Ciência dos Materiais e do Brasil.

## 1.2 Objetivos específicos

Para operacionalizar o estudo e gerar resultados estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a evolução da pesquisa sobre sustentabilidade ao longo do tempo e sua distribuição geográfica e temática;
- Elaborar indicadores de produção científica para o tema sustentabilidade e sua intersecção com a Ciência dos Materiais;
- Avaliar o quanto as pesquisas em Ciência dos Materiais tem focado a sustentabilidade e de que maneira ocorre esse enfoque;
- Analisar a contribuição do Brasil para o avanço das pesquisas sobre sustentabilidade, em particular na área de Ciência dos Materiais.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Conceitos de sustentabilidade

Na década de 1980, o Worldwatch Institute deu início à concepção do conceito de sociedade sustentável que foi sendo difundido em todo o mundo através dos relatórios do próprio Instituto e também pela Comissão da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Meio Ambiente e Desenvolvimento no relatório “Nosso Futuro Comum” que na época era liderado pela primeira ministra da Noruega M. Brundtland (FERREIRA, 1998).

Após a Conferência Mundial de 1992, o adjetivo “sustentável” ganhou visibilidade tanto nacional quanto internacionalmente. Muita confusão semântica surgiu do uso deste termo, às quais diferentes pessoas atribuem diferentes significados (SACHS, 2007).

No final da década de 1980, o conceito de sustentabilidade tornou-se o centro das atenções nos debates políticos, acadêmicos e culturais (FERREIRA, 1998).

A sustentabilidade não é uma norma ou regra a ser seguida ao pé da letra para as próximas gerações e tão pouco é uma nova ideologia, ela apenas contribui com alguns critérios sobre a qualidade de vida social futura das sociedades, a fim de melhorá-la oferecendo uma vida com dignidade a todas as pessoas e propiciando a solidariedade entre as gerações (SPANGENBERG, 2003).

Até então o meio ambiente vem sendo interpretado como coação e prejuízo, porém trata-se de um capital em potencial utilizado de forma racional, o que representa um desafio para a ciência e tecnologia (SACHS, 2007).

Os ecologistas afirmam que para chegar ao desenvolvimento sustentável “é preciso que tudo mude para que tudo continue a ser como é” (FERREIRA, 1998).

Allen citado por Baroni (1992, p.14) destaca que: “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que significa alcançar satisfação constante das necessidades humanas e a melhoria da qualidade de vida humana”.

Se cuidarmos da natureza, ela tomará conta de nós. A conservação chegou a um ponto do conhecimento que, se quisermos salvar parte do sistema, temos que salvar o sistema inteiro. Esta é a essência do que chamamos desenvolvimento sustentável. Existem várias dimensões para a sustentabilidade. Primeiramente, ela requer a eliminação da pobreza e da privação. Segundo, requer a conservação e a elevação da base de recursos, a qual sozinha pode garantir que a eliminação da pobreza seja permanente. Terceiro, ela requer um conceito mais abrangente de desenvolvimento, que englobe não somente o crescimento econômico, como também o desenvolvimento social e cultural. Quarto e mais importante, requer a unificação da

economia e da ecologia nos níveis de tomada de decisão (BRUNDTLAND apud BARONI, 1992).

O fenômeno econômico, ligado à abertura comercial e ao crescimento da economia chinesa, faz com que haja mais pressão sobre o uso da água e o solo: “Estamos produzindo mal e não estamos levando em conta a questão ambiental na tomada de decisão” (TONDA apud COSTA, 2011).

Spangenberg (2003) aponta algumas medidas a serem tomadas em relação a questões sociais e de meio ambiente no sentido de não dar prioridade nem ao sistema, nem ao partido, nem aos mercados, mas sim às pessoas e depois ver de que maneira o mercado, o Estado e todas as partes da sociedade poderão contribuir. Nisto, a sustentabilidade dá uma orientação de se buscar o consenso, baseado na integração dos participantes e no compartilhar das responsabilidades.

Ferreira (1998) considera a ideia de equilíbrio irreal e incompleta afirmando que a sociedade deve se voltar à noção de capacidade de sustentação visto que os ecossistemas possuem uma capacidade de vida limitada.

De acordo com Sachs (2007), a sustentabilidade ecológica pode ser melhorada levando-se em conta os seguintes aspectos: ampliação da capacidade de carga do mundo através de soluções criativas, aumentando o uso dos recursos dos ecossistemas causando o mínimo possível de danos ao meio ambiente; limitação do consumo dos combustíveis fósseis danosos ao meio ambiente substituindo-os por recursos renováveis; redução do volume de resíduos e poluição através de conservação de energia e recursos além de reciclagem; incentivo à limitação no consumo material por parte dos países ricos e das pessoas em geral; estímulo à pesquisa de tecnologias de baixo teor de resíduos e eficientes no uso de recursos para o desenvolvimento; definição de normas para proteção ambiental aliando questões econômicas, legais e administrativas.

Rattner citado por Baroni (1992, p.16) destaca que: “O conceito de desenvolvimento sustentável envolve condições de melhoria de vida para as populações, do ponto de vista social e econômico”.

Infelizmente praticar a sustentabilidade hoje, tanto para empresas quanto para a sociedade em geral, custa caro. As empresas dispendem muitos recursos na destinação de resíduos enquanto as pessoas pagam mais caro por produtos que levam o selo de certificação sustentável. Construir uma casa com energia solar, por exemplo, ainda não é uma opção para todos do ponto de vista financeiro.

## 2.2 Trajetória da sustentabilidade

Sachs (2007, p. 202) aponta a negligência dos seres humanos como uma das principais causas do desequilíbrio ambiental:

Sabemos hoje que, desde a Revolução Industrial, o crescimento fenomenal da produção de bens materiais tornou-se possível por meio da exploração predatória do capital natural, cuja base de sustentação da vida (ar, água, sol, florestas), foi devastada sem suscitar nenhum tipo de preocupação. As próprias condições que asseguram a continuidade da vida em nosso planeta estão ameaçadas, não somente pelo holocausto nuclear, mas também pelo aquecimento global da atmosfera, devido principalmente a um consumo excessivo de combustíveis fósseis e à destruição maciça das florestas. A negligência com a qual nos desembarçamos dos nossos detritos constitui, além disso, uma das principais causas de desequilíbrio ambiental.

O debate sobre sustentabilidade remonta à “revolução ambiental” dos anos 1960, ocasionada pela tomada de consciência da finitude do nosso planeta, pela impossibilidade de se encontrar um atalho para o desenvolvimento por meio de injeções tecnológicas de efeito rápido, pelas reservas limitadas de terra cultivável e de recursos naturais e desproporção entre uma população em processo de crescimento exponencial e pela deterioração ambiental provocada pelo rápido crescimento econômico dos anos 1950 e 1960. Sachs (2007, p. 204) aponta que “na Conferência de Estocolmo foi corretamente ressaltado que todos nós vivemos numa única Terra e que deveríamos aprender a lidar com sua inescapável finitude”.

Acidentes como os de Minamata, Seveso, Three Mile Island, Tchernobyl e outros como os apresentados na figura 1, fizeram a população “acordar” para os perigos dos acidentes nucleares e os inconvenientes das poluições do ar e das águas. O crescimento das indústrias e a urbanização trouxeram o aumento da população e também o crescimento econômico, porém este não representava melhor qualidade de vida para a maior parte das populações, mas sim proliferação dos automóveis particulares, sobrecarga dos transportes coletivos, falta de soluções para a pobreza, segregação geográfica e exclusão social, entre outros problemas (SACHS, 2007).

Ferreira (1998) aponta o crescimento desordenado das cidades como uma das causas dos problemas ambientais enfrentados hoje. O que está ocorrendo, então, é um processo de urbanização, fruto da pobreza e da concentração de renda e não do desenvolvimento tecnológico que gera desenvolvimento econômico sadio e equilibrado.

Em nome do desenvolvimento e urbanização, as cidades vêm degradando todo o ambiente ao seu redor. Rios e outras fontes de água contaminadas, ar poluído, lixões a céu aberto e desmatamentos são só alguns exemplos do “progresso” do homem moderno. A grande questão é que todas essas práticas também resultam em doenças, inundações,

desmoronamentos e até morte. Ou seja, a sociedade está arcando com as consequências de sua política predatória exercida ao longo do tempo (BATISTA, 2011).

O crescimento populacional tem recebido muita atenção nas publicações sobre meio ambiente e desenvolvimento, entretanto a distribuição da população e os problemas de migração são bem menos compreendidos. Como resultado da tendência acelerada no sentido da urbanização, observada em todos os países em desenvolvimento, cortiços e favelas têm crescido como cogumelos, num ritmo sem precedentes. Seus habitantes vivem muitas vezes em condições estarrecedoras, suportáveis apenas na medida em que a alternativa de uma existência sem emprego no campo seria ainda pior (SACHS, 2007).

Desde a década de 1970 que a sociedade vem se dando conta do quanto afetou a biosfera do planeta com as poluições de rios e do ar das cidades, extração até o seu esgotamento de recursos não renováveis, destruição da camada de ozônio, aumento do nível dos oceanos, aquecimento global do planeta e principalmente os riscos a que as pessoas estão expostas devido aos resíduos nucleares (FOLADORI, 2001).

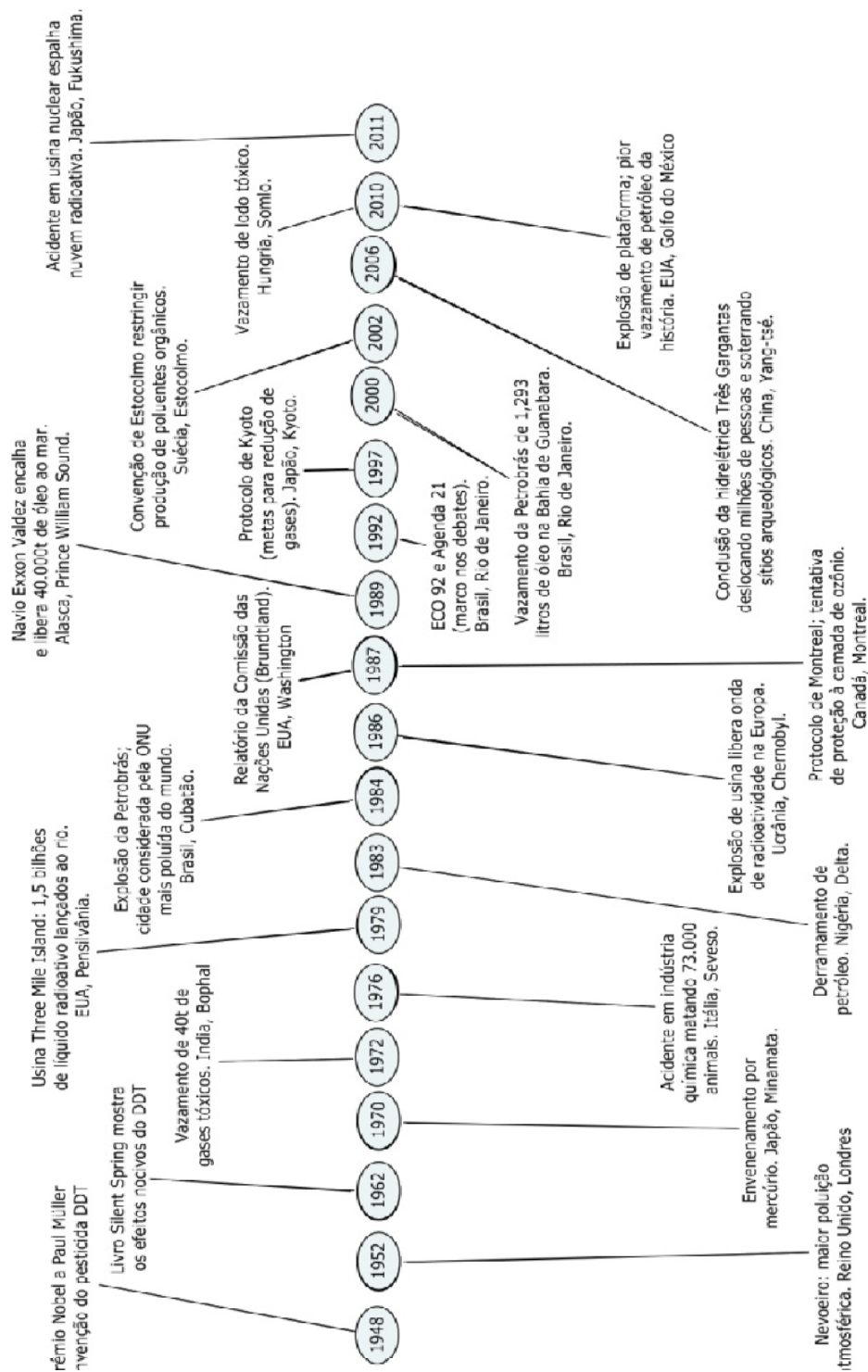
Segundo Ferreira (1998) a preocupação pública pelos problemas ambientais tiveram aumento desde a década de 1960 e já na década de 1970, essa preocupação expandiu-se pelo Canadá, Europa ocidental, Japão, Nova Zelândia, Austrália e culmina na década de 1980, quando atinge a América Latina, a Europa oriental, a ex-União Soviética e parte da Ásia.

Devido aos entraves na cooperação internacional relacionada ao meio ambiente as Nações Unidas criaram uma comissão presidida por Brundtland cujo relatório feito por esta comissão impulsionou a discussão política em desenvolvimento sustentável onde o clima da Terra era a maior preocupação no momento (SACHS, 2007).

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo tentou-se definir um meio termo entre dois opostos: economia e ecologia. Firmou-se um compromisso de reafirmar a necessidade de um crescimento equitativo que levasse em conta o meio ambiente sendo este último uma das dimensões do desenvolvimento, que passava consequentemente a assumir como meta a realização de uma troca positiva com a natureza (SACHS, 2007).

Na figura 1 temos um esquema de alguns desastres ambientais e eventos ligados a sustentabilidade.

Figura 1 – trajetória de desastres ambientais, nucleares e eventos ligados a sustentabilidade 1948 a 2011



Fonte: Adaptado de GUERRA, (2011).

Quando os danos causados ao meio ambiente ficam mais aparentes, a partir do surgimento de inúmeros problemas, a sociedade finalmente passa a ter consciência e procura ter atitudes em relação a isto. A causa de muitos acidentes mostrados na figura 1 ocorreram porque algumas indústrias ao cortarem gastos compram equipamentos mais baratos e não adotam as medidas corretas de segurança.

### **2.3 Política e sustentabilidade**

Segundo Ferreira (1998, p. 32) “qualquer que seja o padrão de desenvolvimento, inclusive o sustentável, este representa escolhas políticas de ganhos e perdas entre crescimento econômico, equidade social e preservação dos recursos naturais”.

Na agenda 21 temos que o desenvolvimento sustentável exige equilíbrio social e ambiental sendo que o espaço ambiental per capita deve ser igual para todo e qualquer cidadão. Assim, a distribuição igualitária dos recursos do mundo define o teto máximo do espaço ambiental que é medido de acordo com o consumo dos recursos per capita sendo o piso a quantidade mínima de recursos necessários para uma vida digna. Os recursos globais são parte integrante do espaço ambiental e, portanto patrimônios comuns da humanidade (SPANGENBERG, 2003).

Assim, Sachs (2007) aponta que é preciso um enorme esforço para desenvolver padrões de uso de recursos renováveis pensados para o ser humano, ambientalmente corretos e economicamente eficientes.

A sustentabilidade se perfaz em diversos níveis. O maior deles é o que infere às macroestruturas político-econômicas. Alguns fatores podem contribuir fortemente para a própria sustentabilidade. Entre os quais os de ordem política: com medidas incentivadoras, por exemplo, ao biocombustível, não somente ao seu desenvolvimento técnico, mas também a sua aplicação nas camadas sociais diversas (CARVALHO, 2010).

Ferreira (1998, p. 54) afirma que:

O principal marco da ação pública para a área ambiental é a Constituição Federal de 1988, uma vez que foi o resultado da conscientização e mobilização da sociedade brasileira. O capítulo de meio ambiente é inovador e avançado. Considera-se que a efetividade dos direitos deve ser garantida pelo poder público e pela coletividade. É novidade também a ação concorrente entre as três esferas da federação, União, Estados e Municípios, como corresponsáveis pela garantia da qualidade ambiental. Na verdade, amplia-se o papel dos Estados e municípios para exercitarem políticas ambientais.

No Brasil, a proteção ambiental adquiriu status constitucional com a promulgação da Constituição Federal de 1988, onde se identifica dois grandes princípios:

- 1) Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado;
- 2) O poder público e a coletividade têm o dever de preservar e proteger o meio ambiente (FERREIRA, 1998, p. 30).

No Simpósio das Nações Unidas sobre Inter-relações de Recursos, Meio Ambiente, População e Desenvolvimento foi enfatizada a necessidade de se explorar padrões alternativos de consumo e desenvolvimento que sejam menos esbanjadores de recursos, ambientalmente saudáveis e socialmente responsáveis. Por razões óbvias, neste caso a maior parte da responsabilidade recai sobre os países industrializados (SACHS, 2007).

A Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento (evento também chamado de “Rio 92”) mostrou que o interesse dos países muitas vezes está à frente da relação entre a humanidade e à sua volta visto que deveria ter sido firmado um acordo para a reversão do efeito estufa o que não ocorreu (FOLADORI, 2001).

Sachs (2007) coloca que o desenvolvimento passado, tratando-se principalmente dos países do Norte, pesa tão fortemente sobre as capacidades de carga do nosso planeta que não há mais lugar para recém-chegados. Estaríamos correndo para o desastre se o atual modelo de crescimento dos países industrializados se difundisse por todo o planeta – isto é, se todos os pobres do mundo se tornassem ricos (pobres no sentido atribuído à minoria das pessoas abastadas) visto que a conduta dos países industrializados não cessou de se apoiar na exploração intensiva dos recursos naturais e colocou em risco o equilíbrio ambiental.

Todos os países têm sua parcela de culpa no desequilíbrio ambiental desta forma é preciso haver mudanças na política agrícola e comercial dos Estados Unidos, na política brasileira em relação às florestas, na política de emissão de CFC (gás prejudicial à camada de ozônio) da Índia, na política de crescimento do Japão, na política da China com relação ao carvão, enfim, sem responsabilidade internacional o ambiente mundial está constantemente ameaçado (SPANGENBERG, 2003).

A questão ambiental será cada vez mais um parâmetro de planejamento das linhas econômicas gerais e, nesse sentido, deverá haver também um crescimento dos órgãos governamentais voltados para a área ambiental (FERREIRA, 1998).

Neste sentido Sachs (2007, p. 186) aponta que “as estratégias de ecodesenvolvimento urbano não podem ser impostas de cima para baixo, mas sim ser projetadas e implementadas pela população, auxiliadas por políticas de capacitação eficazes”.

De acordo com Ferreira (1998) a continuidade das políticas ambientais exige uma avaliação cuidadosa visto muitos governos ainda não estão preparados para solucionar os problemas ambientais globais e locais.

Se os principais obstáculos estiverem centrados no âmbito da política a gestão da demanda ambiental irá depender de soluções engenhosas e não de “receitas tecnológicas” isoladas do contexto ético, cultural e político (SACHS, 2007).

Ferreira (1998) salienta a importância da construção de instituições de governabilidade internacional e de uma forte redefinição do Estado, com o objetivo de liderar uma transição gradual para uma sociedade sustentável e mais democrática, baseada na ideia da convergência entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, através de novas tecnologias de eficiência energética, reciclagem de materiais e controle de poluição.

Desta forma “a readaptação das nossas sociedades para viabilizar modos de vida menos esbanjadores e, contudo, mais satisfatórios é algo que não pode acontecer da noite para o dia e na ausência de vontade política” (SACHS, 2007, p. 139).

Neste contexto, Ferreira (1998, p. 90) detalha que:

...desenvolvem-se organizações governamentais e grupos comunitários que lutam pela proteção ambiental – alguns deles atuam em escala internacional: agências estatais de nível federal, estadual e municipal, encarregadas de proteger o ambiente; grupos e instituições científicas que pesquisam os problemas ambientais; um setor de administradores e gerentes que implementam um paradigma de gestão dos processos produtivos baseado na eficiência, no uso dos materiais, na conservação de energia, na redução da poluição e no controle total da qualidade; um mercado consumidor verde que demanda, entre outras coisas, alimentos de uma agricultura orgânica, automóveis e eletrodomésticos de alta eficiência energética, papel reciclado, recipientes reutilizáveis, produtos que tenham sido feitos usando tecnologias limpas e a partir de matérias-primas produzidas de modo sustentável; agências e tratados internacionais encarregados de equacionar os problemas ambientais.

“... os ambientalistas deveriam construir uma ampla coalizão sociopolítica. Sustenta-se ainda que as considerações de equidade devem ser equilibradas com as considerações de eficiência econômico-ambiental” (FERREIRA, 1998, p. 24).

As políticas públicas devem ter um papel fundamental nas políticas de desenvolvimento sustentável, entretanto, a globalização da economia mundial na era da informação não torna possível que se crie planos de desenvolvimento através da sobreposição de comunidades autossuficientes. É preciso um conjunto de soluções locais coordenadas e novos arranjos institucionais que articulem os espaços de desenvolvimento internacionais, nacionais, regionais e locais. De acordo com Sachs (2007, p. 184) “a promoção de meios de



vida sustentáveis deve se tornar parte da linha mestra da estratégia de desenvolvimento e não pode ter sucesso sem a participação dos grupos e das comunidades locais”.

A democracia e o acesso aos direitos humanos são elementos chave para uma sociedade sustentável (SPANGENBERG, 2003).

Segundo Ferreira (1998, p. 24) “nessa perspectiva, a qualidade ambiental é essencialmente um bem público, que somente pode ser mantido através de uma incisiva intervenção normativa e regulatória do Estado, complementada com incentivos de mercado”.

O ambiente é uma dimensão do desenvolvimento e problemas como fornecimento de energia, meio ambiente, uso dos recursos naturais e controle demográfico só serão analisados de forma correta quando foram consideradas as relações entre eles em conjunto (SACHS, 2007).

Segundo Ferreira (1998, p. 94) “o texto da agenda 21, à parte as indefinições, apresenta um rol de programas, que se constitui em um instrumento fundamental para elaboração de políticas públicas em todos os níveis”.

Existindo vontade política já é possível ter acesso a tecnologias econômicas que reduzem o gás carbônico na atmosfera. Estudos apontam que os Estados Unidos poderiam diminuir a emissão de gás carbônico em 35% em relação a 1987 nos próximos 25 anos. Intervenções como taxas sobre emissão de gás carbônico ou sobre o consumo de energia e incentivos a atividades de pesquisa poderiam ser priorizados (SACHS, 2007).

Sachs (2007) sugere a transformação de áreas degradadas em “reservas de desenvolvimento” de forma a evitar a derrubada de florestas virgens para criação de gado e uso agrícola e ressalta que toda política da ciência e da tecnologia orientada para o desenvolvimento deveria dar prioridade à implantação de sistemas biotecnológicos, e à sua difusão entre os pequenos produtores.

O biocombustível citado neste capítulo tem colocado o Brasil em destaque nos debates internacionais e seu uso tem sido fortemente incentivado. Órgãos como a ONU e os próprios governos podem desencadear ações de maior proporção quanto a criação de políticas voltadas para as questões sustentáveis.

## **2.4 Economia e sustentabilidade**

Na passagem de uma população rural (exportação de matéria prima e produtos de base agrícola) para uma população urbano-industrial (produtos “acabados”) entre os anos de 1945 a 1980 a sociedade brasileira teve alto crescimento econômico (FERREIRA, 1998).

Não se reconhece que uma boa parte da poupança monetária dos países considerados ricos provém do esgotamento do capital natural de outros países e da exploração das riquezas das comunidades mundiais. A aparente sustentabilidade econômica do Japão e da Holanda, por exemplo, depende de importações em grande escala. Os altos padrões materiais baseiam-se em um déficit ecológico massivo – apesar de não contabilizado – em relação ao resto do mundo, incluindo aqui alguns dos países qualificados como “sustentáveis” (WACKERNAGEL; REES apud SPANGENBERG, 2003).

Sachs (2007, p. 61) ainda coloca que “devido a seu elevado consumo *per capita*, as centenas de milhões de habitantes dos países ricos pesam muito mais fortemente do que os bilhões de habitantes do Terceiro Mundo”, ou seja, países desenvolvidos impactam no meio ambiente mundialmente e países subdesenvolvidos impactam localmente.

O intuito social e ambiental em desmaterializar a economia ocidental significa uma redução das extrações dos recursos naturais de 80% a 90% na escala atual. A grande questão é como relacionar isto com crescimento econômico e distribuição de renda e recursos igual para todos (SPANGENBERG, 2003).

Os governos subestimam a conservação e reciclagem de energia e recursos e a avaliação do custo-benefício das medidas que resultam em melhores condições sociais e ambientais ainda é muito polêmica (SACHS, 2007).

No plano econômico, podem-se aplicar os conceitos de sustentabilidade aplicada às cidades como: gestão ambiental para empresas e indústrias, a utilização de matérias-primas renováveis, a adequação a um processo de reaproveitamento e reciclagem, etc. Olhar sempre para as novidades sobre o tocante pode ser um meio expressivo de aderir as práticas do desenvolvimento sustentável (CARVALHO, 2010).

De acordo com a situação atual da economia pode-se afirmar que o consumo total das economias humanas excede as capacidades de produção natural e assimilação de dejetos da esfera e paralelamente a esta situação a humanidade está fazendo uso dos bens produzidos de uma forma insustentável (SPANGENBERG, 2003)

É fundamental que haja um planejamento físico e regional a fim de conciliar objetivos econômicos e ecológicos, como por exemplo, uma adequada localização de indústrias onde ocorra uma melhor utilização de recursos com intuito de reduzir impactos ambientais prejudiciais ao meio ambiente (SACHS, 2007).

Nos últimos anos problemas socioambientais como destruição da camada de ozônio, poluição do ar e da água, aquecimento global, risco de acidentes nucleares, perda do solo e

desertificação, explosão demográfica, entre muitos outros, tem se intensificado de maneira assombrosa (FERREIRA, 1998).

Sachs (2007, p. 128) afirma que:

Como vimos, a sustentabilidade é um aspecto importante do desenvolvimento. A prudência ecológica é um dos princípios da ética do desenvolvimento, ao lado da equidade social. Mas será de fato possível um crescimento sustentado em harmonia com a natureza? Podemos imaginar o crescimento econômico subsequente, nos países industrializados, sem transgressão dos “limites externos” de exaustão dos recursos, poluição excessiva ou mudanças climáticas adversas?

De acordo com Ferreira (1998, p. 20) “no final do século XX, percebemos que os problemas socioambientais se encontram interligados: problemas de ordem global atingem nosso cotidiano”. O processo de globalização do espaço mundial resulta em grande parte dos avanços tecnológicos: hoje vemos as mesmas imagens na TV, compramos os mesmos carros, lemos os mesmos artigos em qualquer lugar do mundo.

A busca por equilíbrio entre o homem e a natureza é um dos grandes desafios deste século. As atividades industriais, se praticadas de forma irresponsável, podem aumentar a poluição ambiental de forma significativa, causando enormes danos à natureza. Entretanto, muitas empresas estão conscientizadas e têm mudado suas formas de produção, visando à sustentabilidade (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

Batterham (2006), em seu artigo *Sustentabilidade: o próximo capítulo*, apresenta um quadro integrado de sustentabilidade oriundo de reflexões sobre os diversos sistemas de medidas já existentes que tentam avaliar o desempenho do desenvolvimento sustentável. Assim, Batterham definiu cinco níveis para criar uma ligação entre atividades individuais e coletivas: objetivos globais, estratégias das indústrias, objetivos das empresas, projetos específicos e ações individuais. Questões como o efeito estufa, por exemplo, são consideradas pelo autor como sendo de interesse global.

É fundamental que se faça uma parceria entre Estado, empresas, e os movimentos e associações de cidadãos, pois sem isto nenhum desses setores da sociedade pode atingir sozinho um desenvolvimento sustentável (SACHS, 2007).

Juntas, as empresas estão encontrando maneiras de lidar com complexas questões de sustentabilidade. Há boa vontade por parte das próprias indústrias em colaborar para uma melhor compreensão da sustentabilidade – se as indústrias não o fazem não podem sobreviver. Os projetos específicos são os pequenos passos finitos que podem levar a empresa ao caminho rumo à sustentabilidade para todo o restante da empresa e até mesmo para indústria. Cada empresa tem o comando das suas próprias atividades e podem, se assim

decidirem, modificar essas atividades, mudar de direção, educar sua força de trabalho e aprimorar sua tecnologia de design para atingir os seus objetivos de desenvolvimento sustentável (BATTERHAM, 2006).

A sustentabilidade industrial tem sido foco das discussões sobre a temática que envolve questões não somente ambientais, mas que também almejam o crescente lucro, ou de condições favoráveis às indústrias. Uma solução para que as indústrias se tornem ecologicamente éticas e ao mesmo tempo produtivas (com geração de lucros) seria a adoção de projetos sustentáveis com vistas na geração de energia limpa e renovável, além de medidas de ordens sociais e ambientais que possam ser vantajosas, como por exemplo, as atitudes que permitam uma geração de emprego sustentável nas comunidades que extraíam a matéria prima utilizada pela indústria em questão, um outro exemplo de atitude sustentável é a reeducação dos funcionários e o treinamento destes para tornar a produção mais ecologicamente ética. Há também medidas internacionais, como os provenientes do protocolo de Kyoto que debatem a viabilidade das industriais utilizarem a intervenção financeira como meio de redução da emissão de gases danosos ao ambiente, por exemplo (ABREU, 2010).

Um exemplo de um tipo de inovação necessária e que torna os avanços significativos para uma maior indústria sustentável é a Hlsmelt – indústria do aço com dificuldades no aproveitamento de fluidos. O incentivo para esta indústria se intensificou devido ao aumento da pressão ambiental sobre os processos associados a altos fornos tradicionais do ferro. Recentes melhorias nas capacidades de computação e sistemas de grande porte de modelagem proporcionaram os meios para avanços em tecnologias necessárias (DAVIS et al., 2003, apud BATTERHAM, 2006).

Com relação à aplicação de sustentabilidade social pelas empresas, ressalta-se o crescente investimento das grandes marcas do mercado, principalmente os órgãos mais ligados às relações financeiras. Além disso, as indústrias e empresas que vem se envolvendo na sustentabilidade social (ou responsabilidade social), as indústrias sustentáveis, tendem a exercer um papel fundamental para toda a comunidade. Medidas como investimentos em promoção de trabalhos e de renda e investimentos em projetos de ordens sociais, com saúde, por exemplo, visam a igualdade entre os cidadãos e os exercícios da cidadania entre outros ganhos. Muitas empresas têm se empenhado ultimamente para esses tipos de projeto, uma vez que eles promovem uma excelente imagem da própria empresa (CARVALHO, 2010).

Sempre que diversas indústrias estão localizadas em uma região as oportunidades de sinergias regionais e ecologia industrial surge. Um exemplo de uma dessas iniciativas é o trabalho do Conselho de Indústrias de Kwinana, na Austrália Ocidental. Este projeto envolve

diversos participantes da indústria em todas as áreas de refino de alumínio, pigmentos de titânio, geração de energia, fundição de ferro, produção de vanádio, fabricação de cimento, entre outros. Esta iniciativa estabeleceu o objetivo de eliminar completamente resíduos das águas de usos industriais. Isto é possível com base em avanços recentes em pesquisa e desenvolvimento das indústrias. Grandes fluxos de resíduos, como areia e lama vermelha, produzidos a partir do refino do alumínio são utilizados em outros processos como, por exemplo, no setor da construção. O Conselho de Indústrias de Kwinana é um exemplo de uma coleção de projetos interligados para atingir a meta de não efluentes industriais na região (BATTERHAM, 2006).

Quando as indústrias já são sustentáveis, tem-se o cuidado de sempre utilizar um investimento reservado a aplicação de novas técnicas nas suas produções. Um exemplo de indústria sustentável são as que produzem o açúcar e que utilizam do bagaço de cana para a geração de energia, ou aquelas que se referem à produção de cosméticos e de celulose que incentivam não somente o replantio, mas também criam áreas de reservas intocáveis. A reciclagem e o aproveitamento de todos os materiais, como a utilização hídrica, também representam um interesse comum da sustentabilidade industrial (ABREU, 2010).

As indústrias de processamento estão em um bom momento para assumir um papel de liderança no sistema de redesign para melhor atender as questões de sustentabilidade e os engenheiros químicos devem ir além de fornecer soluções para problemas individuais uma vez que muitas vezes os sistemas concebidos para produção não são sustentáveis e não dão conta de resíduos de gestão (BATTERHAM, 2006).

O mesmo pensamento de Batterham descrito acima com relação ao papel do engenheiro químico também pode ser atribuído aos engenheiros e estudiosos da área de Materiais no que diz respeito à busca por soluções sustentáveis.

## **2.5 Sustentabilidade Social**

A sustentabilidade social é uma das mais importantes esferas para a mudança nos cenários da sociedade. O modo de vida pós-capitalista levou o homem e também o próprio espaço urbano a degradações. A desigualdade social, o uso excessivo dos recursos naturais por uma parte da população enquanto a outra cresce incomensuravelmente são questões arguidas no âmbito da sustentabilidade social. Pode-se afirmar que a sociedade obedece a relações intrínsecas com os outros setores de base da sociedade (acesso a educação,

desenvolvimento das técnicas industriais, econômicas e financeiras, além dos fatores de ordem político e ambiental) assim um primeiro passo a ser tomado para a resolução dos agravantes sociais é precisamente a responsabilidade social e a agregação a sustentabilidade desses setores (CARVALHO, 2010).

Neste contexto, o empreendedorismo social surge no âmbito de que tanto o meio ambiente quanto as diversas classes sociais não sejam prejudicados com o progresso e o avanço das tecnologias. É um nome dado a um conjunto de ações empreendedoras que visam à melhoria da sociedade, onde os empreendedores lançam mão de medidas que podem ser ao mesmo tempo lucrativas e sociais. Exemplos que deram certo são a Ashoka e a Artemísia, duas empresas empreendedoras com responsabilidade social. Criada em 1987 no Brasil, a Ashoka Empreendedores Sociais, é uma empresa que atua sem fins lucrativos, investindo em empreendedores sociais, pessoas com ideias novas que podem gerar grandes mudanças na sociedade, grandes benefícios que atendam as classes mais necessitadas. A empresa busca com seus setores alcançar uma melhoria social a nível mundial, fazendo propaganda de seus trabalhos e investindo cada vez mais em cidadãos interessados em fazer deste um mundo melhor. Já a Artemísia, criada em 2002, é uma empresa que busca formar empreendedores sociais, acredita que pode unir negócios a ações comunitárias, assim gerando lucro e melhorias para sociedade tendo como meta reduzir ou mesmo eliminar as desigualdades sociais e econômicas a partir da criação de negócios sociais, fontes de renda que gerem não só dinheiro, mas também melhorias em todos os setores existentes em uma sociedade (ABREU, 2010).

Quando se fala em sustentabilidade, muitas pessoas idealizam apenas a preservação do meio ambiente e das espécies em extinção. Na verdade, a sustentabilidade compreende muito mais do que isto, pois abrange um conceito mais ampliado, que insere também a figura do homem e, conseqüentemente, sua própria preservação. Para isso, surgiu o conceito de sustentabilidade social, que se preocupa em promover ações voltadas para o resgate da cidadania da pessoa humana, garantindo seus direitos universais: saúde, educação, moradia, trabalho, etc. Para um processo sustentável, o bem-estar do homem é objetivamente necessário, pois é ele o principal responsável por implementar as demais ações de sustentabilidade que garantirão o futuro para a sua e para as novas gerações (BATISTA, 2011).

A sustentabilidade social propõe o bem-estar da sociedade de hoje e a de amanhã nas mesmas proporções. Para que ela de fato se concretize é necessária grande campanha de divulgação, tanto pelas macroestruturas (setores políticos e básicos) quanto por empresas que

visem os projetos e a aplicação da mesma. A mobilização social para esta finalidade também é um fator determinante para a melhora da qualidade de vida (CARVALHO, 2010).

Para Batista (2011) sustentabilidade social “é promover a pessoa humana, principal ferramenta a ser utilizada na garantia da preservação do planeta, com desenvolvimento econômico, ambiental e social”. Ainda de acordo com a autora a dimensão social da estabilidade destaca o papel dos indivíduos e da sociedade nos processos de preservação do meio ambiente e garantia do desenvolvimento sustentável. Nesse caso, a sustentabilidade social está intimamente relacionada à ideia de bem-estar, esclarecendo quais as funções dos indivíduos e das organizações e produzindo estabilidade social.

Muitas são as ações de caráter social sustentável que são promovidas por governos, empresas e instituições civis (ou “Terceiro Setor”): programas de combate à fome, de formação profissional gratuita, de geração de emprego e renda e de promoção da saúde em comunidades carentes são alguns exemplos da grande variedade de alternativas de manutenção do bem-estar do homem. A essas ações ainda podem ser agregadas outras, voltadas à questão ambiental. No Estado do Rio, por exemplo, há o Programa de Microbacias Hidrográficas, financiado pelo BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), voltado para as pequenas propriedades de agricultores familiares, que recebem recursos para investir na sua produção, com a contrapartida de promover ações de recuperação de áreas degradadas, preservação permanente e a melhoria na quantidade e qualidade das águas. A ideia também foi aplicada em outros estados: em São Paulo, 90 mil famílias rurais são atendidas (BATISTA, 2011).

A maior parte da população na Alemanha não utiliza o carro mais de uma vez por dia. O fato de compartilhar o uso dos automóveis entre diferentes pessoas (por exemplo, grupos associados para compartilhar os carros, etc.) pode permitir que mais pessoas tenham acesso ao serviço de transporte utilizando-se menos carros. O compartilhar, ao contrário do individual, pode ser complementado através da locação e de um desenho flexível de carros multiuso, e também pela substituição do transporte pessoal pelo transporte público e, finalmente, por uma planificação em termos de uma infraestrutura que facilite às pessoas fazerem compras com uso de transporte público, a pé ou de bicicleta (SPANGENBERG, 2003).

As pessoas podem atuar como indivíduos ou grupos, juntamente com outros através dos vários níveis do quadro de sustentabilidade para efetuar mudanças. As ações individuais podem ser tão simples quanto escolher sacolas de pano reutilizáveis ao invés de sacolas de plástico ao fazer compras no supermercado (BATTERHAM, 2006).

Atitudes conscientes como colaborar com a limpeza das ruas (não jogar papel, garrafas de vidro ou plástico e bitucas de cigarro nas mesmas) a fim de evitar o entupimento dos bueiros, utilizar menos (ou não utilizar) copos descartáveis, reaproveitar as garrafas PET fazendo com elas poltronas, cadeiras, mesas, vasos para decoração ou para plantar mudas de produtos que podem ser consumidos (salsinha, cebolinhas, e outros), não gastar água sem necessidade, não deixar torneiras pingando, utilizar a água da lavagem de roupa para limpeza de quintal ou entrada da casa, não lavar calçadas, economizar energia deixando desligados os eletrodomésticos e lâmpadas quando não estão sendo utilizados, optar por transportes coletivos, bicicletas ou caminhadas ao invés do uso de automóveis, enfim, embora pareça pequeno este conjunto de atitudes quando pensado no coletivo trás grandes mudanças para sociedade (BATISTA, 2011).

Outro campo de extrema importância às questões ambientais nas cidades é sem dúvida o social, a participação individual e coletiva, como a criação de aterros sanitários que aproveitem a energia do consumo local, ou o uso de placas solares, energia eólica, ou até mesmo a habitação em locais projetados para serem sustentáveis, como no caso da arquitetura e da construção civil especializada. O futuro da vida urbana conta com uma reeducação grande, que incluem todas as estruturas do sistema (ambientais, sociais, financeiras, políticas), e que se constituem tanto em grandes investimentos, como em tratamento de rios e canais já degradados, quanto em pequenas atitudes como a preferência pelas marcas que se aderem às preocupações ambientais (CARVALHO, 2010).

Segundo Ferreira (1998, p. 60) “numa sociedade sustentável o progresso é medido pela qualidade de vida (saúde, longevidade, maturidade psicológica, educação, ambiente limpo, espírito comunitário e lazer criativo), em vez do puro consumo material”.

A transição da sociedade em busca de sustentabilidade deve permear entre mudança nos padrões de consumo, no controle da produção e mudanças no estilo de vida atual sendo esta última talvez a mais difícil de ser alcançada visto que envolve questões culturais enraizadas (SACHS, 2007).

É fundamental que todas as camadas da sociedade contribuam, mesmo que através de simples atitudes, como a coleta seletiva, armazenagem e descarte correto do lixo e uso de biocombustíveis, pois todas essas pequenas ações geram um resultado sustentável gigantesco. A coleta seletiva permite a reciclagem dos produtos, diminuindo o uso de matérias-primas. Respeitar os horários dos caminhões de lixo impede que as chuvas espalhem os detritos pelas ruas e avenidas, evitando o entupimento de bueiros e, conseqüentemente, as inundações e



transbordamentos de rios e córregos. Já os biocombustíveis são fontes de energia limpas e renováveis, poluem menos e são ótimos substitutos para o petróleo (BATISTA, 2011).

O cidadão americano participa em média de três ou quatro organizações comunitárias como gestão da escola dos filhos, associação de moradores do bairro, tomada de decisão do município, entre outros, decidindo o melhor local para uma escola, melhor forma de reciclar o lixo de seu bairro, melhor uso do solo da sua cidade, ou seja, a participação da população é essencial para ocorrerem mudanças (FERREIRA, 1998).

Propõem-se fóruns de negociação, garantindo-se um espaço público para esses, que envolve autoridades e empresas tal como representantes políticos, sindicatos, entre outros, não para procurar uma concordância, mas para permitir adotar medidas de prevenção e cautela mostrando as ambivalências, apresentando ganhadores e perdedores, fazendo disto um assunto público e assim, melhorando as condições para uma ação política (GUIVANT, 2002).

Em setembro de 2011 em Campo Grande/MS, deu-se início a primeira de cinco audiências públicas regionais que, paralelas à consulta pública pela internet, devem garantir a participação e o controle popular no processo de construção do Plano Nacional de Resíduos Sólidos onde cidadãos brasileiros de todas as partes do país são convocados a debater a questão do lixo, questão esta que afeta a todos sem exceção. Durante as audiências serão debatidos 6 temas: Resíduos Sólidos Urbanos e Inclusão de Catadores de Materiais Recicláveis; Resíduos de Serviços de Saúde, Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários; Resíduos Industriais; Resíduos de Mineração; Resíduos Agrossilvopastoris; e Resíduos da Construção e Demolição. Após a última audiência pública que ocorrerá em Brasília um documento final será enviado ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Conselho Nacional das Cidades. (GUSMÃO, 2011).

No documento estão previstas diretrizes e metas para o aproveitamento energético; a eliminação e recuperação de lixões; a redução, reutilização, reciclagem com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos descartados; deverão ser estabelecidos programas, projetos e ações; normas para acesso aos recursos da União; medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada; normas e diretrizes para destinação final de rejeitos e os meios utilizados para o controle da fiscalização (GUSMÃO, 2011).

As pessoas não devem contar apenas com as mudanças proporcionadas pelos governos, mas sim devem fazer a sua parte começando por uma mudança de atitude.

A transformação que a sociedade busca depende de ações da própria sociedade como diminuição de desperdício, redução do tamanho da família, leis que regulamentem o rendimento dos eletrodomésticos, entre outros (FERREIRA, 1998).

Consulta Pública é um instrumento do Governo Federal que tem por finalidade promover a participação e o controle da sociedade no processo de tomada de decisão das ações governamentais e facilitar o acesso às informações das políticas públicas. É um espaço aberto a cidadãos e empresas que desejam contribuir com o que está sendo discutido. Por meio do instrumento, o participante poderá, entre outras coisas, fazer contribuições para a consulta, acompanhar seu andamento, ver as contribuições dos outros participantes. Audiências Públicas são uma outra forma de participação da sociedade e de controle popular na elaboração de políticas públicas pelo estado. Elas garantem o exercício de cidadania (GUSMÃO, 2011).

Segundo Spangenberg (2003, p. 9) “cerca de 20% da humanidade, ou seja, uma minoria, consomem mais de 80% da energia e dos recursos naturais produzidos no mundo a cada ano”.

De acordo com Sachs (2007, p. 196) “a equidade social, a prudência ecológica e a eficiência econômica devem andar juntas na obtenção de novas e criativas modalidades de parceria entre o Estado, as forças de mercado e a sociedade civil”.

Sachs (2007) argumenta que um grupo de países ricos concentra a maior parte da atividade econômica mundial explorando a maior parte dos recursos do planeta. Concomitantemente a isto este grupo de países também é responsável pela maior parte da degradação ambiental. Quanto maior e mais rico o país maior o impacto que este causa ao meio ambiente devido à suas estratégias de desenvolvimento. Assim a tarefa mais importante para os países do Norte deveria ser a redução do consumo de combustíveis fósseis e a redução da produção de gases que causam o efeito estufa.

“É imprescindível ressaltar que, se as dimensões sociais e distributivas não forem completamente consideradas, a sustentabilidade torna-se impossível de ser alcançada.” (SPANGENBERG, 2003, p. 14).

Sachs (2007) afirma que é preciso construir uma sociedade com maior equidade na distribuição de bens e rendas diminuindo o fosso entre ricos e pobres. Os países do Norte devem ajudar (transferência de recursos) a acelerar o progresso social e econômico dos países do Sul e do Leste. A diminuição no nível do consumo só acontecerá com mudanças institucionais profundas a começar pela redistribuição de rendas e diminuição das desigualdades sociais.

Populações que têm disparidades sociais e econômicas muito grandes têm mais dificuldade em implementar sustentabilidade enquanto países com taxas de desigualdade menores se apresentam mais desenvolvidos nos assuntos ambientais (SPANGENBERG, 2003).

Numa sociedade mais igualitária todas as pessoas independentemente de sexo, raça ou religião possuem as mesmas oportunidades para desenvolvimento “o herdado tem uma importância mínima e o adquirido, uma importância máxima” (FERREIRA, 1998).

A redução no uso dos recursos naturais tem de caminhar junto com um padrão de distribuição mais equitativo – caso contrário caminhará junto com o aumento da pobreza e, portanto, sujeita a não vingar. Assim, a segunda pré-condição social para que haja uma ampla aceitação de qualquer estratégia de sustentabilidade será a de promover um decréscimo, em vez de um aumento, nas disparidades de renda (SPANGENBERG, 2003).

A sociedade deve se questionar quanto ao consumo exacerbado, ou seja, pensar o quanto é necessário ou “suficiente” para sua sobrevivência e não desejável ou ostentatório. O alcance da sustentabilidade irá depender da capacidade da sociedade em lidar com esta questão. Por outro lado, a classe trabalhadora frente às desigualdades de riqueza, renda e acesso aos recursos sempre lutou por melhores condições de vida o que explica o apelo ao consumismo visto que este sempre representou (e representa até hoje) melhoria de vida. A mídia apresenta a todo o momento que o consumo desenfreado e o sonho “*hollywoodiano*” são sinônimos de uma ótima vida (SACHS, 2007).

Cada país deve construir um modelo próprio de mudança para a sustentabilidade de acordo com sua realidade (ecológica, sociocultural ou econômica) sendo este modelo baseado na participação da sociedade através de debates democráticos (SPANGENBERG, 2003).

É necessário buscar um melhor aproveitamento e melhores níveis de produtividade em energia e uso de outros recursos naturais (aumentar número de quilômetros que se pode percorrer por litro gasto; maior produção de cereais por metro cúbico de água utilizada na irrigação, por exemplo). A conservação de energia, recursos, reciclagem e reutilização de lixo e a prorrogação do tempo de vida dos materiais e infraestruturas podem tornar isto possível (SACHS, 2007).

Nos Estados Unidos menos de 30% da população acredita que o governo precisa se preocupar em diminuir a desigualdade econômica enquanto na Europa em torno de 60% a 80% acreditam que isto deva ser uma ação fundamental do governo. É provável que esta parcela de 70% dos cidadãos dos Estados Unidos e dos 20% a 40% (aproximadamente) dos

cidadãos da Europa acredite que só pode haver crescimento econômico se houver grandes diferenças de renda (SPANGENBERG, 2003).

Concluimos que nos Estados Unidos, um dos maiores emissores de gás carbônico do mundo, a maior parte das pessoas não está tão preocupada com as desigualdades econômicas entre ricos e pobres, o que torna o alcance ao desenvolvimento sustentável quase impossível.

Mais uma vez há que se insistir numa maior participação da população tanto para pressionar o governo a investir mais pesadamente em pesquisas e soluções inovadoras que favoreçam a questão da sustentabilidade quanto para que haja um envolvimento público das comunidades nos debates, fóruns e tomada de decisão.

## **2.6 Materiais e sustentabilidade**

O cotidiano das pessoas é constantemente influenciado pelos materiais que estão ao nosso redor por toda a parte como nos transportes, comunicação, produção de alimentos, habitação, vestuário, entre muitos outros. Os materiais estão tão ligados com a ascensão do homem que acabaram dando nome a períodos da humanidade, como a Idade da Pedra, a Idade do Bronze e a Idade do Ferro (CALLISTER, 2000, COHEN, 1979).

Materiais são, obviamente, uma parte da matéria do universo; de forma mais específica, são as substâncias cujas propriedades as tornam utilizáveis em estruturas, máquinas, dispositivos, ou produtos consumíveis. Nelas se incluem os metais, as cerâmicas, os polímeros (plásticos), os semicondutores, os supercondutores, os vidros, os dielétricos, as fibras, a madeira, a areia, a pedra e vários conjugados (compósitos). Sua produção e seu processamento visando a obtenção de produtos acabados absorvem alta percentagem dos empregos e contribuem com grande parcela do produto interno bruto de um país (COHEN, 1979).

O desenvolvimento da humanidade como sociedade, e como organização, dependeu e depende intensamente da disponibilidade e do desenvolvimento de materiais. A história dos materiais, a começar da pedra, da madeira, da pele e do osso de animais, combina-se com muitas outras histórias, como a da civilização, da agricultura, da indústria, do esporte, do transporte, da geração de energia, entre muitas outras. Todas essas histórias exigiram o aperfeiçoamento dos materiais conhecidos, a busca por novos e o contínuo desenvolvimento tecnológico para obtê-los e/ou fabricá-los (RODRIGUES, 2010).

Ocorrendo naturalmente ou elaborados pelo homem, os materiais são parte integrante no cotidiano das pessoas. Eles são a substância de trabalho da sociedade e desempenham uma

função crucial não somente no desenvolvimento natural de vida, mas, também, no bem-estar e na segurança das nações (COHEN, 1979).

Como documentado em vários relatórios governamentais e acadêmicos, as sociedades avançadas em todo o mundo rapidamente adquirem habilidades sem precedentes no sentido de criar materiais projetados para satisfazer as necessidades humanas. Em toda parte, a qualidade de vida e segurança econômica e militar dependem cada vez mais da capacidade de sintetizar e processar materiais, de descobrirem novos e de integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras. Na verdade, sem os novos materiais e sua produção eficiente, não existiria o mundo atual de equipamentos modernos, máquinas, computadores, automóveis, aeronaves, aparelhos de comunicação e produtos estruturais. Cientistas e engenheiros de materiais continuarão a estar na dianteira dessas e de outras áreas de ciência e engenharia a serviço da sociedade, à medida que conquistem novos níveis de entendimento e controle sobre os blocos básicos que compõem os materiais: átomos, moléculas, cristais e arranjos não cristalinos (HAHN, 1994).

Atualmente, o desenvolvimento da educação, da saúde, da organização e de outros aspectos sociais depende profundamente de equipamentos (computadores, projetores multimídia, máquinas para diagnósticos médicos, etc.) que, por sua vez, dependem do melhoramento dos materiais já existentes e do desenvolvimento de “novos materiais”. Além disso, infelizmente, um grande impulsionador do desenvolvimento de materiais foi e ainda é a guerra (RODRIGUES, 2010).

Com o advento da II Guerra Mundial, houve enorme aceleração do desenvolvimento dos polímeros sintéticos. Na Alemanha, por exemplo, a borracha sintética foi desenvolvida devido ao corte de relações com países que forneciam borracha natural (CANEVAROLO JR., 2010).

A era espacial, de certa forma, também impulsionou o desenvolvimento de novos materiais. No início da era espacial, por exemplo, os módulos da Nasa (National Aeronautics and Space Administration) que retornavam à Terra eram descartados pois as temperaturas na superfície durante o retorno para atmosfera eram muito elevadas, inutilizando os circuitos eletrônicos além de comprometer a estrutura do módulo. Depois de muito esforço, foram desenvolvidos dois tipos de materiais cerâmicos para revestir as naves permitindo a reutilização desses módulos sem precisar descartá-los. Desta forma, os objetivos da Nasa foram alcançados e as espaçonaves reutilizáveis são realidade. Tudo isso em decorrência das propriedades típicas dos materiais cerâmicos (BOSCHI, 2010).

A criação de novas tecnologias ou melhorias e o desenvolvimento de produtos e processos muitas vezes estão relacionados ao surgimento de novos materiais ou ao aprimoramento dos já existentes. Buscam-se produzir materiais cada vez mais eficientes, seguros, com menor custo e que preservem o meio ambiente tanto em sua produção quanto na sua utilização (LEIVA; BOTTA FILHO; ISHIKAWA, 2010).

O reaproveitamento de resíduos, a fabricação de produtos biodegradáveis e, principalmente, a reciclagem são atividades que estão recebendo enormes recursos principalmente nas grandes empresas. Os engenheiros de materiais, por conhecerem as metodologias de processamento e as diversas propriedades dos produtos gerados, além de sua interação com o ambiente, têm enorme potencial para realizar trabalhos com grande retorno para a empresa e para a comunidade envolvida. A área ambiental é um mercado de trabalho muito promissor para o profissional da Engenharia de Materiais especialmente interessado em conciliar o conhecimento técnico com a preservação ambiental (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

A Engenharia de Materiais pode ser entendida como a área do conhecimento ligada ao estudo, ao desenvolvimento, à produção e à utilização de materiais com aplicação tecnológica (ISHIKAWA, 2010). Caracteriza-se pela geração e aplicação de conhecimentos que relacionam a composição dos materiais, bem como o processamento, suas propriedades e aplicações (LIBARDI, 2010).

O termo *Materials Science* (Ciência dos Materiais) foi usado pela primeira vez como nome de um departamento acadêmico na Northwestern University em 1959. Nos anos seguintes, muitas outras universidades americanas utilizaram o nome *Materials Science* para suas unidades acadêmicas, sendo a maioria delas em substituição ao nome *Metallurgy* (Metalurgia) (LIBARDI, 2010).

Existem atualmente diversos desafios na área de Ciência e Engenharia de Materiais em especial o desenvolvimento de novos materiais para vários setores, assim como a produção e utilização dos materiais de forma ecologicamente correta (LEIVA; BOTTA FILHO; ISHIKAWA, 2010).

A classificação dos materiais se dá basicamente em 6 grupos: metais (excelentes condutores de eletricidade e calor, muito resistentes e deformáveis), cerâmicos (isolantes, resistentes a altas temperaturas e muito quebradiços), polímeros (materiais de plástico e borracha bastante flexíveis), compósitos (mais de um tipo de material em sua constituição como a fibra de vidro que possui a resistência do vidro e a flexibilidade do polímero),

semicondutores (muito presentes em componentes eletrônicos e computadores) e biomateriais (implantes de partes do corpo humano) (CALLISTER, 2000).

A era de materiais corresponde, nesta ordem, ao longo dos séculos, ao descobrimento e/ou uso da pedra, cobre, bronze, ferro, cerâmica, vidro, metais e mais recentemente os plásticos ou polímeros. Previsões feitas pelo professor Giulio Natta, da Politécnica de Milão (Itália) na década de 1960, confirmaram-se e o plástico tornou-se o símbolo da sociedade de consumo das duas décadas seguintes. Recipientes, embalagens, utensílios domésticos, peças artísticas, partes automobilísticas, brinquedos, vestuário, entre tantos outros itens, são fabricados atualmente em polímeros como polipropileno, nylon, acrílico, Teflon<sup>®</sup>, isopor, entre outros (RODRIGUES, 2010).

No século XVI houve o descobrimento do látex extraído de uma árvore natural da América cujo produto foi nomeado borracha. A borracha natural é uma fonte de matéria-prima sendo encontrada no látex da seringueira como uma emulsão de borracha em água. O Brasil foi um grande produtor e exportador de borracha natural gerando o chamado “Ciclo da Borracha” na Amazônia. Atualmente, a produção deixou de ser extrativista e passou a ser encarada e manejada como mais um produto do agronegócio, formando novos centros produtores, por exemplo, nas plantações do oeste do Estado de São Paulo (LEIVA; BOTTA FILHO; ISHIKAWA, 2010).

Atualmente, o petróleo é a fonte mais importante de matéria-prima para a produção de polímeros. Por meio da destilação fracionada do óleo cru sendo que a fração de interesse para polímeros é denominada nafta (CANEVAROLO JR., 2010).

A história dos polímeros vai desde a antiguidade quando egípcios e romanos utilizavam materiais graxos e resinosos para vedar, carimbar e colar, até a década de 1950 quando os polímeros passam a ser grandemente utilizados na confecção de utensílios domésticos (baldes, potes, etc.), filmes para embalagens, indústria automobilística e outros (LEIVA; BOTTA FILHO; ISHIKAWA, 2010).

Os polímeros não são biodegradáveis e os principais rejeitos presentes nos aterros são embalagens, pneus de automóveis, produtos domésticos, sucata de automóveis e outros. Os polímeros termoplásticos em especial o polietileno (garrafas PET) são mais suscetíveis à reciclagem. Bastante utilizado como recipiente de bebidas (entre outros) pode ser reciclado dando origem à fabricação de enchimento de fibras para casacos, pranchas de surf, frascos para sabão líquido, caixas de ovos, revestimento de bolas de tênis e garrafas de refrigerante (CALLISTER, 2000).

A partir da reciclagem de polímeros também é possível fabricar e comercializar utensílios domésticos, fibras para tecidos de poliéster, enchimentos e mantas, capô de motor para automóveis, tubos para esgoto de PET (Politereftalato de etileno – polímero termoplástico), entre muitos outros (MANRICH; BORGES, 2010).

Os materiais cerâmicos muito conhecidos como pisos e azulejos, telhas, tijolos, porcelanas, etc., também estão presentes em televisores, computadores, naves espaciais, automóveis, aviões, implantes médicos, próteses ósseas e dentárias, lentes (de óculos, telescópios, microscópios, etc.), radares, telefones celulares, sonares (de submarinos), fibras óticas, lâmpadas fluorescentes e comuns do tipo amareladas utilizadas na iluminação de ruas, fontes de raio laser, equipamentos de ressonância magnética, coletes à prova de bala, entre muitos outros. Cabe lembrar que são essenciais para a fabricação de outros tipos de materiais tal como os metais (BOSCHI, 2010).

Todas as transformações pelas quais passarão as matérias-primas até o produto final devem ser entendidas e estar associadas a um menor consumo de energia e ao respeito ao meio ambiente. Como qualquer tecnologia de processamento e desenvolvimento, a fabricação de produtos cerâmicos deve ter preocupações que se relacionam com o esgotamento dos recursos naturais, a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida (MORELLI; YASUDA, 2010).

As biocerâmicas são o que dá resistência mecânica aos ossos e dentes do corpo humano. Além da função mecânica também desempenha diversas outras funções fundamentais para o bom funcionamento do corpo humano. Em decorrência de acidentes ou doenças, como o câncer, às vezes é preciso retirar pedaços dos ossos das pessoas. Sem os ossos, a parte do corpo onde eles estavam localizados perde sua capacidade de sustentação. Em comparação com outras ciências e materiais, pode-se dizer que as biocerâmicas ainda estão engatinhando, porém sua contribuição para a melhoria da qualidade de vida das pessoas é extremamente relevante (BOSCHI, 2010).

A qualidade do meio ambiente depende da utilização das chamadas tecnologias limpas, e os materiais metálicos estão fortemente envolvidos nesse contexto. Muitos dos materiais metálicos utilizados atualmente são obtidos a partir de recursos não renováveis. As técnicas de processamento precisam ser melhoradas para contribuir com o meio ambiente, produzindo menores níveis de poluentes e evitando a devastação em nome da obtenção de matérias primas. Além disso, é primordial encontrar novas reservas usando-as de maneira controlada e criar materiais alternativos de igual resultado, mas com menor impacto ambiental e passíveis de reutilização e reciclagem. É importante salientar que os metais também podem



constituir dispositivos de controle de poluição, como no caso dos catalisadores, para emissão de gases de automóveis (LEIVA; BOTTA FILHO; ISHIKAWA, 2010).

As ligas da maior parte dos metais são recicláveis, porém a cada ciclo de reciclagem a qualidade dessas ligas tende a diminuir. As ligas de alumínio não são biodegradáveis, mas o alumínio é o metal reciclável mais importante já que não se corrói com facilidade e pode ser totalmente recuperado (CALLISTER, 2000).

São exemplos de aplicações dos materiais metálicos: vergalhões para construção civil (aço carbono), utensílios de cozinha (aço inoxidável), bases de máquinas industriais (ferros fundidos), pistões automotivos (ligas de alumínio), fios elétricos (cobre), implantes ósseos (ligas de titânio), peças de aeronaves (ligas de magnésio), entre outros (LEIVA; BOTTA FILHO; ISHIKAWA, 2010).

O vidro é o material cerâmico consumido pelo público em maiores quantidades. As vantagens no uso de vidro reciclado são as taxas de produção mais rápidas e maiores e a diminuição da emissão de poluentes (CALLISTER, 2000).

Uma das vantagens do vidro é o fato de ser totalmente reciclável. Se uma garrafa de vidro voltar para o forno da indústria que a produziu, outra garrafa ou outra peça de vidro poderá ser fabricada, e esse ciclo pode se repetir indefinidamente. Entretanto, uma garrafa de vidro jogada na natureza demora dezenas de séculos (em torno de 4.000 anos) para se decompor, e se essa decomposição acontecer, as substâncias resultantes serão sílica e carbonatos de sódio e cálcio, que não agredem o meio ambiente (RODRIGUES; ZANOTTO, 2010).

Uma das alternativas para minimizar limitações em aplicações estruturais é a combinação de materiais unindo as melhores características de cada um. Para esta classe de materiais dá-se o nome de materiais compósitos. Muitas aplicações estruturais nas indústrias naval, automotiva e principalmente aeronáutica e aeroespacial utilizam materiais compósitos ou conjugados para conseguir melhor e mais alta rigidez e/ou resistência mecânica com baixa densidade ou alta leveza. Essa alternativa proporciona estruturas mais leves que consomem menos energia para seu transporte (HAGE JUNIOR, 2010).

Por outro lado, os compósitos são muito difíceis de serem reciclados, pois os materiais que os constituem estão misturados em uma escala muito fina quase impossível de serem separados (CALLISTER, 2000).

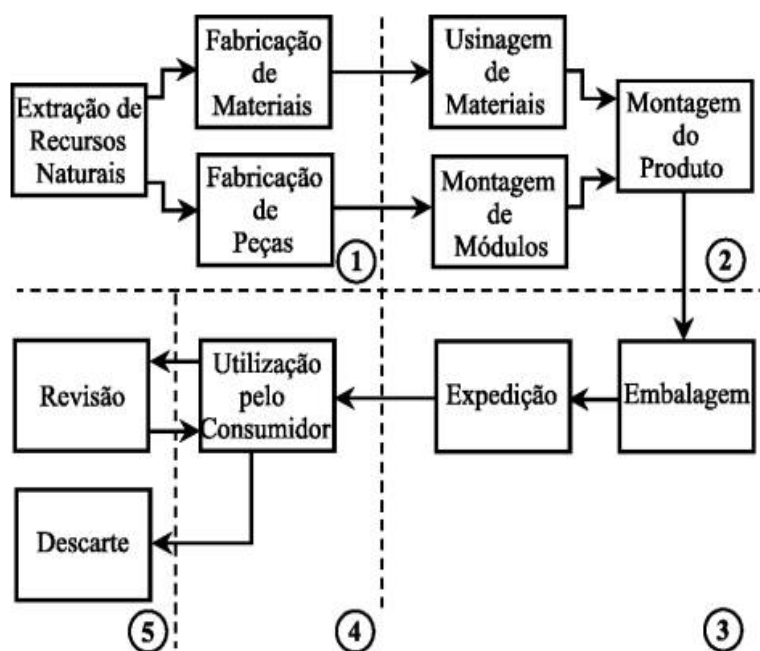
Desta forma, materiais compósitos são muito utilizados em fabricação de veículos aeronáuticos, aeroespaciais, automotivos e navais, além de produtos esportivos e para

divertimento, como pranchas de surf, raquete de tênis, tacos de golfe, piscinas, entre outros (HAGE JUNIOR, 2010).

Um aspecto importante implicitamente revelado pelo ciclo dos materiais é a forte interação dos materiais com *energia e meio ambiente*, mostrando que estes segmentos têm um entrosamento, principalmente agora quando os habitantes deste planeta manifestam o mais profundo interesse pela questão da qualidade de seu espaço vital. A importância desse entrosamento fica clara no seguinte exemplo: O alumínio primário pode ser produzido a partir de minério bruto ou de sucata reciclada. A opção por esta última possibilidade implica no dispêndio de apenas 5% da energia exigida pela primeira, além da menor influência sobre a terra, visto estarem dispensados trabalhos de exploração e prospecção (COHEN, 1979).

A Avaliação de Ciclo de Vida envolve um fluxograma de um processo, especificando todos os fluxos de material e energia que entram e saem do sistema. O primeiro passo é a obtenção de matéria prima (extração de recursos naturais), o que pode incluir, por exemplo, o plantio de árvores ou a extração de petróleo, dependendo do produto estudado (1). Na fase seguinte a matéria prima é processada para obtenção dos materiais ou peças de, por exemplo, papel ou plástico. Estes materiais já processados são então transformados em produtos como copos descartáveis, objetos de plástico ou metal, no estágio de manufatura do produto (2). Depois destas etapas, ocorre a embalagem e o transporte, que podem ou não ser de responsabilidade do fabricante (3), o uso (4) e o descarte ou a reciclagem (5) (RIBEIRO; GIANNETTI; ALMEIDA, 2003). Todas as fases descritas aqui podem ser observadas na figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do processo de avaliação de ciclo de vida de um produto



Fonte: Revista de Graduação da Engenharia Química, 2011

O segundo e o terceiro estágios são vistos como aqueles onde há a maior responsabilidade ambiental da indústria, mas a visão das corporações é a de que um produto ambientalmente responsável minimiza seus impactos ambientais em todos os seus cinco estágios (RIBEIRO; GIANNETI; ALMEIDA, 2003).

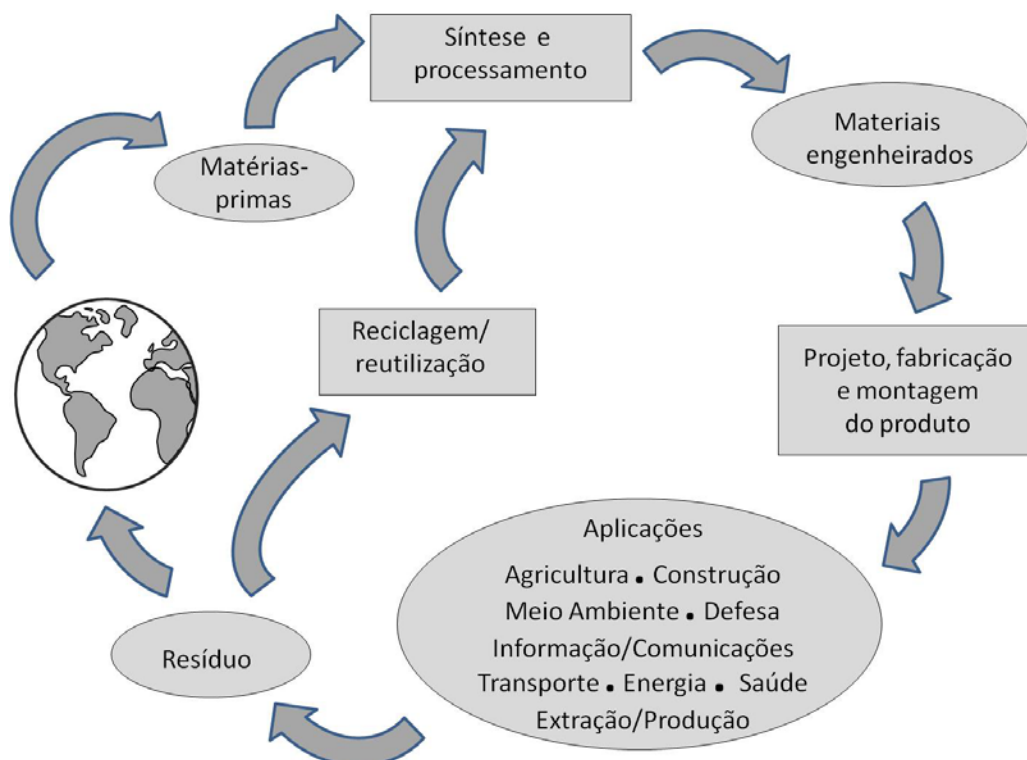
O mais importante efeito da aplicação do ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) é diminuir a poluição causada por um determinado processo. A conservação de matérias primas não renováveis podem ser também o objetivo de uma avaliação assim como a conservação de sistemas ecológicos em áreas sujeitas a um balanço de suprimentos delicado, como regiões onde a água é escassa. A produção de resíduos representa perda de reservas e resulta em degradação do meio ambiente (RIBEIRO; GIANNETI; ALMEIDA, 2003).

Com o alto nível de degradação e com a grande produção e acúmulos de resíduos, sejam domésticos ou industriais, tem-se uma grande urgência na aplicação dos conceitos da sustentabilidade para a infraestrutura urbana. As preocupações como as buscas por fontes de energia renováveis, ou novas tecnologias que possibilitem a limpeza dos rios e a reutilização dos resíduos está dentro de uma mudança que torna a sustentabilidade aplicada às cidades (CARVALHO, 2010).

Consequentemente, o ciclo de materiais, que pode ser observado na figura 3, é um sistema que entrelaça *recursos naturais* e *necessidades humanas*. De modo universal, os

materiais formam um conectivo de dependência entre nações e economias, não restrita a uma ou a outra particularidade, mas, associada às muitas substâncias da natureza (COHEN, 1979).

Figura 3 – Ciclo total dos Materiais



Fonte: Representação esquemática do ciclo total dos materiais (adaptado de CALLISTER, 2000).

Para o progresso de projetos-piloto multidisciplinares é fundamental a integração bem-sucedida de novas configurações de componentes estruturais, novas tecnologias de processamento de materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos que sejam funcionais a altas temperaturas, resistentes, mas principalmente, benignos ao meio ambiente (HAHN, 1994).

A competitividade do mercado globalizado leva as indústrias a melhorarem constantemente a qualidade de seus produtos e serviços ao mesmo tempo em que diminuem custos e aumentam sua produtividade. Com isso, cada vez mais as indústrias têm atuado na perspectiva de desenvolvimento sustentável, ou seja, investindo em tecnologias de produção e em produtos ecologicamente corretos, na saúde e segurança de seus funcionários e na responsabilidade social perante a sociedade (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

Muitos pesquisadores e engenheiros passam por problemas relacionados aos materiais em suas atividades profissionais e acadêmicas. Desta forma, o engenheiro de materiais é especialista em investigar e desenvolver materiais levando principalmente em consideração o baixo custo e a eficiência dos mesmos (CALLISTER, 2000).

Engenheiros de Materiais podem atuar nessa área contribuindo para o desenvolvimento tecnológico do setor produtivo, visando obter materiais ou componentes com propriedades elevadas, baixo custo, maior segurança e ecologicamente mais corretos quando comparados com os materiais processados até o momento (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

Todas as atividades de reciclagem, além daquelas que criam fluxos de materiais e relevantes consumos de energia, sofrem degradação devido ao uso dos recursos o que é inevitável (SPANGENBERG, 2003).

Os automóveis de hoje e do futuro serão feitos de folhas de aço, aços especializados, compósitos plásticos estruturais e não estruturais, elastômeros, tintas, metais não ferrosos, peças moldadas, materiais de serviço e pintura e compósitos de matriz metálica. Além disso, serão partes dos automóveis modernos materiais magnéticos, fibras ópticas, novos vidros e materiais sensitivos. Esses deverão ser sintetizados e processados segundo altos padrões e então integrados em projetos inovadores de processamento e manufatura. Essa tendência deverá dominar as agendas de pesquisa em projetos e desenvolvimento (HAHN, 1994).

Pode-se evidentemente considerar também o emprego de outros biocombustíveis. Um aditivo à base de óleo vegetal no *diesel* resolveria inúmeros problemas brasileiros. Nesse campo, a Europa é mais ativa que o Brasil, e diversas regiões europeias se engajaram em várias experiências visando a produção de combustíveis da biomassa. A primeira usina-piloto que fabrica um aditivo para o *diesel* a partir do grão oleaginoso do colza<sup>1</sup> foi construída na França. A Suécia é mais ambiciosa: o Comitê para a Pesquisa sobre os Recursos Naturais desenvolveu uma indústria fitoquímica que explora principalmente matérias-primas provenientes das florestas e opera mediante pequenas unidades de produção descentralizadas. (LUNDHOLM, 1982 apud SACHS, 2007).

A energia, que desempenha uma função primordial nas sociedades, por um lado fornece os serviços e infraestrutura essenciais para a civilização, tais como transporte, comunicações, alimento, produtos industriais e recreação; e por outro, sua abundância ou carência determinam a segurança nacional, a competitividade industrial, o meio-ambiente, a economia e a estrutura social. Em 1989, os EUA consumiram 81 *quads* (81 x 10<sup>15</sup> unidades térmicas britânicas) de energia. Isso equivale à energia que pode ser fornecida por 40 milhões de barris de petróleo por dia em um ano (HAHN, 1994).

---

<sup>1</sup> O colza é uma variedade de couve comestível, usada no inverno como forragem, e de cuja semente se extrai o óleo usado como aditivo para o diesel, na usina mencionada no texto.

A base da poluição está no fato de que a energia tende a se degradar. A utilização de qualquer combustível representa uma escala de desperdício que pode ser convertida em poluição se o ecossistema não for capaz de absorvê-lo na mesma velocidade em que é gerado (FOLADORI, 2001).

O objetivo de uma estratégia energética nacional sólida é fornecer fontes de energia, conversão de energia e tecnologias de utilização que satisfaçam às necessidades nacionais de maneira economicamente eficiente e segura para o meio-ambiente. Não existem fontes energéticas perfeitas. O petróleo tem disponibilidade limitada. Todos os combustíveis fósseis causam danos ambientais. As opções pela energia nuclear despertam preocupação com segurança e destino de rejeitos. A energia solar é relativamente cara e, em muitas áreas, pouco prática. E mesmo a conservação exige larga participação social. O desafio lançado à ciência é o de melhorar nossas técnicas de aproveitamento de energia e atingir conquistas que nos dêem novas opções (HAHN, 1994).

A proposta dos “plásticos verdes” promete trazer benefícios ao meio ambiente já que agredem menos do que os subprodutos oriundos do petróleo embora não se possa afirmar que os seus derivados sejam ecologicamente benignos (SACHS, 2007).

A indústria de alimentação tem sido um exemplo de desperdício de energia; a captura, congelamento e transporte do pescado dispense vinte vezes mais energia que o seu resultado como alimento. A agricultura avançada consome mais energia do que a produz. O alto consumo de energia na metade do século vinte gerou um resíduo na forma de dióxido de carbono. Em 1850 havia 265 partículas por milhão de CO<sub>2</sub> na atmosfera e atualmente são 340 partículas por milhão resultado do consumo de combustíveis fósseis que incrementam o CO<sub>2</sub> um dos também chamados “gases-estufa” (FOLADORI, 2001).

A ciência e engenharia de materiais têm um papel fundamental em todo o ciclo de tecnologia energética, desde a melhoria das fontes primárias (petróleo, carvão, gás natural, energia nuclear, hidrelétrica etc.), até novos sistemas para transmissão e conservação e novos produtos e serviços para o consumidor. Melhorias evolutivas em materiais continuamente contribuem para aumentar a eficiência, confiabilidade e desempenho dos produtos finais; e o desenvolvimento de novos materiais e sistemas de materiais é necessário para novas opções de energia. A importância de ciência e engenharia de materiais pode ser mais bem visualizada se considerarmos a demanda por novos materiais nas seguintes áreas relacionadas a energia: conversão e conservação; opções nucleares; utilização elétrica; e opções futuras, tais como energia solar (HAHN, 1994).

Uma solução para o uso do álcool no Brasil seria a criação de diversas minidestilarias, ou seja, unidades de fabricação menores espalhadas pelo país afim de que pudessem atender às demandas locais reduzindo os gastos com distribuição/transporte (SACHS, 2007).

Sachs (2007, p. 203) aponta que “o consumo de hidrocarbonetos por habitante é de 9,8 vezes mais elevado no Hemisfério Norte do que no Sul, e o de eletricidade 13,4 vezes mais. A relação de emissões globais de CO<sub>2</sub> é de aproximadamente 8,1”. A eliminação dos desperdícios e a manutenção das poluições provocadas pela produção ou consumo de certos produtos, colocarão também o problema dos limites ao incremento dos consumos materiais em benefício dos serviços sociais levando a um perfil de desenvolvimento ao mesmo tempo menos intensivo em recursos e menos degradante para o ambiente.

Sachs (2007, p. 180) conclui que “se desejarmos evitar o inevitável esgotamento do “capital natural”, tanto como fonte de recursos, quanto como sumidouro de resíduos, o processamento de energia e de materiais deve ser contido”.

O meio-ambiente está emergindo como assunto crítico não apenas devido a seu impacto direto sobre a qualidade de vida, mas também por seu impacto nos processos e produtos industriais e meios de transporte. De fato, os aspectos ambientais da qualidade de vida, competitividade e utilização de energia, incluindo transportes, beneficiar-se-iam de um esforço estratégico coordenado de P&D, no qual P&D em materiais seria uma peça-chave (HAHN, 1994).

Frente às mudanças eminentes é fato que os produtos fabricados deverão utilizar menos recursos como matéria prima, água, energia e terra, e ao mesmo tempo deverá haver reciclagem, reutilização, conserto e manutenção dos mesmos sendo assim mais duráveis e impedindo a fabricação de novos (SPANGENBERG, 2003).

O meio-ambiente coloca vários desafios que a comunidade de engenheiros e cientistas de materiais pode ajudar a resolver. Os desafios incluem limpeza, redução de lixo, armazenamento de tóxicos e melhor uso de produtos naturais. A comunidade que estuda materiais pode ajudar a sociedade a alcançar um futuro no qual todos os produtos tenham ciclos de vida projetados de forma a haver um encadeamento de ciclos que não produza lixo (por *lixo*, entenda-se *produto secundário inútil*). As maneiras de se dar valor a energia e materiais serão muito diferentes: cada produto será visto como ingrediente do produto posterior. Todo processo que produza produtos secundários *inúteis* ou de pouco valor será severamente desvalorizado. Para conseguir controle sobre o ciclo de vida dos materiais, será necessário: uso/reaproveitamento de materiais comerciais; projeto de novos materiais que

possam ser indefinidamente reciclados; e processos para fazer novos materiais que não impliquem rejeitos de produtos danosos para o meio-ambiente (HAHN, 1994).

Os engenheiros de materiais têm papel fundamental no ciclo que muitas empresas aspiram atingir para aumentar sua participação no mercado, a partir do desenvolvimento sustentável das atividades industriais, com cada vez mais qualidade, produtividade e inovação (YAMAMOTO; LEIVA, 2010).

A responsabilidade dos resíduos (descartes/lixo) voltarem a ser matéria-prima a fim de que se proteja a natureza, o meio ambiente e a sociedade é da própria sociedade. Neste sentido torna-se fundamental o cuidado e a conservação dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo/energia) e desta forma mais fundamental ainda é a função do Engenheiro de Materiais que é um profissional qualificado para tal (RODRIGUES, 2010).

Com todos os impactos causados pela própria sociedade ao meio ambiente e a ela mesma comprometendo até mesmo sua existência percebemos neste capítulo a preocupação e o engajamento da área de Ciência dos Materiais como um todo no processo de pensar novas tecnologias e novos produtos para esta nova configuração de mundo a qual estamos inseridos onde a questão sustentável é praticamente uma obrigatoriedade.

## **2.7 Iniciativas de estímulo à sustentabilidade**

Alguns setores da sociedade preocupam-se mais com qualidade de vida do que com consumo exacerbado. Um dos fatores que demandou esta preocupação foi a percepção na década de 1980 dos riscos ambientais mundiais, sendo esta a causa dos movimentos ambientalistas (FERREIRA, 1998).

É fundamental que a partir de debates políticos democráticos seja do conhecimento da opinião pública as alternativas de desenvolvimento que a ciência e tecnologia apresentam havendo assim a participação da sociedade (SACHS, 2007).

Para a ascensão do desenvolvimento sustentável é importante que a ciência e a tecnologia tornem-se parte integrante de todos os níveis da educação na formação das pessoas, resultando em evolução pessoal e inclusão no mercado de trabalho (AGENDA 21, 2004).

A ciência e a tecnologia frequentemente oferecem oportunidades para um uso mais criativo dos recursos, acelerando assim a transição para uma situação em haja sustentabilidade. Embora as oportunidades existam, o seu aproveitamento depende da



incorporação pelas pessoas da necessidade de optar por perfis mais baixos de consumo de recursos e energia (SACHS, 2007).

A grande tarefa dos ecologistas na atual conjuntura é a construção de uma agenda de reflexões e reivindicações sobre desenvolvimento e ambiente, de modo a rever o próprio conceito de necessidades humanas (FERREIRA, 1998).

Nas cidades, recursos mal utilizados, como resíduos recicláveis, solos com passíveis de cultivo, potencial para economia de água e energia, entre outros, podem ser uma fonte de emprego e renda além de representar uma melhoria das condições ambientais (SACHS, 2007).

Com a crescente importância da sustentabilidade estão surgindo diversas iniciativas, tanto no Brasil quanto no exterior, como a criação de novos indicadores de sustentabilidade, tecnologias sustentáveis, prêmios de incentivo para empresas e setores da indústria que oferecem soluções sustentáveis, investimentos em sustentabilidade, políticas públicas e entidades voltadas à proteção do meio ambiente.

### 2.7.1 Indicadores de sustentabilidade

Muitos sistemas de medidas e indicadores de desempenho têm sido desenvolvidos para ajudar a entender e classificar a interação dos elementos de sustentabilidade e para ajudar com a definição de estratégias e acompanhamentos dos avanços na consecução dos objetivos sustentáveis (BATTERHAM, 2006).

Com a finalidade de combater os problemas sociais e ambientais criou-se o Índice Dow Jones de Sustentabilidade que disponibiliza listas de empresas que aderem às causas sociais e ambientais. O Dow Jones Sustainability Index analisa as práticas adotadas pelas empresas que tem ações na bolsa de valores, identificando seus resultados e classificando-as como sustentáveis ou não, assim os compradores saberão se estão adquirindo ações de empresas com responsabilidade ambiental e social e quais as vantagens de adquiri-las. O Dow Jones Index é o índice econômico mundial mais importante, sendo assim, estar em sua publicação como empresa sustentável faz valorizar as ações da empresa, uma forma de incentivá-la a dar continuidade às práticas sustentáveis e ainda incentivar outras empresas a adotá-las (BATISTA, 2011).

Um dos índices mais respeitados do mercado é o Dow Jones Sustainability Indexes (DJSI) e desde sua criação, tornou-se uma referência, e as empresas baseiam-se nesta carteira para tomar suas decisões de investimentos. São 317 empresas de 27 países que compõem o

índice Dow Jones. A Petrobras e o banco Itaú também integram o índice Dow Jones (ITAÚ, 2011).

O trabalho de seleção das melhores empresas em sustentabilidade, a partir da análise dos relatórios de sustentabilidade, está sendo realizado em nível mundial, sendo o Brasil o primeiro país a participar de um ranking exclusivo no programa. Com base em padrões internacionais, a pesquisa difere de outros rankings e não busca destacar casos isolados. O objetivo da iniciativa é incentivar a responsabilidade corporativa, a transparência e a prestação de contas por meio de relatórios de alta qualidade como ferramenta para identificação de riscos e oportunidades na gestão de desempenho (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2009).

### 2.7.2 Políticas Públicas

Sachs (2007) sugere a utilização de rejeitos para fins produtivos a fim de que os impactos negativos as atividades do homem sobre o meio ambiente sejam reduzidos.

Uma possível solução para o ecodesenvolvimento seria a criação de tributos com baixo custo para os cidadãos, porém, no montante em escala global isto se constituiria num valor plausível. Desta forma, haveria um financiamento regular resultando numa reserva de recursos investidos em projetos sustentáveis para tentar reduzir os problemas ambientais (SACHS, 2007).

Um acordo internacional que viabiliza abrandar as emissões de gases do efeito estufa, sem prejudicar a economia nacional de nenhum país envolvido, é a “moeda” chamada créditos de carbono. Trata-se de espécies de moedas, com valor cotado em dólares, dadas aos setores industriais que realmente tenham reduzido a emissão dos gases poluentes, de acordo com a meta estipulada por cada nação aos seus setores mais poluentes. Essas moedas podem ser negociadas no mercado propiciando, assim, uma gestão global e um controle financeiro sobre a questão ambiental. A ideia que infere aos créditos de carbono começou durante o Protocolo de Kyoto que postulou as metas para as nações signatárias, entre elas estariam à redução de em média cinco por cento da emissão no período de 2008 a 2012 (ABREU, 2010).

De acordo com Zanardy (2011) há iniciativas que inserem a questão ambiental na proposta de desenvolvimento como, por exemplo, as políticas de resíduos sólidos e a política industrial, prevista no Plano Brasil Maior. Essa última, por exemplo, estabelece a meta de redução de 10% do consumo de energia até 2014 para os empreendimentos beneficiados (TONDA apud COSTA, 2011).

O Protocolo Verde é uma iniciativa do Ministério do Meio Ambiente em parceria com a Febraban que objetiva construir e implementar uma agenda comum em sustentabilidade na indústria financeira alinhada aos seus cinco princípios (ITAÚ, 2011).

A Global Report Initiative (GRI) é um núcleo oficial de colaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Fornece orientações para a elaboração de relatórios de Sustentabilidade, na forma de princípios e indicadores. A rede GRI desenvolve e melhora continuamente sua Estrutura de Relatórios de Sustentabilidade, além de criar competência para sua utilização, cujo componente essencial são as Diretrizes para Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade, para que os mesmos sejam tão rotineiros e passíveis de comparação quanto os relatórios financeiros (GLOBAL REPORT INICIATIVE, 2011).

A ONU tem representação fixa no Brasil desde 1950, quando o UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) e a OIT (Organização Internacional do Trabalho) começaram seu trabalho no País. Atualmente, há 18 agências, fundos, programas e comissões regionais no Brasil onde destacam-se o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA, 2011).

Entre outras atividades, o PNUD produz relatórios e estudos sobre o desenvolvimento humano sustentável e as condições de vida das populações, bem como executa projetos que contribuam para melhorar essas condições de vida nos 166 países onde possui representação. É conhecido por elaborar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Além disso, o PNUD dissemina as Metas de Desenvolvimento do Milênio, conjunto de 8 objetivos (em que inclui-se a garantia de sustentabilidade ambiental), 18 metas e 48 indicadores para o desenvolvimento do mundo, a serem cumpridos até 2015, definidas pelos países membros da ONU em 2000, e monitora o progresso dos países rumo ao alcance dessas metas (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2011).

As Metas do Milênio da ONU é um documento que consolidou várias metas estabelecidas nas conferências mundiais ocorridas ao longo dos anos 90, estabelecendo um conjunto de objetivos para o desenvolvimento e a erradicação da pobreza no mundo – os chamados Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) – que devem ser adotados pelos estados membros das Nações Unidas, que envidarão esforços para alcançá-los até 2015 (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2011).

O PNUMA, principal autoridade global em meio ambiente, é a agência do Sistema das Nações Unidas (ONU) responsável por promover a conservação do meio ambiente e o uso eficiente de recursos no contexto do desenvolvimento sustentável e tem entre seus principais

objetivos manter o estado do meio ambiente global sob contínuo monitoramento; alertar povos e nações sobre problemas e ameaças ao meio ambiente e recomendar medidas para aumentar a qualidade de vida da população sem comprometer os recursos e serviços ambientais das futuras gerações. (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2011).

Dentre as iniciativas do PNUMA há o UN-REDD programa para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação da ONU, uma parceria entre FAO, PNUD e PNUMA, oferece suporte para países desenvolverem sua capacidade de redução de emissões por desmatamento e degradação de florestas e implementar um mecanismo futuro do REDD em um regime climático pós-2012 (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2011).

A iniciativa Green Economy (Economia Verde) do PNUMA tem como objetivo mobilizar e reorientar a economia para investimentos em tecnologias verdes e infraestrutura natural. Acredita-se que os setores de energia e tecnologia limpa, incluindo reciclagem, energia rural, energia renovável e biomassa sustentável; de agricultura sustentável, incluindo orgânicos; de infraestrutura ecossistêmica; de redução de emissões por desmatamento e de construções verdes são fundamentais para uma mudança maior na economia, para a sustentabilidade e para a geração de empregos. Espera-se que seja fornecido aos governos - tanto dos países desenvolvidos quanto dos em desenvolvimento - um estudo amplo e instrutivo para que realizem a devida transição para uma economia efetivamente verde (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2011).

Outro incentivo do PNUMA é o programa “Plantemos para o Planeta” uma campanha global onde pessoas, comunidades, empresas, indústrias, organizações da sociedade civil e governos são incentivados a fazer um compromisso de participação. Até o final de 2009, mais de 7.7 bilhões de árvores já tinham sido plantadas (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2011).

### 2.7.3 Tecnologias sustentáveis

Alguns pólos administrativos do banco Itaú funcionam com sistemas de reuso de água. Outros seis prédios administrativos do banco em São Paulo utilizam energia limpa proveniente da Usina Termelétrica Bandeirantes (Uteb), produzida a partir da decomposição do orgânico. A Uteb oferece ainda outro ativo ambiental: como reduz a liberação de metano para a atmosfera, um dos gases causadores do efeito estufa, está autorizada a emitir créditos de carbono (ITAÚ, 2011).

O biodiesel também é uma alternativa que colabora com o meio ambiente já que é feito a partir de gordura animal ou óleo vegetal reagidos quimicamente com álcool sendo biodegradável e renovável além de possuir vantagens como ser menos poluente que os outros combustíveis, oferecer maior segurança aos produtores em seu manuseio e armazenamento, possuir alta lubrificidade (superior ao petróleo que perde parte dela durante o processo de produção de combustível), gerar empregos no setor primário por conta de sua produção (evitando o êxodo rural), possuir um preço mais baixo que os demais combustíveis e não exigir alteração nos motores automotivos que comportam o diesel, sendo o rendimento o mesmo quando usado o biodiesel (BATISTA, 2011).

Existem no mercado alternativas de carros sustentáveis, ou seja, que trazem menor impacto negativo ao meio ambiente e podem gerar economia a seus proprietários com o passar do tempo. Os carros elétricos são normalmente adaptações dos já existentes e tem um custo elevado para a transição. São movidos por motores elétricos, impulsionados por baterias recarregáveis e que dispensam a utilização de gasolina. Eles são também mais silenciosos que os carros convencionais. Existem ainda os carros movidos a biocombustíveis como cana-de-açúcar (o mais famoso), mamona, soja, mandioca e babaçu. Importantes montadoras como Ferrari e Lamborghini estão investindo na adoção de modelos sustentáveis que chegam a emitir 18% menos poluentes, no caso da Ferrari, e 35% no caso da Lamborghini (ABREU, 2010).

Em 2011, no Tocantins, a Bunge inaugurou a primeira usina greenfield que produz álcool e açúcar, aproveitando o bagaço da cana para gerar também 180 Gwh de energia elétrica por ano (a partir de 2013), suficiente para abastecer uma cidade de 300 mil habitantes. A nova usina utiliza o que há de mais moderno em tecnologia, realiza plantio e colheita totalmente mecanizados, além de aproveitar integralmente o bagaço da cana para a produção de energia elétrica, processo conhecido como cogeração (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2011).

A unidade realiza coleta seletiva e os resíduos do processo industrial (vinhaça e resíduos sólidos de limpeza da cana) são totalmente aproveitados na fertirrigação do canavial. A Bunge também está implantando em Pedro Afonso, cidade onde se instalou a usina, e municípios ao redor, o programa Comunidade Integrada, que apoia o desenvolvimento de projetos sustentáveis na região, focados no relacionamento com a comunidade, no fortalecimento da gestão pública e no apoio ao desenvolvimento humano e social. A intenção é realizar um trabalho de corresponsabilidade, onde a empresa, a comunidade e o poder público serão parceiros no desenvolvimento da região (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2011).

#### 2.7.4 Entidades voltadas à proteção ambiental

Em relatório divulgado pelo PNUMA em 2011 o Brasil é elogiado pela criação, em 1996, do Conselho da Bacia do Rio Paraíba do Sul, na Região Sudeste, onde estão instaladas 8,5 mil fábricas. O conselho, formado por representantes da sociedade e do Estado, decidiu, em 2003, cobrar taxas progressivas pelo uso da água, o que permite a captação de recursos financeiros para investir na proteção e recuperação do rio (COSTA, 2011).

Fundado em 1997, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) é uma coalizão dos maiores e mais expressivos grupos empresariais brasileiros. Seu desafio é criar condições no meio empresarial e nos demais segmentos da sociedade para que haja uma relação harmoniosa entre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental (CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2011).

O Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social é uma organização não governamental criada com a missão de mobilizar, sensibilizar e ajudar empresas a gerirem seus negócios de forma socialmente responsável. Trabalha ativamente para ampliar o movimento de responsabilidade social empresarial e também para ajudar a aprofundar essas práticas nas empresas que já despertaram para essa necessidade. É hoje uma referência internacional no assunto e desenvolve projetos em parceria com diversas entidades no mundo todo (ETHOS, 2011).

A Accountability é uma organização internacional líder em prover soluções inovadoras para os principais desafios relacionados à responsabilidade empresarial e ao desenvolvimento sustentável. Desde 1995, vem auxiliando empresas, ONGs e governos a inserir a responsabilidade ética, ambiental, social e governamental no DNA de seus processos. Sua proposta de valor contempla pesquisas de ponta, modelos mundialmente reconhecidos e serviços de consultoria estratégica (ACCOUNTABILITY, 2011).

A SustAinability é uma empresa de consultoria que, desde 1987, trabalha para catalisar a inovação e prover soluções que tornem os negócios e os mercados mais sustentáveis. Sua atuação se baseia em valores como a equidade, a diversidade, o impacto e a mudança, a fim de alcançar um mundo mais justo e sustentável para as gerações presente e futura (SUSTAINABILITY, 2011).

A FBDS é uma fundação sem fins lucrativos que se diferencia pelo network que tem com a comunidade científica, entidades de fomento internacionais e corporações nacionais. Sua missão é a de promover o desenvolvimento sustentável, utilizando tecnologia e ciência na

formulação de projetos, no debate científico e na formação de recursos humanos (FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2001).

O Departamento de Desenvolvimento Sustentável (DDS) apóia os Estados membros da OEA (Organização dos Estados Americanos) na elaboração e implementação de políticas, programas e projetos voltados para a integração das prioridades ambientais com a redução da pobreza e as metas sócio-econômico. Traduzindo o desenvolvimento sustentável e as metas de proteção ambiental em ações concretas, DDS suporta a execução de projetos de vários países, em áreas tão diversas como adaptação às mudanças climáticas, biodiversidade e manejo sustentável de terras, entre outros (ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS, 2011).

O DDS formula e executa projetos de cooperação técnica dentro de sua área de especialização, incluindo o acompanhamento dos mandatos da Cúpula das Américas sobre Desenvolvimento Sustentável, facilita o intercâmbio de informações sobre o desenvolvimento sustentável nas regiões e estabelece as bases para a participação da sociedade civil na tomada de decisões na gestão ambiental e ajuda os países e regiões na preparação de projetos de investimento para a consideração de mecanismos de financiamento regional e internacional (ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS, 2011).

#### 2.7.5 Prêmios para soluções sustentáveis

Eventos como o *São Paulo Advanced School on Computational Materials Science for Energy and Environmental Applications*, na Universidade Federal do ABC (UFABC) desafiam estudantes brasileiros e estrangeiros a utilizar métodos computacionais avançados para resolver problemas relacionados aos novos materiais com aplicações nas áreas de energia e meio ambiente. Um dos objetivos do evento é o debate sobre como resolver problemas como a necessidade de satisfazer, de forma ambientalmente sustentável, uma enorme demanda mundial para novas fontes limpas e renováveis de energia e para a criação de metodologias para a exploração de combustíveis fósseis alternativos e de biocombustíveis, a partir da escolha apropriada de materiais ou do desenvolvimento de novos materiais voltados para essas aplicações (CASTRO, 2011).

Prêmios como o Sustainable Emerging Markets Bank of the Year concedido pelo Financial Times e pelo IFC (Internacional Finance Corporation) lista as empresas mais sustentáveis de mercados emergentes e o Ranking de Transparência em Sustentabilidade do Ibovespa reúne as empresas líderes na divulgação dos seus dados e ações em sustentabilidade.

O Guia Exame de Sustentabilidade, da revista Exame, também lista as empresas modelo em sustentabilidade (ITAÚ, 2011).

O prêmio Campeões da Terra de 2012 promovido pela ONU reconhece líderes, pensadores e ativistas que servem de inspiração por mostrar desenvoltura, determinação e compromisso na busca por um futuro mais verde, limpo e próspero. A iniciativa do prêmio busca candidatos cujas realizações podem ser diretamente relacionadas com os resultados de Estocolmo em 1972 e do Rio em 1992. Candidatos que mostram liderança e oferecem contribuições criativas para a próxima Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio +20) — sob os pilares de uma Economia Verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e de um quadro institucional para o desenvolvimento sustentável — também serão profundamente considerados (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 2011).

#### 2.7.6 Investimentos em sustentabilidade

O Itaú produziu, em 2009, seu Inventário de emissão de gases de efeito estufa (GEEs) seguindo o Programa Brasileiro de GHG Protocol, que é o padrão internacional para gerenciar a medição das emissões de gases de efeito estufa. O detalhamento dessas informações serve de guia para a tomada de decisões no combate ao aquecimento global (ITAÚ, 2011).

A Petrobrás é signatária dos dez princípios do Pacto Global da ONU e um dos destaques em seu relatório de sustentabilidade é o aumento do investimento em meio ambiente, que em 2010 ultrapassou R\$ 2,4 bilhões - cerca de R\$ 457 milhões a mais que em 2009. Esse total inclui gastos com processos operacionais e apoio a projetos ambientais (PETROBRÁS, 2010).

Uma tendência que deve se consolidar nos próximos anos é a aplicação das construções sustentáveis, ou seja, a população em geral terá que se preocupar mais com o meio ambiente antes de construir uma casa. O conceito implica que os edifícios verdes respeitem o meio ambiente, utilizando conscientemente os recursos naturais necessários e destinando os resíduos corretamente. O projeto inicial pode exigir uma quantidade maior de investimentos, mas esse valor será certamente coberto pela economia de recursos valiosíssimos para a humanidade, como água e energia elétrica. Desta forma, a preocupação com a eficácia é sempre voltada para o mínimo impacto ambiental possível (BATISTA, 2011).

Para que os prédios sejam considerados verdes, eles devem seguir preceitos e determinações rígidas quanto à construção, qualidade do ar; uso da energia; uso da água;



segurança de trabalho e higiene do ambiente ocupacional; uso de materiais ecologicamente corretos; observação da ergonomia em móveis e utensílios; tratamento correto dos resíduos sólidos e controle da emissão de poluentes (ABREU, 2008).

Dois projetos ligados a um pesquisador da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP) revelam como a agricultura pode participar no combate ao aquecimento global. Um dos projetos analisa as consequências da conversão de florestas em pastagens na Amazônia, fornecendo subsídios para a elaboração de políticas públicas relacionadas às transformações de ecossistemas. O segundo projeto investiga as emissões de gases de efeito estufa (GEE) durante o cultivo da cana-de-açúcar para produção de etanol. O estudo mede a capacidade do solo, em diferentes regiões do Brasil, de emissão e captação de GEE (PILEGGI, 2009).

A Bunge foi a única empresa do setor de alimentos, agronegócio e mineração a integrar a lista das dez melhores em sustentabilidade no país, segundo pesquisa da consultoria inglesa SustainAbility em conjunto com o PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. A pesquisa foi desenvolvida pela SustainAbility e FBDS - Fundação Brasileira para Desenvolvimento Sustentável, que analisaram nove pontos a partir dos relatórios de sustentabilidade das empresas brasileiras (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2009).

O Relatório de Sustentabilidade da Vale do Rio Doce, líder em produção de minério de ferro e pelotas e produção de níquel, entre outros, segue a metodologia da Global Reporting Initiative (GRI). A Vale é empresa membro do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), instituição fundada durante a Rio 92 para promover temas de sustentabilidade entre as empresas e garantir a elas um papel relevante nas discussões sobre o assunto. A Vale também criou o Plano de Ação em Sustentabilidade (PAS) programa que estabelece metas e ações de aperfeiçoamento de desempenho relacionadas a indicadores de sustentabilidade (VALE DO RIO DOCE, 2010).

As normas AA1000 são ferramentas de gestão em responsabilidade social empresarial (RSE). As diretrizes englobam o processo de levantamento de informações, auditoria e relato social e ético, com enfoque no diálogo com públicos de relacionamento internos e externos. Desenhada para auxiliar empresas de diferentes tamanhos e setores, além de acionistas, auditores, consultores e organizações certificadoras, pode ser usada isoladamente ou em conjunto com outras normas, como a Global Reporting Initiative (GRI), ISO e SA 8000 (GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2011).

O UNEP-FI é uma parceria global entre o PNUMA e o setor privado financeiro. Mais de 160 instituições, incluindo bancos, seguradoras e fundos, trabalham com o PNUMA para

entender os impactos das considerações ambientais e sociais na performance financeira. Sua missão é identificar, promover e realizar a adoção de práticas sustentáveis em todos os níveis das operações das instituições financeiras (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2011).

O PNUMA, juntamente com o Banco Mundial e com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é a agência implementadora do GEF (Fundo Mundial para o Meio Ambiente) sendo responsável por administrar os recursos do fundo. O PNUMA, especificamente, oferece apoio à elaboração de análises, diretrizes políticas e planos de âmbito nacional, regional e global, bem como a acordos internacionais, no que se refere aos assuntos ambientais, além de proporcionar os serviços de secretaria para o Painel de Assessoramento Científico e Técnico (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2011).

Em 2010 a Bunge recebeu o Prêmio Mundial de Sustentabilidade, concedido pela WPO – World Packaging Organization, graças a embalagem biodegradável da Margarina Cyclus Nutrycell. O prêmio é concedido a partir de dez critérios como facilidade de descarte, benefícios à sociedade, menor uso de energia e materiais, reciclagem, redução de peso e informação aos usuários. Preparado com o uso de resina PLA (poli-ácido láctico) o pote, lançado em 2009, se degrada em 180 dias em condições adequadas de compostagem, sem contaminar o solo. Uma embalagem plástica comum pode levar mais de 100 anos para se degradar (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2010b).

A resina PLA (poli-ácido láctico) é obtida a partir de matéria prima renovável, por fermentação do amido de milho. Além de atender às normas de biodegradabilidade e compostabilidade do Brasil (ABNT 15448), Europa (EN 13432) e Estados Unidos (ASTM D6400 e ASTM D6868), a embalagem Cyclus recebeu a certificação do Instituto de Produtos Biodegradáveis (BPI) nos EUA (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2010b).

Em dez anos de atividade, o Grupo Camargo Corrêa apoiou 150 projetos e beneficiou 83 mil pessoas. Neste período, os investimentos chegaram a R\$ 70 milhões. O orçamento de 2010, de R\$ 16 milhões permitiu a execução de 93 projetos em 51 municípios de 14 estados brasileiros. Na área internacional, o ICC apoiou atividades em Angola, na Argentina, no Peru e no Paraguai. No final do ano, foi formalizada uma parceria com o BNDES para a criação de um fundo paritário no valor de R\$ 50 milhões – R\$ 10 milhões por ano, ao longo de cinco anos – para a expansão do programa Futuro Ideal, visando a estruturação de empreendimentos solidários com atenção especial à inserção de jovens no mercado de trabalho. O Grupo Camargo Correa possui diversos projetos sociais ligados a cinco grandes programas

chamados Infância ideal, Escola ideal, Futuro ideal, Ideal voluntário e Dia do bem fazer (CAMARGO CORREA, 2010). A seguir na figura 4 os indicadores de sustentabilidade do relatório de sustentabilidade referente aos investimentos sociais do grupo Camargo Correa.

Figura 4 – Indicadores de sustentabilidade extraídos do relatório de sustentabilidade do grupo Camargo Corrêa

**Investimentos sociais – Instituto Camargo Corrêa**

	2010	2009
Recursos Investidos pelo Grupo Camargo Corrêa <sup>(1)</sup> (em R\$ milhões)	12,6	11,8
Recursos de Organizações Parceiras (em R\$ milhões)	5,5	6
Nº de projetos em andamento	114	73
Nº de cidades com projetos em andamento	47	42
Público direto beneficiado (em milhares)	20	18
Público indireto beneficiado (em milhares)	111	65

(1) Projetos iniciados em 2008.  
 (2) Público objeto da ação.  
 (3) Público beneficiado pelas ações.

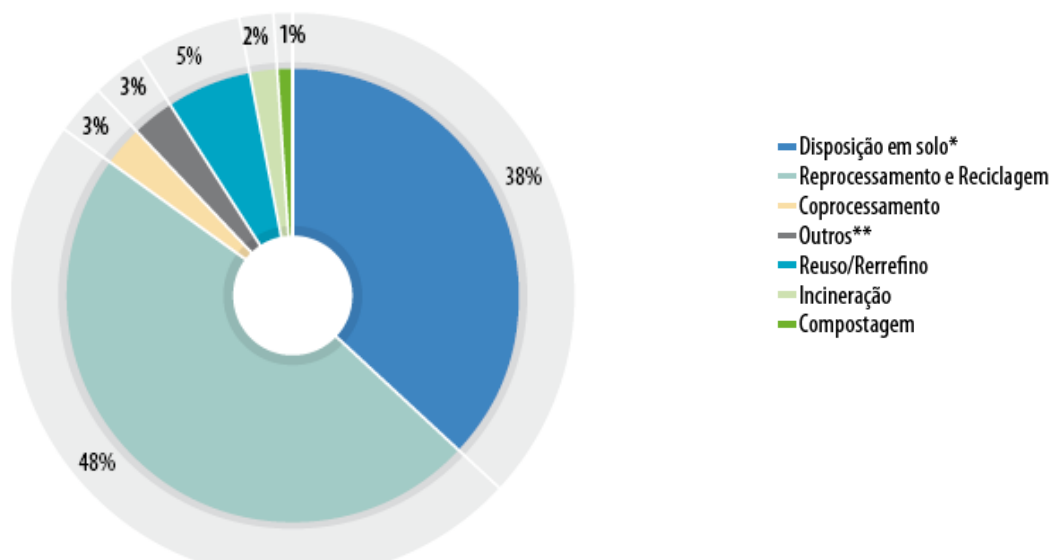
Fonte: CAMARGO CORREIA, 2010.

Já a Vale do Rio Doce investiu US\$ 398,5 milhões em ações de infraestrutura, educação, cultura, saúde, geração de renda e estímulo ao fortalecimento do capital social, por meio de programas da Fundação Vale, de parcerias com o poder público, patrocínios e doações no Brasil e no exterior e US\$ 1,136 bilhões em programas socioambientais entre 2008 e 2010. Em 2010, a taxa de recirculação/reutilização de água da Vale foi de 79%. De 1,2 bilhão de litros necessários para suas operações, cerca de 269 milhões de litros foram retirados da natureza, sendo todo o restante abastecido por água de reaproveitamento (VALE DO RIO DOCE, 2010).

A seguir, na figura 5, o destino que a Vale do Rio Doce dá aos resíduos gerados por ela própria:

Figura 5 – Destinação dos resíduos gerados pela empresa Vale do Rio Doce

**Vale - Disposição 2010**  
**464 mil toneladas**



Nota: \*Disposição em solo: aterro sanitário externo, aterro sanitário interno, disposição em pilha estéril e subsolo. \*\* Outros: tratamento biológico.

Fonte: Vale do Rio Doce, 2010.

Dentre os principais prêmios e reconhecimentos conquistados pela Vale do Rio Doce estão: mineradora listada no Índice de Sustentabilidade Empresarial da Bolsa de Valores de São Paulo (ISE-Bovespa); relatório de Sustentabilidade de 2009 classificado entre os cinco melhores do Brasil, no estudo realizado pela Sustainability (reconhecida instituição do setor) e pela Fundação Brasileira pelo Desenvolvimento Sustentável (FBDS); prêmio GRI Awards 2010 na categoria Sociedade Civil pelo Relatório de Sustentabilidade 2008; premiada pela revista britânica The New Economy como a melhor empresa em termos de redução de emissão de gases de efeito estufa no Brasil; padrão-ouro do “Programa GHG Protocol Brasil”, instituição que estabelece padronização da metodologia de verificação de emissões de carbono no país; única empresa brasileira listada no Carbon Disclosure Leadership Index (CDLI), ranking do Carbon Disclosure Project (CDP) que avalia qualidade e abrangência nos relatórios empresariais; uma das quatro empresas mundiais mais sustentáveis do setor de mineração pelo Relatório GS-Sustain do Goldman Sachs; vencedora de três prêmios na edição 2010 do IR Magazine Awards: melhor website de relações com investidores, melhor relatório anual de investidores e melhor conference call do Brasil (VALE DO RIO DOCE, 2010).

Na seção de contribuição à sociedade, o relatório de sustentabilidade da Petrobras apresenta os investimentos da companhia em projetos externos. A Petrobras investiu R\$ 707,9

milhões em 1.770 projetos sociais, culturais, ambientais e esportivos em 2010. O relatório da Petrobras segue as diretrizes da **Global Reporting Initiative** (GRI) assim como o relatório da Vale do Rio Doce. A publicação se enquadra no nível de aplicação A+, adequado aos relatórios que apresentam informações sobre todos os indicadores essenciais das diretrizes e cujo conteúdo é submetido à verificação externa. (PETROBRÁS, 2010).

A Petrobras foi relacionada como uma das cem empresas mais sustentáveis do mundo no ranking Global 100 da revista canadense Corporate Knights, especializada em responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. O ranking Global 100 é elaborado por especialistas em sustentabilidade sendo considerados 10 indicadores como eficiência energética, emissões de CO<sub>2</sub>, geração de resíduos, diversidade, pagamento de impostos, capacidade de inovação, entre outros. A Petrobras também integra o Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI), o mais importante índice mundial de sustentabilidade (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2010a).

Em trabalhos futuros almeja-se relacionar os incentivos à sustentabilidade como o pote biodegradável que se decompõe em 180 dias, os carros elétricos que dispensam gasolina, as usinas que geram energia a partir do bagaço da cana, entre outros exemplos citados neste capítulo, com as análises deste estudo visto que certamente os exemplos citados aqui geraram publicações e/ou patentes a respeito.

## **2.8 Opções tecnológicas para sustentabilidade**

Em princípio as mudanças tecnológicas devem ser mais fáceis de se atingir desde que três obstáculos sejam levados em conta: ao invés de forçar a transferência de tecnologia, adaptar tecnologias a contextos ecológicos, culturais e socioeconômicos variados, as contradições entre as prioridades de pesquisa, exigidas pelo mercado e pelos militares, e aquelas que surgem de uma análise mais abrangente das necessidades da sociedade e por último, o crescente abismo entre o poder das tecnologias modernas e os sistemas políticos e sociais obsoletos que as controlam. (RUFFOLO, 1988 apud SACHS, 2007).

Uma face do avanço tecnológico no capitalismo mostra aumento da produtividade do trabalho e eficiência no uso da energia e dos materiais, a outra face apresenta elevado desemprego e população à margem do acesso aos recursos naturais e bens produzidos característica de quase todos os ramos do crescimento tecnológico (FOLADORI, 2001).

Muitos esforços foram dedicados às “tecnologias amigas do meio ambiente” que envolvem tanto as “tecnologias brandas” quanto tecnologias mais avançadas e de menor desperdício e aqui se incluem os equipamentos antipoluição que são de extrema importância. Por outro lado, por mais relevantes que essas alternativas tecnológicas possam ser, escondem uma questão ética fundamental: se as sociedades industrializadas estão preparadas para questionar seu excesso de consumo de bens materiais (SACHS, 2007).

As sociedades altamente industrializadas que representam a modernidade enfrentam riscos ambientais e tecnológicos que não são simplesmente efeitos colaterais do progresso, mas sim, centrais e constitutivos destas sociedades, ameaçando toda forma de vida no planeta e, por isto, estruturalmente diferentes no que diz respeito a suas fontes e abrangência. O progresso gerado pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia passa a ser considerado como a fonte potencial de autodestruição da sociedade industrial, a partir do qual se produzem, por sua vez, novos riscos de caráter global, que afetam o planeta sem distinções de classe ou nacionalidade. Exemplos desses riscos cujas consequências são de alta periculosidade é o buraco da camada de ozônio, o aquecimento global, a desertificação, a poluição dos recursos hídricos, a radioatividade, a contaminação dos alimentos, entre muitos outros (GUIVANT, 1998).

De acordo com Sachs (2007, p. 250) “O poder destruidor das tecnologias, cujo uso permanece subordinado à busca de projetos financeiros e econômicos de curto prazo, manifestou-se, por outro lado, pela degradação do meio ambiente...”.

Os autores Douglas e Wildavsky não acreditam que as evidências científicas sobre os danos ambientais sejam a causa da preocupação com o meio ambiente e criticam a explicação conturbada sobre o surgimento da consciência ecológica que a relaciona com uma alta satisfação das necessidades materiais básicas (GUIVANT, 1998).

Em contrapartida, as tecnologias “negligentes” podem se mostrar tão nefastas para o meio ambiente quanto onerosas. Entregue a si mesma, uma empresa tende a exteriorizar seus custos sociais e ecológicos, enquanto puder contar com um crescimento de seus lucros internalizados, até o momento em que a destruição do meio ambiente e o descontentamento social se tornem um obstáculo. Mas esse estágio só é alcançado após ter causado danos consideráveis, e muitas vezes irreversíveis, em escala tanto local quanto mundial. As modificações da biosfera provocadas pelo homem têm, assim, atingido proporções preocupantes (SACHS, 2007).

Para Guivant (1998, p. 4) “o risco é considerado um evento adverso, uma atividade, um atributo físico com determinadas probabilidades objetivas de provocar danos...”. Nos

últimos anos a temática de risco passou a ter grande importância nos debates sociais. Os autores Ulrich Beck e Anthony Giddens deram contribuições valiosas ao considerarem os riscos, principalmente os ambientais e tecnológicos de sérias proporções, para compreender as transformações, as características e os limites da modernidade o que envolve também indagações como o papel da ciência e os desafios que estes riscos trazem às políticas públicas (GUIVANT, 1998).

Nos anos 1970 e 1980, acadêmicos, ambientalistas e alguns setores da indústria criticaram os métodos de análise de risco destacando a falta de dados científicos quantitativos suficientes para relacionar a exposição a substâncias químicas a riscos à saúde (GUIVANT, 2002).

Neste sentido Sachs (2007, 142) afirma que:

A busca de tecnologias apropriadas de processo (e de produto) deveria centrar-se na substituição de recursos potencialmente escassos ou ambientalmente destrutivos por outros, potencialmente abundantes ou menos exigentes em termos da taxa de exploração da natureza. Incluem-se aqui a reciclagem e a valorização de recursos renováveis. Finalmente, em vez da presente escalada de produção, poluição e antipoluição, a ênfase deveria ser colocada na geração de tecnologias com *baixo grau de desperdício* e no desenho de sistemas produtivos com ciclos fechados.

Os cientistas sociais afirmam que na análise dos riscos ambientais e tecnológicos, devem ser incorporados os processos de negociação sobre como defini-los e enfrentá-los (GUIVANT, 1998). Esses conflitos não só atravessam as relações entre especialistas e leigos, mas também dividem a comunidade científica, pelo fato de que a definição de um incidente de poluição ou de um padrão de qualidade ambiental depende de julgamentos sociais em acordo com evidências científicas (GUIVANT, 2002).

### 3 MÉTODO

O avanço das pesquisas científicas depende da aplicação de uma mistura de trabalho prático e teórico, em que cada componente confere e ajuda o outro. (MEADOWS, 1999).

A elaboração de um trabalho científico pressupõe necessariamente o uso de metodologia científica que permita sistematizar, embasar e testar os resultados das análises, experiências e considerações acerca de determinada realidade (FUJINO, 1993, p. 41). Para tanto é necessário levar em consideração a natureza do problema de pesquisa, pois é ele que delimita os métodos e abordagens escolhidas, e não o contrário (BOCCATO, 2007).

O presente trabalho é de natureza teórico-prática, pois se estrutura sobre artigos e livros oferecidos pela literatura especializada em cientometria, bibliometria, indicadores de produção científica, e inovação tecnológica para sustentabilidade, além da pesquisa às Bases de Dados a fim de coletar todos os dados necessários para a construção dos indicadores de produção científica.

E, desta forma, o presente trabalho também é considerado como uma pesquisa quantitativa, pois, em grande parte, objetivou medir a taxa de crescimento das produções científicas no âmbito de realizar análises com a produção das Instituições, das regiões e do país empregando elementos estatísticos na análise dos dados. A pesquisa bibliográfica apoiou-se em fontes bibliográficas e documentais.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de acesso a artigos científicos que tratam dos assuntos abordados neste trabalho disponíveis nos periódicos *Scientometrics*, *Technological Forecasting and Social Change*, *Research Policy*, entre outras fontes.

A elaboração dos indicadores científicos e tecnológicos exigem a contagem de grande quantidade de dados e por isso foram desenvolvidos alguns softwares capazes de contar de forma automatizada os registros bibliográficos e gerar como resultado listas de frequência e matrizes de coocorrência de elementos presentes nesses registros (FARIA, 2001).

Não há muitos softwares de tratamento bibliométrico disponíveis. Em geral, os grupos que pesquisam metodologias de tratamento bibliométrico desenvolvem suas próprias soluções para automatização. O grupo de pesquisa do *Technology Policy and Assessment Center* do *Georgia Institute of Technology*, Estados Unidos, desenvolveu o TOAK, hoje comercializado por uma empresa com o nome de *Vantage Point* (PORTER, 1999). Neste estudo foi adotado o uso do software *Vantage Point* por sua fácil interface com o usuário e praticidade na análise dos dados.



## 3.1 Bibliometria

### 3.1.1 Conceitos de bibliometria

Bibliometria é uma ferramenta que permite observar o estado da ciência e tecnologia através de toda a produção científica, atribuindo um nível de especialização. Isto significa que permite situar o país em relação ao mundo, uma instituição em relação ao país, e um cientista individual em relação a sua comunidade científica (OKUBO, 1997).

A bibliometria estuda a organização dos setores científicos e tecnológicos a partir das fontes bibliográficas e patentes para identificar os atores, suas relações e tendências. Por outro lado, a cientometria se encarrega de avaliar a produção científica mediante indicadores numéricos de publicações, patentes, etc. A bibliometria envolve várias medições da literatura, de documentos e outros meios de documentação enquanto a cientometria envolve a produtividade e utilidade científica (SPINAK, 1998).

A bibliometria pode ser definida como o ramo da Ciência que se ocupa em quantificar os processos de comunicação escrita, envolvendo o estudo quantitativo da produção, disseminação e uso da informação registrada (SPINAK, 1998; MACIAS-CHAPULA, 1998; ROSTAING, 1993; VAN RAAN, 1997). Embora o termo bibliometria só tenha sido criado em 1969 por Alan Pritchard, ela surgiu no início do século XX como uma forma dos cientistas e bibliotecários acompanharem o rápido desenvolvimento das várias áreas da ciência. Foi nessa época que os cientistas começaram a perceber que a quantidade de conhecimento científico gerado continuamente ultrapassava a sua capacidade de leitura, e portanto, era preciso criar novas formas de acompanhar o desenvolvimento da ciência, ou ao menos, da área do conhecimento de sua especialização (ROSTAING, 1996).

Em 1969, Pritchard criou um novo termo – “bibliometria” – para um tipo de estudo que já existia há meio século. Pritchard sentiu que precisava redefinir o âmbito de uma área coberta até então por 50 anos pelo termo “bibliografia estatística” (Hulme, 1923) e demonstrou que um novo campo de pesquisa quantitativa emergiu. Para Pritchard, bibliometria foi definida como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos para livros e outros meios de comunicação (PRITCHARD, 1969 p. 348 apud OKUBO, 1997 p. 8).

Nos Estados Unidos, a Fundação Nacional de Ciência publicou o primeiro indicador de ciência e engenharia em 1972. Desde então, a bibliometria tem sido cada vez mais orientada pela política de ciência. Grupos de bibliométricos de diferentes escolas tem proposto vários métodos para medir o crescimento da ciência relacionando sua metodologia

com avaliação. Como resultado, a bibliometria está entrando agora numa difícil fase de tentar trazer uma contribuição para avaliação. Muitos desses métodos tem sido apresentados por especialistas em seminários ao redor do mundo (OKUBO, 1997).

A bibliometria baseia-se na contagem de artigos científicos, patentes e citações. Dependendo da finalidade do estudo bibliométrico, podem ser considerados como dados tanto o texto que compõe a publicação como os elementos presentes em registros sobre publicações extraídos de bases de dados bibliográficas, como nomes dos autores, título, fonte, idioma, palavras-chave, classificações e citações (RAO, 1986; ZHU et al, 1999).

A bibliometria compreende: a aplicação de análises estatísticas para estudar as características do uso e criação de documentos, o estudo quantitativo da produção de documentos refletido nas bibliografias, a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos no estudo do uso que se faz dos livros e outros suportes dentro e entre os sistemas de bibliotecas, o estudo quantitativo das unidades físicas publicadas ou das unidades bibliográficas ou de seus substitutos (SPINAK, 1998).

Nos anos 1970 houve um grande salto no volume de estudos bibliométricos, o segundo mais importante período da história da bibliometria que começou com o advento da base de dados de citação de artigos científicos, o *Science Citation Index* (SCI). Fundado por Eugene Garfield na Philadelphia em 1963, o SCI abriu o caminho para todos aqueles que procuravam medir a ciência usando métodos quantitativos e objetivos. É fato que existe uma demanda crescente por dados bibliométricos por parte da comunidade científica. Países mais industrializados publicam conjuntos de indicadores similares aos da Fundação Nacional de Ciência afirmando uma necessidade percebida (OKUBO, 1997).

A existência do *Science Citation Index* não somente alavancou um grande número de estudos bibliométricos como também favoreceu a emergência de uma nova geração de bibliométricos que afirmavam sua disciplina como a “Ciência para Ciência” (Price, 1965). Derek de Solla Price, um defensor influente deste método, tentou criar uma abordagem para ciência que fosse independente daquela adotada pelos cientistas. De acordo com Price, a ciência deveria ser medida pela publicação, e deveria ser analisada independentemente dos cientistas. Cientistas consideram que os especialistas, fora de seu campo de pesquisa, não são mais especialistas. Ele escreveu: “assim como a economia tornou-se uma valorosa ajuda na tomada de decisão no governo e na indústria bem como no tema acadêmico de direito próprio, pode ser que estejamos testemunhando o nascimento de uma análise e avaliação científica semelhante do mundo da ciência” (Price, 1964). Price previu que num futuro próximo a análise de citação seria usada como parceira na revisão por pares. (OKUBO, 1997).

A bibliometria tem alcance multidisciplinar e analisa um dos aspectos mais relevantes e objetivos da comunidade científica: a comunicação impressa (SPINAK, 1998).

Bibliometria tem se tornado um termo genérico para um conjunto de medidas específicas e indicadores; sua finalidade é medir o resultado da investigação científica e tecnológica através de dados oriundos não somente de literatura científica, mas também de patentes (OKUBO, 1997).

A bibliometria e suas leis têm encontrado uma série de aplicações em centros de informação, tais como: identificação dos periódicos do núcleo de cada área do conhecimento, avaliação da cobertura e impacto de periódicos; formulação de políticas de aquisição e descarte de publicações; desenvolvimento de normas para padronização e de processos automatizados de indexação, classificação e confecção de resumos; identificação de usuários de diferentes áreas do conhecimento; avaliação dos serviços de disseminação seletiva de informação e estudos sobre dispersão e obsolescência da literatura científica (SPINAK, 1998; ROSTAING, 1996).

A bibliometria aborda que a ciência pode ser retratada através dos resultados obtidos e é baseada na noção de que a essência da pesquisa científica é a produção de conhecimento e que a literatura científica é a manifestação constituinte deste conhecimento (OKUBO, 1997).

Apesar da sua utilidade e importância para a avaliação da ciência e tecnologia, prospecção tecnológica e inteligência competitiva, o tratamento automatizado da informação baseado na análise bibliométrica tem algumas limitações (PORTER, 1995):

- Nem todo trabalho de pesquisa e desenvolvimento resulta em publicações ou patentes, o que significa que parte do conhecimento produzido está além do alcance da análise bibliométrica;
- A análise bibliométrica não leva em conta a qualidade da pesquisa. Um trabalho medíocre e um trabalho brilhante têm o mesmo peso aos olhos da bibliometria. A indicação da qualidade da pesquisa obtida através da bibliometria provém da análise citações e esta indicação não é precisa.
- As práticas de publicação e citação variam bastante de acordo com a área da ciência e da tecnologia e a instituição. Esse fato limita as possibilidades de comparação de resultados obtidos para áreas diferentes.
- A comparação também é limitada por não haver sistemas de classificação e indexação de documentos perfeitos.

A nível individual a bibliometria mede a produtividade da pesquisa, mas não diz necessariamente nada sobre qualidade ou sobre a competência dos pesquisadores como professores. A reação dos cientistas são bastante naturais e ressaltam a necessidade de interação entre as pessoas que estão sendo avaliadas e aquelas que estão fazendo a avaliação (OKUBO, 1997).

Outra dificuldade importante é a variedade de idiomas, que prejudica de várias maneiras a análise bibliométrica. Artigos publicados em outra língua que não o inglês têm menos chances de serem citados, independentemente da sua qualidade. A publicação em idioma local praticamente impede os pesquisadores que falam outros idiomas de lerem e citarem essa publicação (VELHO, 2001).

Uma discussão sobre a utilização em maior parte da base Thomson Reuters para avaliar e acompanhar o desenvolvimento da ciência é a questão linguística. Aproximadamente 97% das informações na base estão em inglês assim, alguns autores apontam que publicar em inglês traz vantagens para a comunidade científica, porém outros entendem que os ganhos são díspares e beneficiam a ciência dos países onde o inglês é a língua materna (VASCONCELOS, 2008).

Desta forma, o comum nas publicações científicas é atingir a comunidade nacional e internacional, o que requer um idioma compatível. Segundo Garfield (1983), o idioma inglês é a *língua franca* da ciência. Em 1981, Garfield constatou que 88% dos 605.000 artigos indexados eram escritos em língua inglesa (VOLPATO; FREITAS, 2003).

A cobertura da base da Thomson Reuters é limitada e a obliquidade linguística influencia na avaliação geral da contribuição da ciência dos países não nativos da língua inglesa no contexto mundial (AMMON, 2008 apud VASCONCELOS, 2008).

No Brasil 60% dos artigos publicados estão em português e, diferentemente de países como a Espanha, boa parte dos cientistas daqui prefere publicar em revistas brasileiras. O Brasil é o 13º país na lista dos que mais publicam artigos científicos. Mas, quando o assunto é quantas vezes cada texto é citado por outros pesquisadores, o país vai mal (RIGHETTI, 2011).

A língua inglesa passa a ter um lugar de destaque na ciência, a partir de 1950, fato intimamente relacionado à dominação do império britânico e afirmação dos Estados Unidos como maior potência após a guerra onde o país define o chinês, inglês, francês, russo e espanhol como línguas oficiais (VASCONCELOS, 2008).

De acordo com Garfield (1998), “muitos cientistas, em todo o mundo, agora se vêm obrigados a descrever suas pesquisas e discutir seus resultados numa língua que não é a língua nativa...” (GARFIELD, 1998 apud NETZEL, 2003).

A utilização da língua inglesa se dá por cientistas de todos os nichos e as bases de dados mais consultadas a nível internacional têm a maior parte do seu conteúdo disponibilizado em língua inglesa, advindas de autores de culturas diversas. O percentual do PIB destinado à P&D, o número de cientistas ativos e o número de colaborações internacionais são, autenticamente, indicadores de insumo relevantes. Entretanto, a competência linguística do pesquisador lhe confere uma vantagem num cenário tão competitivo como o da produção científica (VASCONCELOS, 2008).

Uma estratégia para incentivar o aumento das colaborações em produção científica é o apoio à publicação de livros em língua estrangeira para distribuição mundial por editoras capacitadas incluindo também editoras universitárias brasileiras (CRUZ, 2011).

De acordo com um estudo de Vasconcelos (2008), os pesquisadores cadastrados na plataforma lattes que apresentam maior número de publicações, maior número de citações e maiores índices-h são os que possuem maior habilidade para escrever ciência em inglês.

As limitações no uso de dados bibliométricos derivam certamente de vários meios de comunicação científica usados para transmitir informações uns aos outros para além dos canais habituais de revistas científicas (OKUBO, 1997).

Outra dificuldade encontrada pelos bibliométricos é a pressão comercial que tem surgido neste campo. Existe um comércio para este tipo de estudo: análises e dados bibliométricos podem ser vendidos e isto não é incomum para extração, processamento e análise de dados o que envolve montantes substanciais de dinheiro. Cada uma das várias escolas de bibliometria desenvolveu seu próprio método e por esta razão os resultados podem variar. Este comércio tem aumentado a competição, mas ao mesmo tempo a pressão do comércio tem encorajado o profissionalismo neste campo (OKUBO, 1997).

Em vista das limitações apresentadas, muitos pesquisadores têm sugerido opções para aprimorar ou complementar a análise bibliométrica. Uma opção é sempre complementar os indicadores obtidos por bibliometria com a opinião de especialistas no assunto em estudo. Essa prática vem sendo amplamente utilizada na ciência com o nome avaliação pelos pares. Ela é aplicada para decisões sobre a publicação ou não de artigos em periódicos, sobre o financiamento ou não de um projeto e sobre o conceito que deve ser atribuído a um programa de pós-graduação, por exemplo. Em um estudo recente, Rinia et al (1998) concluem que existe uma correlação positiva e significativa, embora não perfeita, entre os indicadores bibliométricos e a avaliação por pares.

Análises e dados bibliométricos fornecem informações de orientação científica e dinamismo dos países (ou alguma outra unidade), e sua participação em ciência e tecnologia

mundialmente – em outras palavras, o impacto entre a comunidade nacional e internacional. A análise de cooperação torna possível identificar e representar redes científicas e enfatizar relacionamentos entre países, instituições e pesquisadores, bem como o impacto de grandes programas. A bibliometria também ressalta a estrutura das disciplinas científicas e a relação entre elas. Dados bibliométricos e indicadores também servem como ferramentas ou pelo menos como auxílio para descrever e expressar questões que surgem no mundo da ciência (OKUBO, 1997).

### **3.1.2 A produção científica**

As atividades de investigação científica e tecnológica necessitam ser avaliadas para também julgar se os objetivos iniciais foram cumpridos, o valor de seus resultados e que coisas contribuíram ou impediram o êxito. Estas avaliações constituem um rol significativo para construir nos países um potencial científico e tecnológico pois, permitem medir a efetividade da investigações para cumprir com as metas sociais e econômicas e permitem também desenvolver infraestruturas adequadas e identificar programas que treinem as futuras gerações de investigadores (SPINAK, 1998).

A ideia de investigar a literatura remete-se ao início do século. Em 1917, Cole e Eales publicaram uma análise estatística da história da anatomia comparada. A data foi um marco na história da análise bibliométrica, assim como Cole e Eales estiveram entre os primeiros a publicar literatura para construir uma visão quantitativa do progresso no campo da pesquisa (OKUBO, 1997).

A avaliação dos trabalhos científicos pela comunidade científica, ou seja, pelos pares, proporciona uma afirmação ou retorno do quanto “vale” a contribuição deste trabalho científico no meio acadêmico (MEADOWS, 1999).

A questão fundamental é avaliar o desempenho científico e se o esforço de investigação e publicação científica resulta numa contribuição real para o progresso científico dessa sociedade, se contribui com as metas práticas e úteis tanto no técnico quanto no social, ou, se por outro lado, o esforço é redundante e sem utilidade científica (SPINAK, 1998).

Bons artigos de revisão são valorizados por periódicos, pois garantem audiência e ajudam a ampliar seu fator de impacto, composto pelo número médio de citações. Artigos de revisão são, frequentemente, muito citados, pois organizam as informações de um tema e servem de orientação para estudantes e pesquisadores (MARQUES, 2011).

Nos últimos anos é cada vez mais evidente a necessidade de publicar em periódicos indexados nas principais bases de dados, como por exemplo, a do PubMed e a do Institute for Scientific Information, atual Thomson Reuters (VASCONCELOS, 2008).

A publicação, portanto, tem três objetivos: divulgação dos resultados científicos, proteção à propriedade intelectual e credibilidade científica que também é resultado do projeto de pesquisa (OKUBO, 1997).

Meadows (1999, p. 9) mostra que desde os séculos passados podemos observar o quanto o reconhecimento pela atividade científica era importante para os grupos:

[...] o veículo principal dessa comunicação passou a ser a sociedade científica. As sociedades normalmente realizavam reuniões a intervalos regulares (os sócios podiam, portanto, planejar o comparecimento com antecipação), onde se verificava uma difusão informal de informações de inúmeras maneiras. Os membros da sociedade relatavam suas próprias pesquisas, organizavam demonstrações ou exposições, mantinham contatos e intercambiavam mexericos profissionais (sempre um forma importante de consolidar o quadro de sócios). Muitas sociedades estabeleceram paralelamente um programa editorial. Assim, satisfaziam aos anseios dos sócios que almejavam tornar público seu trabalho, permitiam a não sócios terem acesso aos trabalhos desenvolvidos pela sociedade e proporcionavam um registro que podia ser transmitido às gerações futuras.

É comum supor que as publicações são o resultado da investigação. Este é um simples entendimento do papel da publicação na ciência. A publicação pode muito bem ser vista como uma importante parte do próprio processo investigativo (LARSEN; INS, 2010).

Em termos de comunicação científica, as duas mais importantes características do pesquisador são a quantidade de informações que comunica e sua qualidade. Quando se trata de pesquisadores acadêmicos uma maneira de medir quantidade é fazer um levantamento do número de artigos de periódicos que publicam (MEADOWS, 1999).

Em 1961 Derek J. de Solla Price publicou os primeiros dados quantitativos sobre o crescimento da ciência, cobrindo o período de 1650 até 1950. Os primeiros dados utilizados foram os números de periódicos científicos. Os dados indicaram uma taxa de crescimento de aproximadamente 5,6% ao ano e uma duplicação num período de 13 anos. O número de periódicos registrados em 1950 foi cerca de 60.000 e a previsão para o ano 2000 foi cerca de 1.000.000 (PRICE apud LARSEN; INS, 2010).

Fatores como disponibilidade de serviços (biblioteca), tamanho da Universidade (tanto em espaço físico quanto de número de estudantes), e boa condição financeira (o que representa boas condições de pesquisa atraindo pesquisadores de qualidade que fortalecem ainda mais o prestígio da Instituição) estão correlacionados com o alto desempenho e produtividade das Universidades (MEADOWS, 1999).

Um dos desafios mais importantes para a ciência brasileira no século XXI é o de buscar maior impacto mundial para o conhecimento originado no país. A produção científica de qualidade requer a colaboração entre os cientistas mais capacitados e daí a importância da colaboração na produção de conhecimento (CRUZ, 2011).

A contribuição original de um artigo ao meio científico ou uma nova interpretação de estudos já existentes impulsiona um artigo a ser mais citado. A originalidade do artigo, contudo, não basta para um desempenho extraordinário nas citações. O que contribui para isto é quando o tema de pesquisa vive uma efervescência e está na agenda das revistas científicas internacionais (MARQUES, 2011).

O crescimento da ciência brasileira, entre outras coisas, tem sido atribuído ao aumento do PIB (Produto Interno Bruto) destinado à pesquisa e desenvolvimento (P&D). Esta fração chegou a 1% em 2004, maior do que a média para a América Latina. Outros fatores ligados a isto são a modernização das instituições de ensino e pesquisa do país e o aumento do número de mestres e doutores. Estes fatores contribuíram para o aumento da produtividade científica dos programas de pós-graduação brasileiros (ZORZETTO et al., 2006 apud VASCONCELOS, 2008).

O compromisso das Instituições com a excelência acadêmica, sua capacidade de financiamento e adequação de infraestrutura de pesquisa, coautoria de países nas publicações e a língua em que essas produções são publicadas são alguns aspectos que influenciam no impacto das publicações (THOMSON REUTERS, 2011).

Entre os artigos publicados em 1998 aqueles com coautores internacionais receberam 72% mais citações do que os sem coautores internacionais (LETA; CRUZ, 2003).

Em termos de citações, a colaboração na produção científica é benéfica. Para cada autor internacional no artigo há um aumento correspondente no impacto deste artigo, ou seja, quanto maior o número de coautores maior o impacto do artigo. No Brasil, as coautorias internacionais caíram de 35% do total de artigos em 1996 para 27% em 2008 (ROYAL SOCIETY, 2011).

De acordo com Marques (2011, p.32) “Um dado importante é a presença de autores de universidades de vários lugares do país, num sinal de descentralização da excelência acadêmica”.

Faz-se necessário desenvolver ferramentas de fomento a fim de estimular e apoiar as parcerias de mais colaborações internacionais para a pesquisa científica. É importante oferecer caminhos e incentivar uma atitude mais agressiva na busca por interações entre a comunidade científica. A qualidade de diversos projetos de pesquisa em desenvolvimento no



país explica a busca por pós-doutores, alunos de pós-graduação e visitantes temporários e é preciso divulgar cada vez mais as oportunidades existentes nas revistas internacionais relevantes na área além da comunicação pessoal entre as redes de pesquisadores renomados (CRUZ, 2011).

De acordo com o relatório do Instituto Royal Society houve um aumento das cooperações internacionais nas pesquisas científicas: hoje, 35% das publicações em revistas internacionais são escritas com autores de diferentes nacionalidades, contra 25% há 15 anos. Philip Ruffles, um dos autores do relatório, justifica este aumento já que diante de problemas cada vez mais mundiais – como as mudanças climáticas, a segurança energética e a preservação da biodiversidade –, a busca por soluções eficazes precisa ser internacionalizada (MÜZELL, 2011).

Segundo o relatório do Royal Society (2011, 73):

Felizmente, os países estão percebendo rápido que há uma série de problemas comuns nos quais todos precisam pensar juntos. Se você quiser alcançar os melhores resultados em pesquisa, é fundamental que pense globalmente, e não localmente. As colaborações científicas são um mecanismo importantíssimo neste sentido e estou certo de que vão continuar aumentando nos próximos anos.

A colaboração internacional é fundamental para o avanço científico de qualquer nação. Os cientistas, instituições, Ministérios e suas agências de fomento, e as FAPs (Fundações de Amparo às Pesquisas), compartilham com entusiasmo deste princípio e a colaboração científica do Brasil tem crescido lado a lado com o avanço que nossa ciência tem experimentado em época recente. Os principais parceiros do Brasil incluem Estados Unidos, Inglaterra, França, Alemanha e diversos países vizinhos com ênfase para Argentina (PALIS, 2011). Na tabela 1 é apresentada a colaboração em produção científica do Brasil com os demais países no período de 2003 a 2007.

Tabela 1 – Colaboração em produção científica do Brasil com os demais países, 2003 a 2007

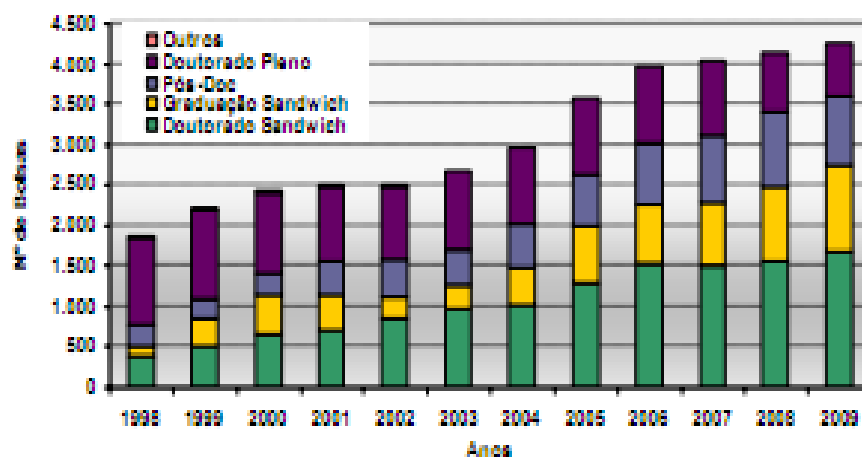
País	Número de publicações em colaboração com o Brasil	Contribuição para a publicação do Brasil (%)
Estados Unidos	13.349	11,1
Reino Unido	4.162	3,5
França	4.131	3,4
Alemanha	3.727	3,1
Itália	2.358	2,0
Canadá	2.382	2,0
Espanha	2.313	1,9
Argentina	2.092	1,7
Portugal	1.381	1,1
Holanda	1.226	1,0
Japão	1.165	1,0
Rússia	953	0,8
México	913	0,8
Chile	795	0,7

Fonte: THOMSON REUTERS GLOBAL RESEARCH REPORT, 2011

Com relação a projetos de pesquisa colaborativos a Fapesp tem firmado acordos com várias universidades e instituições de pesquisa no estrangeiro, em países como Reino Unido, França e Holanda para que os pesquisadores em São Paulo possam iniciar colaborações e preparar projetos de médio e grande porte com colegas de outros países; esses acordos permitem também o intercâmbio de estudantes. Além disso, acordos com agências de financiamento à pesquisa do Reino Unido, França, Alemanha, Dinamarca, Argentina e Portugal garantem a oportunidade para a submissão de propostas completas de pesquisas (CRUZ, 2011).

A Capes fez associações com algumas agências congêneres de outros países, visando a concessão de bolsas em parceria e de maneira induzida, em torno não apenas de solicitações individuais, como também a partir de demandas de grupos de pesquisa e instituições de ensino superior e ainda de demandas governamentais, estas em especial através da interação com o Ministério das Relações Exteriores. Em 2009, o investimento neste setor foi da ordem de mais de R\$ 1,1 milhão (PALIS, 2011). Na figura 6 podemos observar a evolução das concessões de bolsas de estudo no exterior em todas as modalidades.

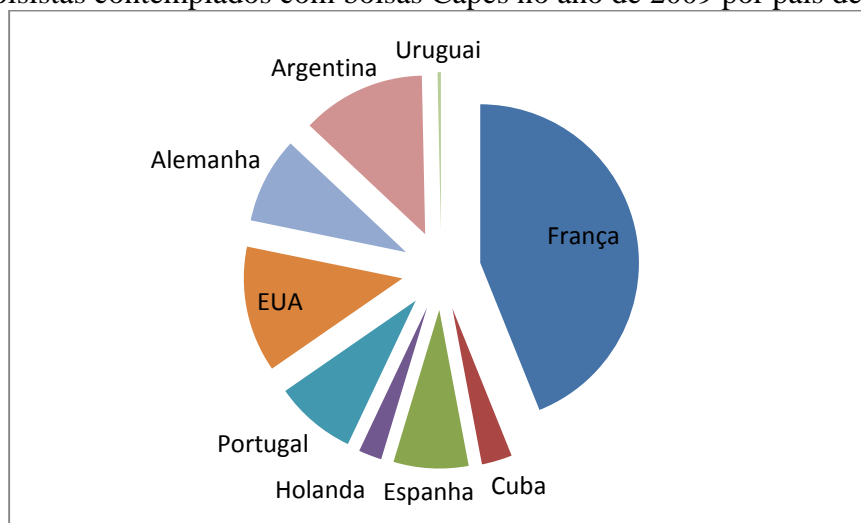
Figura 6 – Evolução das concessões de bolsas de estudo no exterior de todas as modalidades de 1998 a 2009



Fonte: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011.

A figura 7 a seguir mostra os números de bolsistas contemplados com bolsas Capes em 2009, de acordo com o país de destino.

Figura 7 – bolsistas contemplados com bolsas Capes no ano de 2009 por país de destino



Fonte: Adaptado de Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011.

Além da Capes agências e empresas como CNPq, Finep, Instituto Butantan, Fundação Oswaldo Cruz, Embrapa e Petrobras possuem ferramentas de incentivo para estimular a cooperação internacional em produção científica. (PALIS, 2011).

Diversas FAPs (Fundações de Amparo a Pesquisa) firmaram acordo com o INRIA francês (Instituto Nacional de Pesquisa em Informática e Automação) em 2010, publicando editais para a seleção de propostas visando intercâmbio e pequenos financiamentos de

projetos de pesquisa. De 2005 a junho de 2011 a Fapesp já apoiou mais de 240 projetos de pesquisa em colaboração incluindo alguns de grande porte com muitas instituições estrangeiras de renome (CRUZ, 2011).

Houve um notável avanço na ciência brasileira em termos de médias de citações de artigos científicos atribuídos ao Brasil publicados em revistas internacionais em relação às médias mundiais visto que a primeira delas mostra que o impacto médio relativo a todas as áreas do conhecimento em conjunto em relação à correspondente média mundial no período 1997-2001, evoluiu de 0,53 para 0,63 no período de 2004-2008 o que corresponde a um avanço de 19% (PALIS, 2011). Observemos a tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Média de citações de artigos científicos brasileiros publicados em revistas internacionais em relação às médias mundiais de 1981 a 2008.

Anos	BRASIL		
	Impacto (A)	Imp Base (B)	(A)/(B)
1981-1985	1,30	2,72	0,48
1982-1986	1,28	2,75	0,47
1983-1987	1,35	2,78	0,49
1984-1988	1,28	2,82	0,45
1985-1989	1,26	2,87	0,44
1986-1990	1,26	2,93	0,43
1987-1991	1,24	3,01	0,41
1988-1992	1,35	3,09	0,44
1989-1993	1,45	3,17	0,46
1990-1994	1,53	3,23	0,47
1991-1995	1,64	3,30	0,50
1992-1996	1,77	3,44	0,51
1993-1997	1,85	3,54	0,52
1994-1998	1,91	3,62	0,53
1995-1999	1,98	3,74	0,53
1996-2000	2,00	3,81	0,52
1997-2001	2,10	3,96	0,53
1998-2002	2,25	4,05	0,56
1999-2003	2,37	4,18	0,57
2000-2004	2,47	4,22	0,59
2001-2005	2,63	4,38	0,60
2002-2006	2,76	4,47	0,62
2003-2007	2,88	4,58	0,63
2004-2008	2,94	4,70	0,63

Fonte: Thomson Reuters, 2008.

Com um grande salto a China ocupou a segunda posição do Japão em publicações em revistas científicas internacionais, e hoje se encontra atrás apenas dos Estados Unidos no ranking mundial. Entre 1999 e 2003, os chineses estavam na sexta posição, responsáveis por 4,4% das publicações. De 2004 a 2008, consagraram-se como autores de 10,2% dos trabalhos. Mesmo permanecendo na liderança, os americanos têm diminuído o ritmo de publicações, passando de 26,4% para 21,2% do que é produzido no planeta. O aumento das publicações

científicas do Brasil foi de 1,3% para 1,6% (MÜZELL, 2011). Em relação ao número de artigos do total mundial indexados na ISI e Scopus o Brasil ocupa a 13<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup> posição, respectivamente como vemos na tabela 3.

Tabela 3 – Número de artigos científicos publicados em revistas internacionais por países nas bases ISI (Web of Science) e Scopus.

Países	ISI		SCOPUS	
	Rank	Nº de artigos	Rank	Nº de artigos
EUA	1	340.638	1	344.167
China	2	112.804	2	230.780
Reino Unido	3	87.424	3	113.940
Alemanha	4	79.541	4	101.504
Japão	5	78.444	5	98.865
França	6	64.493	6	77.092
Canadá	7	53.299	7	65.515
Itália	8	50.367	8	61.928
Espanha	9	41.988	9	49.642
Índia	10	38.700	10	47.905
Austrália	11	36.787	11	45.003
Coréia do Sul	12	35.569	12	42.403
<b>Brasil</b>	<b>13</b>	<b>30.415</b>	<b>14</b>	<b>32.929</b>
Holanda	14	28.443	13	34.266
Rússia	15	27.909	15	31.281
Taiwan	16	22.608	16	30.815
Suíça	17	21.065	17	25.028
Turquia	18	20.794	18	22.831
Polônia	19	19.533	20	20.893
Suécia	20	19.127	19	22.488
Bélgica	21	16.194	21	19.501
Israel	22	12.331	23	15.980
Irã	23	12.327	22	16.365
Áustria	24	11.607	25	13.818
Dinamarca	25	11.089	27	12.587
Grécia	26	10.875	26	13.762
Finlândia	27	10.562	28	12.238
México	28	9.787	24	14.335
Noruega	29	9.407	32	10.369
República Tcheca	30	8.762	30	10.628
Portugal	31	8.629	31	10.509
Cingapura	32	7.811	29	10.927
<b>MUNDO</b>		<b>1.339.329</b>		<b>1.660.292</b>

Fonte: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011.

De acordo com o relatório do instituto *Royal Society*, a prestigiada academia britânica de ciências, brasileiros, chineses e indianos se consolidam como cientistas promissores e começam a se aproximar da produção científica de países como Estados Unidos e Japão e da Europa ocidental. A perspectiva do *Royal Society* é a de que, possivelmente já a partir de

2013, a China ultrapasse os Estados Unidos e se torne a líder mundial em publicações. Na sequência, a partir de 2020, Brasil, Índia e Coréia do Sul dispõem de todas as fichas para publicarem mais do que potências como a França e o Japão. Assim, os países que tradicionalmente possuem maior produção científica apresentam dados altos, mas estagnados ou mesmo em declínio nas pesquisas acadêmicas, os emergentes não param de multiplicar as publicações internacionais, as parcerias e as verbas disponíveis para a pesquisa (MÜZELL, 2011).

Meadows (1999, p. 89) afirma que “apesar dos diversos fatores relacionados à alta produtividade possam ser facilmente analisados num mesmo país, as comparações entre os países exige mais cuidado. A universidade tida como rica num país pode ser classificada abaixo disso em outro país”.

### 3.1.3 Conceitos acerca dos indicadores

Os indicadores podem ser compreendidos como dados estatísticos usados para medir algo intangível, que demonstram aspectos de uma realidade de muitos pontos de vista. A construção e uso de indicadores de produção científica são objeto de estudo de várias áreas do conhecimento, sendo usados tanto para o planejamento e a execução de políticas para o setor como também para que a comunidade científica conheça melhor o sistema no qual está inserida (FAPESP, 2005).

Os indicadores bibliométricos, obtidos com base na contagem da produção científica e tecnológica publicada, são indicadores de resultados. A obtenção desses indicadores é importante tanto para macro e micro análises, indo do posicionamento da produção científica de um país em relação aos outros até à comparação entre pesquisadores de uma mesma entidade (FARIA, 2001).

Os indicadores de produção científica são construídos pela contagem do número de publicações por tipo de documento (livros, artigos, publicações científicas, relatórios, etc.), por instituição, área de conhecimento, país, etc. O indicador básico é o número de publicações, que procura refletir características da produção ou do esforço empreendido, mas não mede a qualidade das publicações. Também são produzidos indicadores de participações percentuais, taxas de crescimento ou rateios, distribuições de produtividade de autores (lei de *lotka*), distribuição do uso de vocabulário (distribuição de *Zipf*), classificações de periódicos, distribuições de revistas por assunto (distribuição de *Bradford*), meia-vida de publicações, dentre outros. (FAPESP, 2005).

A elaboração de indicadores de ciência e tecnologia é uma das principais aplicações da bibliometria e os métodos e técnicas de sua produção são um foco de pesquisa importante (VAN RAAN, 1997).

A criação de indicadores bibliométricos baseia-se em duas medidas principais: a frequência e a coocorrência dos elementos presentes em registros bibliográficos. A frequência é o número de registros em que um elemento aparece ao menos uma vez. A coocorrência é o número de registros em que dois elementos ocorrem simultaneamente. A partir da frequência e da coocorrência dos elementos são elaborados listas e matrizes aplicadas a diversos tipos de análise bibliométrica (ZHU et al., 1999).

Os indicadores de atividade são os mais simples. Eles são criados a partir da contagem de publicações e visam à elaboração de listas de frequência ou rankings de pesquisadores, instituições, empresas e países. Em alguns casos, os indicadores de atividade são relacionados a um período como um todo e em outras situações é feita a contagem de publicações levando em conta a evolução ano a ano, por exemplo. Os indicadores de atividade são importantes para indicar quanto esforço está sendo feito e por quem na pesquisa e desenvolvimento de determinado assunto. Também é uma informação sobre o dinamismo do assunto que está sendo estudado (FARIA, 2001).

Há três tipos de indicadores de produção científica: indicadores de produção, indicadores de colaboração e indicadores de citação.

Indicadores de produção científica, quanto à contagem de artigos, fornecem uma medida inicial, simplificada e aproximada da quantidade de trabalho produzida por um cientista, um laboratório, uma escola, uma equipe de P&D nacional e/ou internacional, um país, etc. Desta forma, em um determinado campo ou disciplina, a pesquisa dinâmica de um determinado país, equipe, etc, pode ser monitorada e controlada todo o tempo (OKUBO, 1997).

É possível medir a produção ou atividade de pesquisadores ou de laboratórios dentro de um campo de pesquisa ou de uma especialidade enumerando os artigos que publicam em revistas científicas. A contagem de publicações resulta em indicações sobre o dinamismo de um campo (crescimento, declínio ou estagnação do número total) e sobre a produtividade dos diferentes pesquisadores de uma área. Isto se aplica tanto a um país ou conjunto de países quanto a uma instituição ou laboratório (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

É razoável usar o número de artigos como um indicador quando este número é alto: a representação de um país, universidade, laboratório, campo de pesquisa, etc. Este tipo de indicador não é o ideal para medir a produção de um único pesquisador visto que este não

indica fator de qualidade dos artigos e sempre há de se considerar a seletividade dos periódicos indexados nas bases. Esses indicadores não podem medir a quantidade ou qualidade do trabalho representado por um artigo, e se o artigo é em co-autoria por um número de pessoas, o papel de cada um é conhecido somente por eles mesmos (OKUBO, 1997).

A primeira característica dos rankings por instituições elaborados a partir da elaboração de indicadores a ser ressaltada é a existência de um conjunto de indicadores explicitados e medidos de forma quase independente por parte dos organizadores (ZAGO; DRUGOWICH, 2011).

O número de artigos em coautoria é um indicador de cooperação nacional ou internacional. A análise de coautoria é usada para identificar a cooperação via artigos que são escritos por no mínimo dois pesquisadores diferentes. É possível medir o volume do trabalho realizado por um grupo de cientistas a nível individual ou institucional, bem como nacional ou internacional. Este parâmetro mede o crescimento (ou declínio) da cooperação das pesquisas em comparação com a pesquisa feita por um único cientista. O indicador de colaboração é um meio de medir o avanço da cooperação internacional na produção nacional de ciência e tecnologia (OKUBO, 1997).

Quando um artigo é escrito por vários autores cada um deles indica sua filiação desta forma é possível saber se esta pesquisa trata-se de uma colaboração entre várias instituições de pesquisa de diversos países. É uma forma de traçar as redes internacionais de cooperação. Para construir um indicador de colaboração internacional identifica-se, para um período de tempo específico, todas as publicações de um país em que pelo menos um autor estrangeiro tenha colaborado e em seguida é possível ter o total das publicações em colaboração com cada um dos outros países (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

Teoricamente, a filiação usada para identificar de onde é o pesquisador é o que corresponde ao seu lugar de trabalho e não sua residência ou país de origem. A identificação do artigo depende de como a filiação está listada o que pode causar um problema especialmente porque alguns institutos, universidades e laboratórios de pesquisa podem estar listados nas bases de dados com diferentes nomes (OKUBO, 1997).

Outra dificuldade com os indicadores de colaboração deriva da diversidade de métodos de medida (“fração” versus “inteiro”) depende da aproximação dos diferentes resultados. O problema pode ser como lidar com um número de coautores (de diferentes países) num único artigo, ou de como dar conta de um único autor tendo várias filiações, neste caso um cientista temporário de destaque de seu laboratório participa de uma pesquisa em



uma instituição estrangeira. Assim, se o autor indicar um laboratório principal este laboratório terá todos os créditos pelo artigo. Entretanto, se o autor listar ambos os laboratórios o artigo será creditado para ambas as instituições e países e irá aparecer como coautoria internacional (OKUBO, 1997).

As colaborações internacionais também têm sido relacionadas ao aumento das publicações brasileiras nas últimas décadas. Segundo dados da National Science Foundation (NSF) e de outros estudos, as colaborações internacionais com outros países também vêm elevando a visibilidade da ciência na América Latina (LETA; CHAIMOVICH, 2002; NSF, 2004). Segundo a NSF (PESQUISA FAPESP, 2004), o Brasil colaborou com 46 países em 1998, e em 2001, com 103 países (VASCONCELOS, 2008).

Os indicadores de citação são utilizados para medir o impacto dos artigos citados bem como sua utilidade. Presume-se que um artigo deva ter certa qualidade na medida em que tem um impacto na comunidade científica. Os autores citam uns aos outros por uma série de razões e basicamente as citações podem ser divididas em dois grupos: um é usado para enfatizar a inovação contida no artigo; e o outro, o autor reconhece e dá crédito ao trabalho anterior (OKUBO, 1997).

As redes de dependência ou influencia entre sistemas nacionais de investigação científica podem ser analisadas através das citações. É possível assinalar as citações feitas por autores de um país de artigos publicados por pesquisadores de outro país. As análises relacionais baseadas nas citações podem conduzir a estudos detalhados de uma rede de investigação em que um pesquisador está inserido ou um grupo de pesquisadores (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

Por outro lado alguns autores tendem a citar trabalhos produzidos por sua própria comunidade científica e de autores que estão em destaque naquele momento. Existem muitas razões que sugerem que o autor escolha entre um trabalho importante e citar uns mais que outros, porém estas razões são impossíveis de identificar. Outro fator é que os pesquisadores podem citar seus próprios trabalhos, assim aumentam o número de citações em que eles recebem crédito. Citar a si mesmo é um fenômeno que acontece e este problema não se torna menor se o volume de dados analisados é alto (OKUBO, 1997).

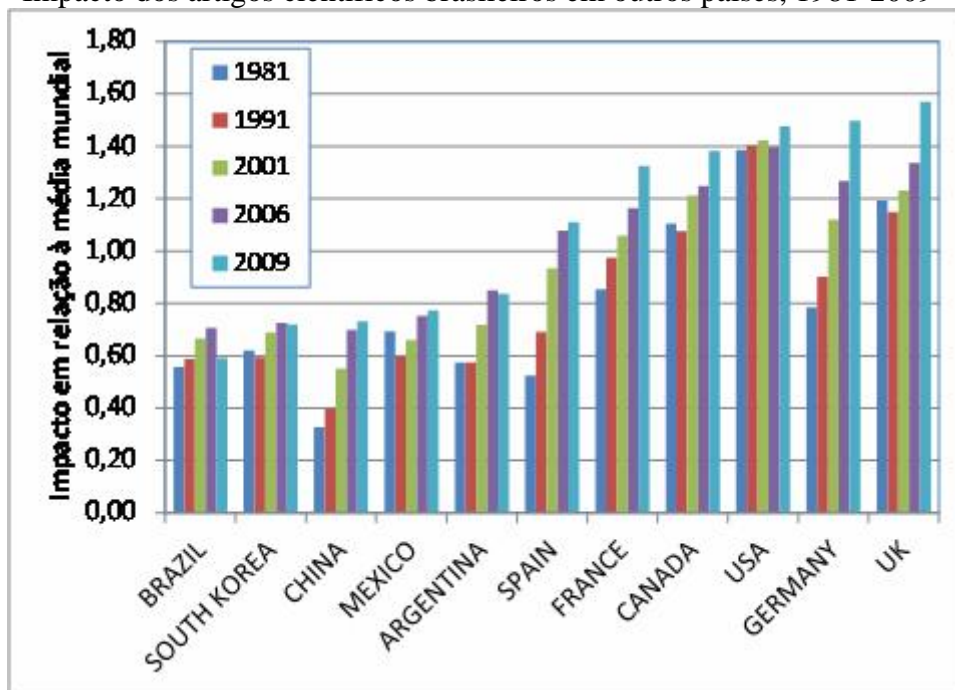
As redes de citações destacam as opiniões atribuídas pela comunidade científica para os trabalhos passados ou em andamento. Um artigo científico pode estar caracterizado pela revista em que se publica, mas as referências que contem remetem a outros artigos e por consequência a outras revistas. Ao considerar o conjunto dos artigos que aparecem em determinada revista é possível ver todas as referências que este utilizou e assim estabelecer

uma lista das revistas em que as publicações são citadas. Desta forma, é possível contar igualmente o número de citações atribuídas à revista e medir a intensidade das relações estabelecidas (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

Um indicador que caracteriza o impacto científico é o número de citações por artigo científico publicado em revistas científicas de circulação internacional. Em 2009, para o Brasil, o número de citações por artigo foi 0,59, enquanto para a China foi 0,73, para a Argentina, 0,84, para a Espanha, 1,11, para os Estados Unidos, 1,50, e para o Reino Unido, 1,57 (THOMSON REUTERS, 2011).

A evolução do impacto dos artigos originados no Brasil e em alguns outros países pode ser observada na figura 8 a seguir.

Figura 8 – Impacto dos artigos científicos brasileiros em outros países, 1981-2009



Fonte: InCites Thomson-Reuters, 2011

As publicações nacionais incluídas na Web of Science a partir de 2007 sofreram uma variação de 19 mil publicações para 30 mil e esta pode ser a razão pela qual o indicador de citações sofreu queda atingindo 0,71 citações por artigo (CRUZ, 2011).

Há outro indicador relevante, em que se dá igual peso ao impacto relativo das publicações brasileiras em cada área do conhecimento e que também aponta para um avanço significativo da ciência brasileira nos últimos anos. Para calculá-lo, tomamos as médias do impacto relativo das publicações do Brasil em relação às correspondentes médias mundiais separadamente para cada uma das 21 áreas do conhecimento, relativas aos períodos 1998-

2002 e 2003-2007. A média de tais médias de impacto relativo em relação ao mundo por área do conhecimento avança de 0,61 para 0,66 o que dá um aumento de 8,2% do impacto relativo de nossas publicações entre os dois períodos (PALIS, 2011). Na tabela 4 temos a porcentagem de artigos científicos brasileiros por área do conhecimento com relação ao impacto relativo das médias mundiais de 1998 a 2007.

Tabela 4 – porcentagem de artigos científicos brasileiros por área do conhecimento com relação ao impacto relativo das médias mundiais de 1998 a 2007.

<b>Período de 1998 a 2002</b>			
<b>Campo</b>	<b>Porcentagem de artigos do Brasil</b>	<b>Impacto relativo comparado ao mundo</b>	<b>Porcentagem</b>
Ciências Agrárias	2,96	-60	0,40
Física	2,12	-25	0,73
Ciência Espacial	1,92	-27	0,73
Microbiologia	1,91	-47	0,53
Ciência Plantas e Animais	1,87	-44	0,56
Farmacologia	1,57	-41	0,59
Matemática	1,51	-20	0,80
Biologia e Bioquímica	1,47	-62	0,38
Ecologia/Meio Ambiente	1,43	-18	0,82
Química	1,37	-36	0,64
<b>Porcentagem total do Brasil, todos os campos: 1.34</b>			
Ciência dos Materiais	1,26	-24	0,76
Biologia Molecular	1,26	-73	0,27
Imunologia	1,24	-54	0,46
Geociências	1,18	-25	0,75
Engenharia	1,01	-22	0,78
Neurociência	0,96	-47	0,53
Medicina Clínica	0,95	-35	0,65
Ciências Sociais	0,76	-57	0,43
Ciência da Computação	0,72	-22	0,78
Psicologia/Psiquiatria	0,36	-16	0,84
Economia e Negócios	0,34	-54	0,46
Média			0,61
<b>Período de 2003 a 2007</b>			
<b>Campo</b>	<b>Porcentagem de artigos do Brasil</b>	<b>Impacto relativo comparado ao mundo</b>	<b>Porcentagem</b>
Ciências Agrárias	4.05	-45	0,55
Ciência Plantas e Animais	3.02	-42	0,58
Microbiologia	2.53	-40	0,60
Farmacologia	2.48	-35	0,65
Física	2.13	-14	0,86
Biologia e Bioquímica	2.12	-56	0,44

Ciência Espacial	2.05	-31	0,69
Imunologia	2.04	-51	0,49
Ecologia/Meio Ambiente	1.96	-12	0,88
Matemática	1.82	-11	0,89
<b>Percentagem total do Brasil, todos os campos: 1.80</b>			
Química	1.69	-29	0,71
Biologia Molecular e Genética	1.65	-66	0,34
Neurociência e Comportamento	1.61	-42	0,58
Ciência dos Materiais	1.54	-34	0,66
Medicina Clínica	1.52	-31	0,69
Geociências	1.45	-12	0,88
Engenharia	1.30	-18	0,82
Ciência da Computação	1.05	-31	0,69
Ciências Sociais	1.00	-38	0,62
Psicologia/Psiquiatria	0.62	-27	0,73
Economia e Negócios	0.48	-41	0,59
Média			0,6

Fonte: Fapesp, 2005

As medições quantitativas de Price não eram completamente corretas mas, sua investigação foi pioneira. Como resultado de seu trabalho de pesquisa e desenvolvimento, estatísticas e indicadores de ciência tem sido necessárias e importantes ferramentas na ciência da ciência, política de pesquisa e administração da pesquisa. A base para medir o número de publicações são as grandes bases de dados de publicações científicas (LARSEN; INS, 2010).

Cada indicador tem vantagens e limitações. É preciso cuidado para não considerá-los como índices absolutos: eles são complementares. Os vários métodos e procedimentos bibliométricos precisam ser usados em combinações, apesar de algumas vezes os resultados serem contraditórios, enquanto eles oferecem informações úteis e de acordo com o padrão científico e profissional. Apesar dessas limitações, a bibliometria esta fornece um objetivo essencialmente quantitativo de medida de produção científica. Neste campo é importante notar que indicadores obtidos de base de dados bibliométricas devem ser colocados em perspectiva. Indicadores são baseados em comparações aproximadas: valores absolutos não são indicativos *per se* mas assumem todo significado apenas em comparação com aqueles de outros grupos (OKUBO, 1997).

Em um estudo realizado pela University of Edinburgh foram examinadas mais de 4.600 pesquisas científicas publicadas entre 1990 e 2007 e houve uma diminuição constante dos estudos em que os resultados contradizem as hipóteses científicas iniciais. Muitos

pesquisadores buscam cada vez mais resultados previsíveis e produzem resultados positivos mediante a sua interpretação, seleção e até mesmo manipulação dos dados. Os resultados, publicados na *Scientometrics*, também mostram que as pesquisas com maior índice de resultados positivos são mais frequentes nos EUA que na Europa. A maior frequência de artigos com resultados positivos nos EUA pode sugerir que a competitividade ali seja maior que em outros países (KELLY, 2011).

Podemos considerar a ciência como um sistema de produção de informação, em particular informação em forma de publicações, considerando que publicações são qualquer informação registrada em formatos permanentes e disponíveis para uso comum. Partindo desde ponto de vista, a ciência pode ser vista como uma empresa com insumos e resultados e a medição destes insumos e resultados são a base dos indicadores científicos e grande parte do esforço da ciência se concentra em elaborar metodologias para formulação de indicadores (SPINAK, 1998).

Em 1970 a ciência não era mais vista como um empreendimento em que a sociedade poderia investir generosamente e sem limite. A primeira fase dessa mudança foi motivada pelo abrandamento do crescimento econômico, mas também decorre de uma atitude mais crítica que teve em conta as consequências negativas da investigação científica: a ciência e a tecnologia eram caras, mas o investimento em pesquisa não torna automaticamente possível resolver os problemas ambientais ou problemas sociais, como o fosso entre os países industrializados e o Terceiro Mundo (OKUBO, 1997).

Contar artigos não é difícil, porém entender o sentido dessa contagem é algo mais complexo. Os números não “falam” por si mesmos, eles precisam ser interpretados levando em conta erros sistemáticos reais e artificiais nos dados e nos métodos utilizados para contá-los (OKUBO, 1997).

Ao se elaborar indicadores é preciso estar atento para as variáveis e tomar alguns cuidados. Em 2009 o atual ministro da Educação no Brasil divulgou que a produção científica brasileira havia tido um aumento de 56% de 2007 a 2008 segundo dados da Thonsom Reuters. Entretanto, o que ocorreu de fato foi que em 2006 havia apenas 26 revistas nacionais indexadas na base e a partir de uma nova política de seleção de periódicos, em 2007 este número passou para 63 e em 2008 para 103, ou seja, havendo um aumento de revistas na base houve também um aumento de artigos por periódico indexados na base o que representou este aumento elevado (MENEHINI, 2009).

Os estudos de produção científica enfrentam desafios. De fato, a produção científica é parte de um grande sistema social que é a ciência (FAPESP, 2005).

### 3.1.4 Conceitos acerca de cientometria

Além da bibliometria, há outras áreas que se ocupam da medição das informações. A cientometria consiste na aplicação das mesmas técnicas da bibliometria, mas estritamente a documentos científicos e com o objetivo de estudar a ciência e seus processos de comunicação. Existe também o termo informetria, empregado para o estudo dos aspectos quantitativos da informação em qualquer formato (e não apenas registros referenciais e textos completos, como na bibliometria) e a qualquer grupo social (e não apenas a cientistas, como a cientometria). As fronteiras entre bibliometria, cientometria e informetria não são bem definidas e existe um certo caos terminológico na área (COURTIAL, 1990; MACIAS-CHAPULA, 1998; WORMELL, 1998; SPINAK, 1998; CALLON et al, 1993).

Os temas que interessam a cientometria, que usa técnicas matemáticas e análises estatísticas para investigar as características da investigação científica, incluem o crescimento quantitativo da ciência, o desenvolvimento das disciplinas e subdisciplinas, a relação entre ciência e tecnologia, a produtividade e criatividade dos pesquisadores, as relações entre o desenvolvimento científico e o crescimento econômico, entre outros (SPINAK, 1998).

A cientometria se ocupa do desenvolvimento de metodologias para a construção e a análise de indicadores, com base em abordagem interdisciplinar, envolvendo a bibliometria, a economia, a administração, entre outras. A cientometria, ou ciência das ciências, abarca o estudo das ciências físicas, naturais e sociais, com o objetivo de compreender sua estrutura, evolução e conexões, de modo a estabelecer relações das ciências com o desenvolvimento tecnológico, econômico e social (FAPESP, 2005).

A cientometria aplica técnicas bibliométricas à ciência, mas vai além das técnicas bibliométricas, pois, também examina o desenvolvimento e as políticas científicas. As análises quantitativas da cientometria consideram a ciência como uma disciplina ou atividade econômica e por esta razão a cientometria pode estabelecer comparações entre as políticas de investigação entre os países analisando seus aspectos econômicos e sociais (SPINAK, 1998).

De acordo com Rousseau (1998, p. 149):

a) O progresso é alcançado mediante o trabalho de cientistas; b) Esses cientistas constroem seu trabalho sobre as obras de colegas e precursores de sua área; c) Os resultados desse trabalho são publicados; d) Portanto, submetidos à apreciação de pares; e) Em suas publicações, os cientistas mostram como construíram seus trabalhos a partir de obras anteriores mencionando-as em seus textos em uma lista de referências; f) As revistas científicas desempenham papel essencial na comunicação entre pesquisadores correlacionados. Essa é a principal razão do porquê de a literatura científica ser a representação da atividade científica e da rede de relações entre os campos....

### 3.1.5 As bases de dados

A construção de indicadores de produção científica utiliza-se de informações contidas em bases de dados bibliográficas, concebidas fundamentalmente para o armazenamento e a recuperação da informação ou do conteúdo das publicações. Tais bases não foram, via de regra, construídas para a produção de indicadores. Além disso, cada uma dessas bases utiliza critérios próprios de abrangência, seleção de conteúdos, estruturação de dados e níveis de organização e de padronização de registros. Portanto, a realização de estudos específicos baseados em indicadores de produção científica, em função dessas particularidades, requer esforços extremamente importantes de reorganização e “limpeza” dos dados obtidos dessas fontes, tendo em vista os objetivos a que esses estudos se propõem (FAPESP, 2005).

A fonte para a bibliometria é sempre a base de dados. Várias bases, estabelecidas por empresas ou por instituições públicas ou privadas, são usadas para ilustrar os resultados das atividades de ciência e tecnologia (com dados “crus”). Com processamento especial, elas podem ser utilizadas para estabelecer indicadores bibliométricos (OKUBO, 1997).

O surgimento e a disseminação das bases de dados eletrônicas aumentaram consideravelmente as potencialidades da aplicação do tratamento automatizado da informação. Elas são grandes arquivos armazenados em computadores e contém informações bibliográficas de artigos científicos e de patentes, como título, resumo autores, fonte, palavras-chave, classificações, citações e etc. Cada vez mais bases de dados oferecem também um link que permite a recuperação do texto integral dos documentos indexados (FARIA, 2001).

Todos os usuários de indicadores bibliométricos devem começar por escolher os bancos de dados mais adequados às suas necessidades particulares; para isso eles devem primeiro analisar os pontos fortes, as fraquezas e limitações das diferentes bases de dados (OKUBO, 1997).

A Base de Dados Web of Science, da Thomson Reuters (antigo ISI – Institute for Scientific Information) contém publicações das áreas de Ciências, Ciências Sociais, Artes e Humanidades.

Também é primordial ressaltar duas importantes Bases de Dados que contemplam muito bem a área de Ciência e Engenharia de Materiais: Metadex e Compendex. A Base de Dados Metadex tem enfoque na área de Engenharia, Química e Eletroeletrônica. A Base de Dados Compendex que engloba a área de Engenharia contempla algumas especialidades

dentro desta área maior: mecânica, civil, ambiental, elétrica, estrutural de processos, Ciência dos Materiais, física dos sólidos e supercondutividade, bioengenharia, energia, química, ótica, poluição de ar e água, administração de resíduos sólidos, resíduos perigosos, transporte rodoviário, engenharia de segurança de transporte e questões de gerenciamento de engenharia e controle. As Bases de Dados Metadex e Compendex não foram utilizadas na coleta e análise dos dados, mas estão sinalizadas neste trabalho por serem muito importantes na área de Ciência e Engenharia de Materiais.

Qualquer uma das Bases pode ser acessada através do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

No Brasil, a CAPES e a FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – em parceria com diversas empresas e instituições como a SilverPlatter, a Elsevier e a BIREME, oferecem acesso ao Portal de Periódicos (<http://www.periodicos.capes.gov.br>) onde estão disponíveis bases de dados bibliográficas e mais de 12.000 periódicos com artigos em texto integral, entre outros serviços (FARIA, 2001).

A escolha por se trabalhar com a base de dados Web of Science justifica-se pela necessidade de se obter números mais significativos para melhor avaliar o índice de publicações no tema sustentabilidade e na área de Ciência e Engenharia de Materiais enriquecendo ainda mais as análises. A Web of Science é uma base de dados internacional de alcance mundial e possui publicações de quase todos os países.

A Web of Science contém informação bibliográfica e citações de aproximadamente 40 milhões de artigos científicos publicados a partir de 1945 através de acesso a três bases de dados: Science Citation Index Expanded - SCI, Social Science Citation Index – SSCI e Arts & Humanities Citation Index – AHCI (FARIA, 2001). As bases de dados de citação SCI, SSCI e A&HCI contêm as referências citadas pelos autores dos artigos. Essas referências podem ser usadas para pesquisar referências citadas. Este tipo de pesquisa permite encontrar os artigos que citam um trabalho publicado anteriormente (THOMSON, 2009).

Os dois procedimentos de conferência que são o Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S) e o Conference Proceedings Citation Index – Social Sciences & Humanities (CPCI-SSH) incluem índices de citações da literatura publicada dos simpósios, seminários, colóquios, seminários, convenções e das conferências mais significativas em uma ampla gama de disciplinas. É possível usar estes dados para rastrear novas ideias e novas pesquisas em áreas específicas (THOMSON, 2009).

Os dois bancos de dados de química, Index Chemicus (IC) e Current Chemical Reactions (CCR-Expanded), permitem criar desenhos de estrutura para encontrar compostos



químicos e reações. É possível também pesquisar esses bancos de dados e dados para compostos de reação (THOMSON, 2009).

A Web of Science proporciona a recuperação de dados bibliográficos, tais como título, autores, entidades de afiliação dos autores e seus endereços, nome do periódico onde o artigo foi publicado, citações e ano de publicação, dentre outros, de todos os artigos indexados. Para artigos indexados a partir de janeiro de 1991, podem ser obtidos também o resumo em inglês e as palavras-chave que descrevem o artigo (FARIA, 2001).

Bases de dados como a Web of Science sustentam o trabalho de quantificar a produção científica das instituições e o tornam preciso, com as limitações conhecidas nas áreas de humanidades e artes (ZAGO; DRUGOWICH, 2011).

As informações sobre os artigos podem ser buscadas pelos nomes dos autores, pelos nomes dos periódicos, pelas instituições de afiliação dos autores ou por palavras que constem de seus títulos. Para artigos indexados a partir de 1991, as buscas podem ser feitas também por palavras-chave ou por palavras do resumo. Uma característica importante das bases de dados contidas na Web of Science é a inclusão de dados referentes às citações nos seus registros de artigos. Isso cria a possibilidade de busca de informação através das citações e de recuperação de dados referentes a artigos citados. Assim, além dos recursos tradicionais, é possível buscar artigos que citaram um autor ou um artigo específico e, para um dado artigo, é possível encontrar os artigos que o citaram e os que foram citados por ele, constituindo uma configuração em rede pela qual é possível "pular" de um artigo para outro (FARIA, 2001).

Science Citation Index Expanded é um índice multidisciplinar com periódicos da área de ciências. É indexada com mais de 6.650 das principais revistas em 150 disciplinas científicas e inclui todas as referências citadas capturadas a partir de artigos indexados. O Social Sciences Citation Index com periódicos da área de ciências sociais é totalmente indexado com mais de 1.950 jornais em 50 disciplinas das ciências sociais. Também seleciona individualmente os índices, os elementos relevantes em mais de 3.300 dos líderes mundiais em revistas científicas e técnicas. Por fim, o índice Arts & Humanities Citation Index com periódicos da área de artes e humanidades abrange 1.160 das mais importantes revistas do mundo (THOMSON, 2009).

O CSA Materials Research Database com METADEX reúne em um único lugar a maioria dos principais bancos de dados de Ciência dos Materiais, com conteúdo especializado em Ciência dos Materiais, metalurgia, cerâmicas, polímeros e materiais compósitos utilizados na aplicação de engenharia. Tudo a partir de matérias-primas através do processamento e refinação, soldagem e fabricação de utilizações finais, a corrosão, o desempenho e a

reciclagem é coberto em profundidade para todos os metais, ligas, polímeros, materiais cerâmicos e compósitos. Fontes incluem mais de 3.000 periódicos, anais de congressos, relatórios técnicos, jornal de comércio / itens boletim de notícias, patentes, livros e imprensa (PROQUEST, 2009). Os sub-arquivos que compõem esta base de dados podem ser pesquisados separadamente, são eles:

- Aluminium Industry Abstracts
- Ceramic Abstracts/World Ceramics Abstracts
- Copper Technical Reference Library
- Corrosion Abstracts
- Engineered Materials Abstracts
- Materials Business File
- Metadex
- Weldasearch

O METADEX possui conteúdo com datas a partir de 1966 e as atualizações são feitas mensalmente com a adição de aproximadamente 125.000 registros por ano possuindo atualmente mais de 8.256.629 registros (PROQUEST, 2009).

O banco de dados é indexado usando uma autoridade arquivo mestre de cerca de 40.000 termos de vocabulário controlado. Antigos registros neste banco de dados foram indexados utilizando um arquivo de tesouro específico, o dicionário de sinônimos já foi incorporado a um arquivo de autoridade de mestre (PROQUEST, 2009).

O Engineering Village é uma plataforma de busca intuitiva, fácil de usar, com acesso à literatura científica mais abrangente e importante disponível. O Engineering Village fornece as ferramentas necessárias para pesquisas bem-sucedidas e inclui o Compendex, a base de dados de engenharia mundialmente reconhecida (ELSEVIER, 2009). O Compendex contém mais de 10 milhões de referências bibliográficas de artigos de revistas científicas, memórias de congressos e dissertações; cobertura das principais revistas científicas e mais de 5.000 títulos de publicações periódicas e a inclusão rápida da literatura mais atual o mantém atualizado, e seu conteúdo de citações, com datas a partir de 1969, fornecem uma perspectiva histórica (ELSEVIER, 2009).

Compendex é uma base de dados de referências e resumos da área de Engenharia contendo mais de 190 disciplinas. Esta base de dados é atualizada semanalmente e por ano

são adicionados mais de 650.000 registros. É possível acessar esta Base de Dados pelo Portal de Periódicos da Capes (ELSEVIER, 2009).

Além da área de Engenharia geral a Base de Dados Compendex inclui também: Engenharia Elétrica, Engenharia Química, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica e Ciência dos Materiais que será um dos principais objetos de estudo deste trabalho (ELSEVIER, 2009).

A Base inclui milhões de citações bibliográficas e resumos de milhares de artigos de revistas científicas e trabalhos de congressos. É constantemente atualizado e cobre mais de 120 anos de literatura em Engenharia. Fornece links para artigos em texto completo hospedados em sites das editoras. Algumas bibliotecas oferecem links para recursos locais, catálogos de biblioteca e serviços de entrega de documentos preferenciais, que podem ser acessados por meio de links no Engineering Village. A exibição do link "Abstract" (Resumo) fornece informações bibliográficas, um resumo do artigo e link para o artigo em texto completo. A exibição do link "Detailed Record" (Registro detalhado) fornece várias informações de indexação (ELSEVIER, 2009).

O desenvolvimento e desempenho da pesquisa científica dos países são estimados a partir das informações da Thomson Reuters, as quais têm sido cada vez mais utilizadas em processos de avaliação da comunidade científica (VASCONCELOS, 2008).

O Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) no Brasil também tem feito uso dos dados de produção científica oriundos da Thomson Reuters, já que “é amplamente reconhecida como uma das mais importantes, se não a mais importante, base de informações referente à produção bibliográfica em âmbito internacional.” (MCT, 2006).

A Thomson Reuters fornece uma cobertura abrangente dos periódicos mais importantes e influentes internacionalmente, com o intuito de atender às atuais necessidades de conscientização e recuperação de informações dos assinantes. Hoje, a *Web of Science*® disponibiliza mais de 9.000 periódicos internacionais e regionais e uma série de livros em todas as áreas das ciências naturais e sociais, assim como em artes e humanidades (TESTA, 2011).

Há a problemática dos resultados de pesquisa relevantes que não estão registrados nas grandes bases de dados internacionais. Para alguns autores, a utilização de informações das grandes bases como fonte única de dados poderia contribuir para intensificar o fenômeno da “lost science” (SANCHO, 1992; GIBBS; BASU, 1999; COLLAZO-REYES et al., 2008 apud VASCONCELOS, 2008).

Uma análise de 7.528 periódicos cobertos no JCR® de 2005 revelou que menos de 300 periódicos são responsáveis por mais de 50% das citações e mais de 25% do que é publicado

neles. Um núcleo de 3.000 desses periódicos é responsável por cerca de 75% dos artigos publicados e mais de 90% dos artigos citados. Na Thomson Reuters, a avaliação e seleção dos periódicos é contínua, sendo adicionados e excluídos do banco de dados a cada duas semanas. Todos os anos, a equipe editorial da Thomson Reuters analisa mais de 2.000 títulos de periódicos e seleciona entre 10% e 12% dos avaliados para inclusão em seu banco de dados (TESTA, 2011). Por outro lado o fato de acontecer um rodízio a cada duas semanas torna a pesquisa em cima deste universo difícil no que se refere à amostragem e também a porcentagem de entrada de novos periódicos na base é relativamente baixa, de 10% a 12%.

A periodicidade do periódico também é um critério básico no processo de avaliação, sendo de importância primária. Para ser inicialmente considerado para inclusão no banco de dados da Thomson Scientific, o periódico deve ser publicado de acordo com a frequência informada. (TESTA, 2011).

A Thomson Reuters se concentra nos periódicos que publicam o texto integral em inglês, ou pelo menos as informações bibliográficas nesse idioma. Existem vários periódicos cobertos pelo *Web of Science* que publicam somente as informações bibliográficas em inglês, sendo o corpo de texto em outro idioma. A pesquisa científica da atualidade ocorre no mundo todo, e um periódico com diversidade internacional tem mais probabilidade de ter relevância para a comunidade internacional de pesquisadores (TESTA, 2011). Neste caso o idioma é um limitador, pois pode-se estar “perdendo” ótimas ou incríveis pesquisas apenas por estas não estarem publicadas em inglês.

Alguns autores argumentam que a avaliação da produção científica e o estabelecimento de critérios de financiamento para a pesquisa, baseados somente nas informações da Thomson Reuters, podem beneficiar a ciência central, definida por países desenvolvidos com maior influência sobre o que é relevante à ciência, em especial os países de cultura Anglofônica, com presença dominante na base (VASCONCELOS, 2008).

Dupont citado por Marques (2011, p. 32) destaca que: “Há preconceito com artigos de fora dos Estados Unidos que proponham abordagens novas. Há até casos de vencedores do Nobel que tiveram de publicar seus achados em revistas menos conhecidas”. A repercussão restrita de pesquisas brasileiras em ciências sociais e humanidades é atribuída ao fato de tratarem de assuntos de temas de interesse local e, em grande parte, serem publicadas em português (MARQUES, 2011).

## **3.2 Procedimento Experimental**

### **3.2.1 Coleta de dados para análise bibliométrica**

A primeira etapa deste estudo consistiu na recuperação da produção científica sobre o tema sustentabilidade indexada na base de dados Web of Science. Essa base de dados foi selecionada por sua cobertura abrangente e multidisciplinar da ciência. Para a coleta dos dados foi preciso desenvolver uma expressão de busca que permitisse recuperar, da maneira mais abrangente e precisa possível, a produção científica relevante sobre a sustentabilidade.

A tabela 5 apresenta os termos empregados na expressão de busca e sua contribuição para a ampliação do conjunto de publicações recuperadas. Os termos foram identificados a partir da revisão bibliográfica ou encontrados no próprio processo de busca. A tabela 5 indica que a busca foi bastante abrangente, pois a inclusão dos últimos termos adicionais representa pequeno acréscimo ao número de publicações encontradas e ligadas à sustentabilidade na base da Web of Science.

Tabela 5 – Histórico dos termos de busca pesquisados na base de dados Web of Science no tema sustentabilidade

N°	Termo	Busca Expressão	N° de publicações		Crescimento	
			Termo	Expressão	Absoluto	(%)
#1	sustainability	TS=(sustainability)	23.335	23.335	23.335	...
#2	"sustainable development"	#1 OR TS=( "sustainable development*")	10.418	31.400	8.065	34,56
#3	"sustainable agricultur*"	#2 OR TS=( "sustainable agricultur*")	2.632	33.474	2.074	6,61
#4	"sustainable energy"	#3 OR TS=( "sustainable energy")	914	34.164	690	2,06
#5	"environment* sustainable"	#4 OR TS=( "environment* sustainable")	630	34.556	392	1,15
#6	"sustainable water"	#5 OR TS=( "sustainable water")	557	34.953	397	1,15
#7	"sustainable future"	#6 OR TS=( "sustainable future")	478	35.286	333	0,95
#8	"sustainable forestry"	#7 OR TS=( "sustainable forestry")	377	35.579	293	0,83
#9	"sustainable tourism"	#8 OR TS=( "sustainable tourism")	359	35.793	214	0,60
#10	"sustainable societ*"	#9 OR TS=( "sustainable transport*")	354	36.028	235	0,66
#11	"sustainable transport*"	#10 OR TS=( "sustainable transport*")	316	36.243	215	0,60
#12	"sustainable environment*"	#11 OR TS=( "sustainable environment*")	233	36.410	167	0,46
#13	"energ* sustainable"	#12 OR TS=( "energ* sustainable")	25	36.423	13	0,04
#14	"sustainable responsibilit*"	#13 OR TS=( "sustainable responsibilit*")	2	36.424	1	0,00

Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

Como observado na tabela 5, ao fazer uma busca com o termo “sustainability” na Web of Science foi possível recuperar um total de 23.335 registros. Ao utilizar um segundo termo de busca, “sustainable development”, foram recuperados 10.418 registros, porém apenas 8.065 registros acrescentaram novas publicações em relação à busca anterior visto que 2.353 registros recuperados a partir do segundo termo também já haviam sido recuperados na primeira busca. Assim, a partir de um conjunto de palavras e termos relacionados ao tema sustentabilidade escolhidos através da leitura de artigos da área, foram feitas buscas sucessivas conforme o procedimento descrito até que a inclusão de um novo termo representasse acréscimo de menos de 0,01% ao conjunto de dados recuperados, indicando que os termos escolhidos refletem parte significativa de toda a produção científica indexada na Web of Science no que diz respeito à sustentabilidade. Com o procedimento adotado, foram

recuperadas 36.424 publicações na Web of Science. O Quadro 1 sintetiza a expressão e as demais condições relacionadas à busca e recuperação dos registros bibliográficos de publicações sobre o tema Sustentabilidade:

Quadro 1 – Condições de busca utilizadas para recuperar a produção científica no tema sustentabilidade na base de dados Web of Science

<b>Fonte:</b>	Web of Science (http://www.isiknowledge.com)
<b>Interface:</b>	Advanced Search
<b>Expressão de busca</b>	TS=(sustainability OR "sustainable responsibilit*" OR "sustainable development" OR "sustainable agricultur*" OR "sustainable energy" OR "Environment* sustainable" OR "sustainable water" OR "sustainable forestry" OR "sustainable tourism" OR "sustainable future" OR "sustainable transport*" OR "sustainable societ*" OR "sustainable environment*" OR "energ* sustainable" OR "sustainable responsibilit*")
<b>Bases (Citation Databases):</b>	SCIE, SSCI e AHCI
<b>Período (Timespan):</b>	All years, updated 23/10/2010
<b>Data da busca:</b>	25/10/2010
<b>Nº de publicações</b>	36.424

Fonte: Dados extraídos da Web of Science para confecção do quadro acima (2010).

A Figura 9 apresenta a tela de resultado da busca sobre o tema Sustentabilidade na Web of Science, com destaques para: a) Condições de busca incluindo expressão de busca, período e bases de dados utilizados; b) Número de registros recuperados.

Figura 9 – Resultado da busca na base de dados Web of Science para o tema sustentabilidade utilizando a expressão de busca desenvolvida.

The screenshot shows the ISI Web of Knowledge search results page. The search expression is highlighted in a red box: `TS=(sustainability OR "sustainable responsibilit*" OR "sustainable development" OR "sustainable agricultur*" OR "sustainable energy" OR "Environment* sustainable" OR "sustainable water" OR "sustainable forestry" OR "sustainable tourism" OR "sustainable future" OR "sustainable transport*" OR "sustainable societ*" OR "sustainable environment*" OR "energ* sustainable" OR "sustainable responsibilit*")`. The results show 36,424 records. The first three results are listed below:

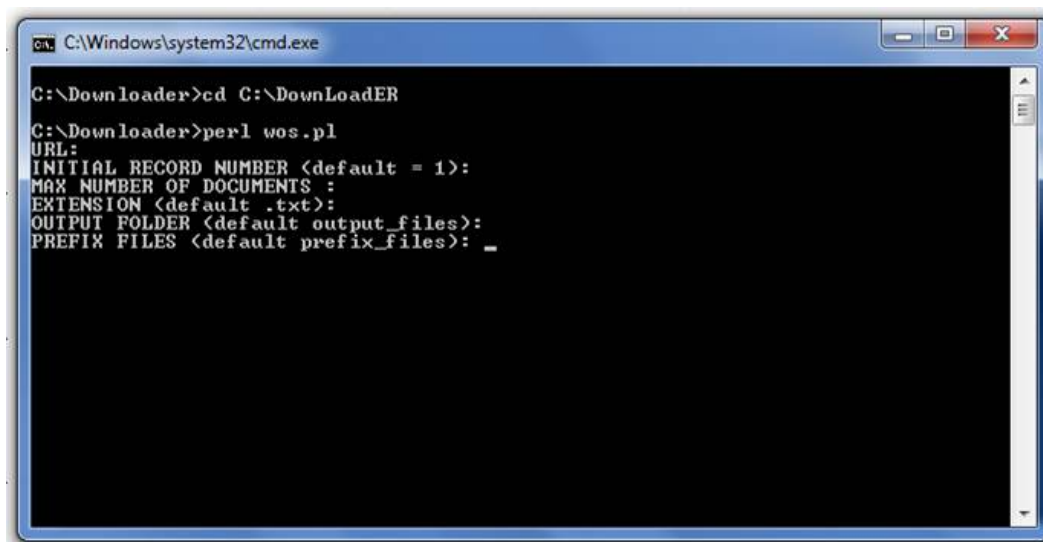
1. Title: Water Allocation as a Planning Tool to Minimise Water Use Conflicts in the Upper Ewaso Ng'iro North Basin, Kenya  
Author(s): Mutiga JK, Mavengano ST, Zhongbo S, et al.  
Source: WATER RESOURCES MANAGEMENT Volume: 24 Issue: 14 Pages: 3939-3959 Published: NOV 2010  
Times Cited: 0  
Full Text
2. Title: Water sector performance under scarcity conditions: a case study of Rajasthan, India  
Author(s): Reddy VR  
Source: WATER POLICY Volume: 12 Issue: 6 Pages: 761-778 Published: 2010  
Times Cited: 0
3. Title: The legal regime of the Mekong River: a look back and some proposals for the way ahead  
Author(s): Daoxian Di

Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

Após o desenvolvimento da expressão de busca e da pesquisa na Web of Science, foi realizado o salvamento das 36.424 publicações. A base de dados *Web of Science* possui a

vantagem de permitir a coleta de informações bibliográficas para, dentre outras finalidades, análises bibliométricas e elaboração de indicadores. Contudo, a base de dados comporta o salvamento de apenas 500 registros bibliográficos por arquivo, sendo necessário, no caso da presente pesquisa, a requisição de 73 arquivos contendo 500 registros cada um para recuperar as 36.424 publicações. Como esse processo de requisição e salvamento na base pode torna-se exaustivo e gerar confusões, foi utilizada uma ferramenta desenvolvida por Milanez (2011), do NIT/Materiais, para o salvamento automatizado a partir da página de resultado de busca na Web of Science. O programa é uma macro desenvolvida em linguagem PEARL que simula um navegador de internet e realiza a recuperação das informações bibliográficas realizando um *loop* no procedimento de requisição e salvamento, alterando apenas o número dos registros na base (por exemplo, “1-500”, “501-1000”, “1001-1500”, e assim sucessivamente), conforme procedimento da base de dados. O programa é gratuito, porém até o momento da realização deste estudo o mesmo só pode ser acessado a partir de um computador do NIT/Materiais. A Figura 10 apresenta a tela do programa, que foi batizado de DownloadER (MILANEZ, 2011)

Figura 10 – tela do programa DownloadER



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Downloader>cd C:\DownLoadER
C:\Downloader>perl wos.pl
URL:
INITIAL RECORD NUMBER <default = 1>:
MAX NUMBER OF DOCUMENTS :
EXTENSION <default .txt>:
OUTPUT FOLDER <default output_files>:
PREFIX FILES <default prefix_files>: _
```

Fonte: MILANEZ (2011)

Foram realizados os seguintes procedimentos para acessar o programa: clicou-se em “iniciar”, “programas”, “acessórios”, “prompt de comando” e digitou-se “C:PERLdownloadii.pl”. Em seguida, na janela aberta, foi colado o endereço da página de resultado da busca na Web of Science (Figura 9), clicou-se em “enter” e na sequência foi apontado o local no computador para salvar o registro. Com esse procedimento, foram salvos



na pasta indicada os 73 arquivos texto contendo 500 registros cada e criado um arquivo texto contendo os 36.424 registros.

Já com os 36.424 registros compilados num só arquivo este passou por um software para pré-tratamento de dados chamado Infotrans, que insere nos registros bibliográficos da Web of Science uma classificação de áreas do conhecimento (que acabou não sendo usada na pesquisa) e posteriormente para o VantagePoint.

O infotrans é um software de reestruturação de dados desenvolvido pela empresa alemã I+K que permite o rearranjo automatizado da estrutura dos dados recuperados em bases de dados eletrônicas. Ele permite a reestruturação de registros recuperados a partir de diversas bases de dados e apresenta vantagens sobre outros softwares de reestruturação de dados, como por exemplo, a capacidade de eliminar registros duplicados (FARIA, 2001).<sup>2</sup>

VantagePoint é uma ferramenta de tratamento de texto para descoberta de conhecimento em resultados de busca em bancos de patentes e literatura. Este software ajuda na compreensão rápida e na navegação através de resultados de pesquisa de grande porte, dando um melhor ponto de perspectiva. A perspectiva dada por VantagePoint permite esclarecer o relacionamento entre os dados e encontrar padrões transformando informação em conhecimento (VANTAGE POINT, 2012).<sup>3</sup>

### 3.2.2 Análise bibliométrica

A análise da produção científica em sustentabilidade foi realizada com base na elaboração de indicadores bibliométricos de produção e colaboração científicas. As análises foram concentradas em três focos de interesse: a sustentabilidade em geral; a contribuição da Ciência dos Materiais para a sustentabilidade e a contribuição do Brasil para a sustentabilidade. As publicações foram analisadas quanto à sua evolução ao longo do tempo, quanto à sua abrangência geográfica em termos de países e estados brasileiros, quanto à sua autoria institucional e quanto à sua temática, considerando áreas do conhecimento e palavras-chave.

Os 36.424 registros bibliográficos coletados sobre sustentabilidade foram importados usando o software VantagePoint que realiza a quantificação das publicações. A Figura 11 apresenta uma tela do software VantagePoint, com os diversos campos disponíveis para análise.

---

<sup>2</sup> Para consultar o Infotrans <http://www.infotrans.lt/EN/index.php>

<sup>3</sup> O software Vantage Point não é gratuito. Para consultar <http://www.thevantagepoint.com/>

Figura 11 – Tela principal do software VantagePoint já com a importação dos dados extraídos da Web of Science.

The screenshot shows the VantagePoint software interface. The main window displays a table with the following data:

Field	Number of Items	% Coverage
22 CLASSES	23	100%
ANO	51	100%
ANO (1)	34	100%
AUTORES	48870	100%
AUTORES (Cleaned)	48113	100%
AUTORES (Cleaned) (Cleaned)	45971	100%
BASE	4	100%
CIDADE	4563	87%
CLASS ORIGINAL	234	99%
CODIGO	24249	100%
DESCRITORES	38602	89%
ESTADO	2	0%
FONTE	3659	100%
FONTE J9	3650	100%
FONTE JI	3619	99%
FONTE MELHORADO	3658	100%
IDENTIFICADORES	23024	63%
INSTITUIÇÃO	11262	87%
INSTITUIÇÃO - DEPTO - CIDADE	29021	100%
ISSN	3639	99%
ISSN (1)	342	99%
ISSN (1) (1)	23	99%
MESO REGIÃO	13	0%
MICRO REGIÃO	23	0%
N Citações Recebidas	210	100%
N Ref Citadas	280	100%
PAIS	458	87%
PAIS (1)	200	87%
PAIS (1) (1)	173	87%
TIPO DE DOCUMENTO	4	100%
TITULO	24175	100%
--Raw Record	24249	100%

The interface also shows a left sidebar with 'TITULO' and '0 Titles, 0 Selected', and a right sidebar with 'Sample K' and '9 Keywords, 0 Selected'.

Fonte: Software VantagePoint, 2010.

Após a importação dos dados, estes passaram por uma etapa de definição do conjunto a ser tratado, uma etapa de padronização de nomes de instituições, países e estados e uma etapa de classificação das publicações por área do conhecimento, antes da elaboração de indicadores.

### 3.2.2.1 Definição do conjunto de dados para análise

Os 36.424 registros bibliográficos recuperados eram relativos a todo o período coberto pela base de dados (de 1945 até o momento da busca) e a todos os tipos de documentos. No entanto, esse conjunto foi adequado para melhorar a qualidade das análises. Uma adequação foi a limitação dos dados ao período de 1974 (ano em que há a primeira publicação sobre sustentabilidade) a 2009. Embora a base tenha publicações desde 1945 para o conjunto de publicações em sustentabilidade recuperados neste trabalho foram encontradas publicações somente a partir de 1974. A limitação ao ano de 2009 ocorreu em função do intervalo que as bases de dados apresentam entre a publicação de artigos e a sua indexação. Outra adequação foi a seleção de apenas 4 tipos de publicação para as análises (artigos, revisões, *letters* e notas), seguindo procedimento adotado em estudos sobre indicadores (FAPESP, 2011; NSF, 2011)

Com as adequações feitas, o conjunto de dados analisado foi definido com 24.249 publicações para o período 1974-2009, e destes um subconjunto de 13.657 publicações para o período 2005-2009 empregado em parte das análises.

### 3.2.2.2 Padronização dos dados para análise

Um dos principais problemas no momento de se criar listas com a ajuda do software é a falta de padronização dos dados em razão de erros de digitação ou outros. O VantagePoint oferece pelo menos dois recursos para a padronização dos dados: o "list cleanup", que encontra expressões (nomes de instituição, palavras-chave e outros) semelhantes e propõe a adoção de uma expressão única; e o uso de tesouros. Neste estudo, foram utilizados tesouros elaborados pelo NIT/Materiais, especialmente para o tratamento de publicações científicas, que permitiram a padronização de nomes de instituições.

Tesouro “é um tipo de vocabulário controlado utilizado por pessoas que compartilham uma mesma linguagem em dada área de conhecimento. É uma ferramenta de controle terminológico que tem por objetivo a padronização da informação” (BRASIL,2010). Mais do que uma lista de sinônimos, o tesouro é um instrumento de controle terminológico em que termos são estruturados e relacionados semântica e hierarquicamente visando facilitar processos de tratamento e recuperação de informações sobre determinada área do conhecimento (JANNUZZI; GRACIOSO, 2002; WIKIPÉDIA, 2011).

Para o VantagePoint, tesouro é um arquivo texto, contendo uma lista de termos organizados em dois níveis hierárquicos. O uso do tesouro é bastante específico: ele é usado para substituir no registro bibliográfico as palavras ou expressões presentes no seu nível hierárquico inferior pelas palavras ou expressões relacionadas e presentes em seu nível hierárquico superior. O Quadro 2 apresenta um trecho do tesouro utilizado, contendo 20 expressões do nível hierárquico inferior (várias formas corretas e incorretas de identificar a Universidade de São Paulo, identificadas pelos caracteres "100 1 ^") relacionadas a uma expressão do nível hierárquico superior (Universidade de São Paulo, identificada pelos caracteres "\*\*\*").

Quadro 2: Estrato do tesauro utilizado para padronização de nomes de instituições

```

**Universidade de São Paulo
100 1 ^eesc$
100 1 ^escola engn sao carlos$
100 1 ^fac chem engn lorena$
100 1 ^fac chen engn lorena$
100 1 ^fac eng quim lorena$
100 1 ^faen quil$
100 1 ^faenouil$
100 1 ^faenquil$
100 1 ^sao carlos engn sch$
100 1 ^sao carlos univ sao paulo$
100 1 ^univ s paulo$
100 1 ^univ san pablo$
100 1 ^univ sao palo$
100 1 ^univ sao paolo$
100 1 ^univ sao paulo$
100 1 ^univ sao paulo fmusp rp$
100 1 ^usp s carlos$
100 1 ^usp sao carlos$
100 1 ^univ sao paulo praca oceanog$
100 1 ^state univ sao paulo usp ribeirao preto$

```

Ao criar uma lista de produção científica por instituições, por exemplo, ocorreu que uma publicação apareceu como pertencente à UFSCar, outra pertencente à Universidade Federal de São Carlos e uma terceira à Federal de São Carlos. Embora todas pertencessem à mesma instituição, o VantagePoint contaria como instituições diferentes caso a padronização não fosse feita. Além das instituições, procedimento de padronização semelhante foi adotado para países e estados brasileiros.

### 3.2.2.3 Classificação das publicações por área do conhecimento

A análise de publicações científicas em áreas do conhecimento é um grande desafio. Uma dificuldade importante são as diferenças culturais de publicação entre áreas de conhecimento diferentes que limitam as possibilidades de comparações consistentes entre áreas do conhecimento. Outra dificuldade é a cobertura das bases de dados de publicações científicas que apresentam vieses para determinadas áreas do conhecimento. Uma terceira dificuldade é classificação das publicações em áreas do conhecimento. Não há um consenso sobre quais são as áreas do conhecimento o que leva diferentes agências de fomento (p.e. CNPq, NSF), produtoras de bases de dados (p.e. Thomson Reuters, Elsevier) e outras organizações e pesquisadores a adotarem diferentes classificações.

A Web of Science apresenta um quadro bastante complexo quanto ao uso de Classificações. Apenas recentemente, após as análises deste estudo estarem concluídas, a base de dados passou a inserir nos registros bibliográficos uma Classificação abrangente, contendo

22 áreas do conhecimento, chamadas Broad Categories. Até então, a Web of Science dispunha de uma classificação mais específica, contendo 247 subáreas do conhecimento, chamadas Subject Areas, não existindo mecanismo de relacionamento entre as 22 categorias e os 247 assuntos. A Web of Science dispõe também de uma lista de periódicos indexados<sup>4</sup>, que associa cada periódico a um tópico, mas neste caso são 173 tópicos e estes não estão relacionados nem aos 247 assuntos e nem às 22 categorias. Um produto derivado da Web of Science, chamado Essential Science Indicators, que contém indicadores de produção científica, apresenta uma lista dos periódicos relacionando-os às mesmas 22 categorias hoje usadas na Web of Science, mas nem todas as revistas da Web of Science estão presentes no Essential Science Indicators<sup>5</sup>.

Nesse contexto, os estudos de indicadores realizados no âmbito do NIT/Materiais, utilizavam um tesauro relacionando as revistas às 22 categorias, elaborado a partir de informações coletadas no Essential Science Indicators. Esse procedimento tinha sucesso relativo, permitindo a realização de estudos mas tendo como vulnerabilidade a não classificação de número significativo de publicações, justamente aquelas presentes na Web of Science e não no Essential Science Indicators. Por exemplo, das 24.249 publicações consideradas neste estudo, aproximadamente 1.000 publicações não eram classificadas.

Neste estudo, foi obtida diretamente da Thomson Reuters uma lista relacionando os 247 assuntos às 22 categorias, conforme ilustrado na tabela 6, o que permitiu a elaboração de um tesauro usado para classificar as 24.249 publicações extraídas da Web of Science nas 22 “broad categories” (áreas do conhecimento) do Essential Science Indicators. Esse procedimento representou dois avanços em relação ao procedimento anteriormente adotado: a) praticamente todas as publicações passaram a ser classificadas. Apenas 52 (0,2%) das publicações não foram classificadas: 31 porque não receberam subject área e 21 porque receberam dois subject area não presentes na lista obtida junto à Thomson Reuters; b) cada publicação passou a poder ser classificada em mais de uma das 22 categorias pois cada publicação pode receber mais de um assunto, sendo cada um deles da mesma ou de diferentes

---

<sup>4</sup> <http://ip-science.thomsonreuters.com/cgi-bin/jrnlst/jlsubcatg.cgi?PC=D>

<sup>5</sup> Dos periódicos indexados na Web of Science somente 50% dos mais citados em cada um dos aspectos como, por exemplo, autores mais citados, instituições mais citadas, países mais citados, etc., são indexados no Essential Science Indicators. Ou seja, não há um único periódico que esteja indexado no Essential Science Indicators que não esteja indexado na Web of Science, porém nem todos os periódicos indexados na Web of Science se encontram no Essential Science Indicators. A lista dos periódicos mais citados da Web of Science troca a cada dois meses e por esta razão a relação de periódicos indexados no Essential Science Indicators se altera com frequência.

categorias. Adicionalmente, alguns assuntos já são pertencentes a mais de uma categoria. A relação completa de correspondência destas áreas encontra-se nos anexos deste trabalho

Tabela 6 – Estrato do quadro de relação entre as áreas do conhecimento das publicações indexadas na Web of Science.

Broad Category	Subject Area
Computer Science	Computer Science, Artificial Intelligence
	Computer Science, Cybernetics
	Computer Science, Hardware & Architecture
	Computer Science, Information Systems
	Computer Science, Interdisciplinary Applications
	Computer Science, Software Engineering
	Computer Science, Theory & Methods
	Imaging Science & Photographic Technology
	Telecommunications
Economics Business	Agricultural Economics & Policy
	Business
	Businesses, Finance
	Economics
	History of Social Sciences
	Industrial Relations & Labor
	Management
	Social Sciences, Mathematical Methods
Engineering	Automation & Control Systems
	Computer Science, Artificial Intelligence
	Computer Science, Cybernetics
	Computer Science, Hardware & Architecture
	Computer Science, Interdisciplinary Applications
	Construction & Building Technology
	Energy & Fuels
	Engineering, Aerospace

Fonte: THOMSON REUTERS, 2010

Como pode-se observar na tabela 6, um assunto (subject area) pode pertencer a mais de uma Categoria (broad category). Na categoria intitulada “Computer Science” há um assunto intitulado “Computer Science, Artificial Intelligence” sendo que o mesmo aparece novamente para a categoria intitulada “Engineering”. Isto ocorre, pois a classificação na Web of Science é feita por periódicos e não por publicação sendo que a maior parte dos periódicos indexados na base são multidisciplinares, ou seja, podem ser classificados em mais de uma área do conhecimento.

No site da Thomson Reuters estas informações não estão muito claras, o que dificulta muito o entendimento e o trabalho de qualquer pesquisador que utilize os registros da Web of Science em sua pesquisa no momento da classificação das publicações. Desta forma, foi necessário recorrermos a uma fonte informal dentro da Thomson Reuters a fim de obter maiores esclarecimentos a este respeito.

O novo procedimento de classificação foi incorporado ao procedimento de análise do NIT/Materiais, mas após a disponibilização das 22 categorias na própria Web of Science, precisa ser reavaliado quanto à sua utilidade, embora seja considerado um avanço metodológico digno de mérito no momento em que foi realizado.

#### 3.2.2.4 Elaboração dos indicadores

A elaboração dos indicadores ocorreu a partir de listas e matrizes geradas no VantagePoint. As listas são contagens unidimensionais das publicações, tomando como base os dados presentes em um campo do registro bibliográfico. Por exemplo, a lista do campo Ano de Publicação contém todos os anos em que houve publicação e quantas publicações ocorreram por ano no conjunto de dados analisados. As matrizes são contagens bidimensionais das publicações, tomando como base os dados presentes em dois campos do registro bibliográfico. As matrizes permitem o cruzamento de dados, sendo possível identificar, por exemplo, quantas publicações cada país teve em cada ano, no conjunto de dados analisados. A Figura 12 apresenta uma matriz de países *versus* Ano de publicação, gerada no VantagePoint.

Figura 12 – Matriz do número de publicações em sustentabilidade indexadas na Web of Science, por país e ano de publicação, criada no software VantagePoint.

Reset		PAIS (1) (1)											
		# Records	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			392	334	273	203	163	138	132	109	976	952	862
ANO (1)		# Records	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999
1	5730	USA	879	782	657	554	413	382	361	307	256	249	232
2	2851	UK	414	365	360	270	215	206	181	166	153	154	123
3	1595	canada	229	207	204	156	147	95	100	64	81	63	64
4	1521	australia	248	253	203	145	97	90	98	56	72	81	67
5	1160	china	267	192	172	119	86	89	67	59	47	25	15
6	1074	germany	209	178	134	68	89	69	79	59	50	40	29
7	957	netherlands	159	116	125	81	79	56	68	69	33	42	49
8	752	france	185	116	85	75	48	43	40	33	25	25	17
9	734	india	119	126	96	57	55	45	52	46	25	32	28
10	670	spain	163	156	97	79	46	33	29	25	8	15	6
11	602	brazil	152	125	84	56	34	36	29	20	16	16	14
12	595	sweden	103	79	62	64	67	32	40	28	27	22	25
13	567	italy	113	114	75	35	34	31	28	31	20	22	25
14	508	japan	105	72	70	49	47	40	28	22	19	21	15
15	500	switzerland	99	80	75	41	34	25	27	24	18	20	18
16	374	turkey	100	77	60	35	20	33	14	15	9	4	4
17	367	south africa	76	56	63	36	21	15	18	19	16	11	12
18	343	new zealand	57	48	44	23	22	18	17	17	16	20	17
19	268	austria	52	51	25	25	8	26	20	12	15	11	6
20	254	mexico	30	40	41	35	16	10	15	7	14	17	12
21	251	denmark	47	36	36	25	23	15	15	10	11	7	12
22	250	belgium	53	36	37	29	26	18	4	13	10	2	6
23	235	norway	50	33	34	24	10	13	15	11	9	9	5

Fonte: Web of Science (elaborado pela autora), 2011.

Outro recurso importante do VantagePoint utilizado neste estudo foi a criação de subconjuntos de dados, conforme a conveniência para a análise. Assim a partir do conjunto de 24.249 publicações, foram elaborados subconjuntos para os anos 2005 a 2009, para a área de conhecimento Ciência dos Materiais e para o Brasil.

As listas e matrizes gerados no VantagePoint foram transferidos para o Excel, onde cada lista ou matriz foi armazenada em um planilha. Para cada planilha foram elaborados gráficos ou tabelas apresentadas na Seção 4 Resultados e Discussão. As Tabelas com os dados relativos aos indicadores gerados podem ser vistas no Apêndice deste trabalho.



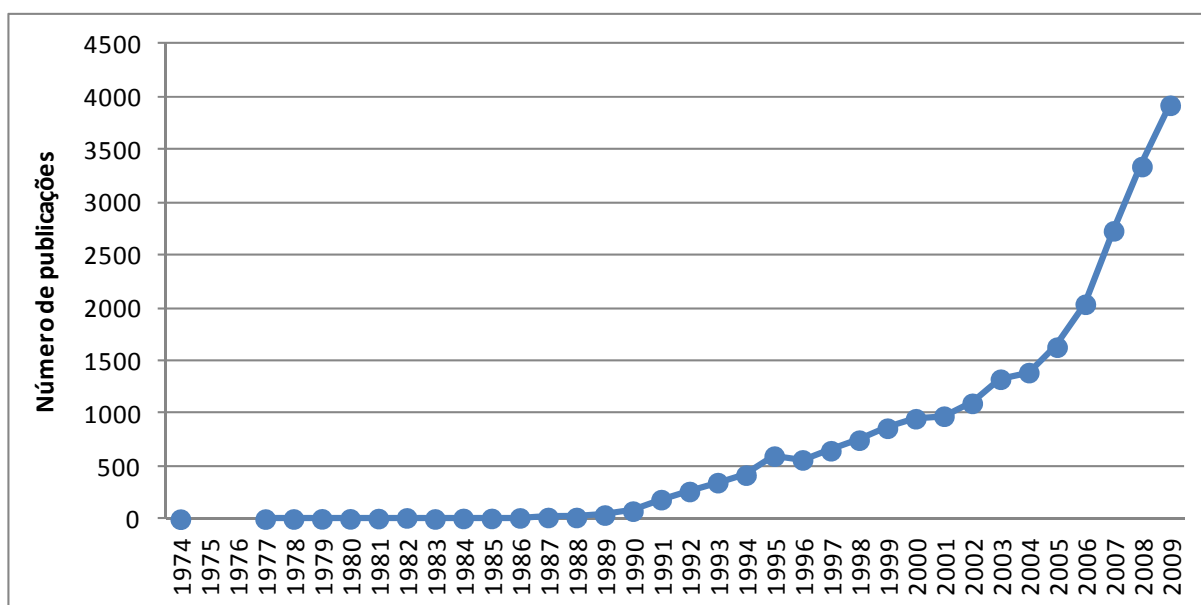
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção científica em sustentabilidade

Foram identificadas 24.249 publicações sobre o tema sustentabilidade até o ano de 2009. A primeira publicação científica identificada neste estudo como associada a sustentabilidade ocorreu no ano de 1974, conforme ilustra a Figura 13. Trata-se do artigo “Price sustainability of location assignments”, de John M. Hartwick, publicado no Journal of Urban Economics. O início das publicações científicas sobre o tema está em harmonia com o início dos debates sobre sustentabilidade, que remontam à “revolução ambiental” do fim dos anos 1960, ocasionada pela tomada de consciência da finitude do nosso planeta e que foram fortalecidos por acidentes como os de Minamata (1972), Seveso (1976), Three Mile Island (1979), Tchernobyl (1986) e outros fizeram a população “acordar” para os perigos dos acidentes nucleares e os inconvenientes das poluições do ar e das águas (SACHS, 2007).

Na figura 13 temos o número de publicações indexadas na Web of Science no tema sustentabilidade (dados disponíveis na tabela A1 dos apêndices).

Figura 13 – Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science – Total mundial, 1974-2009.



Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

O número de publicações anuais permaneceu relativamente baixo por mais de 15 anos e foi só a partir do ano de 1989, quando a produção mais que dobra em relação ao ano

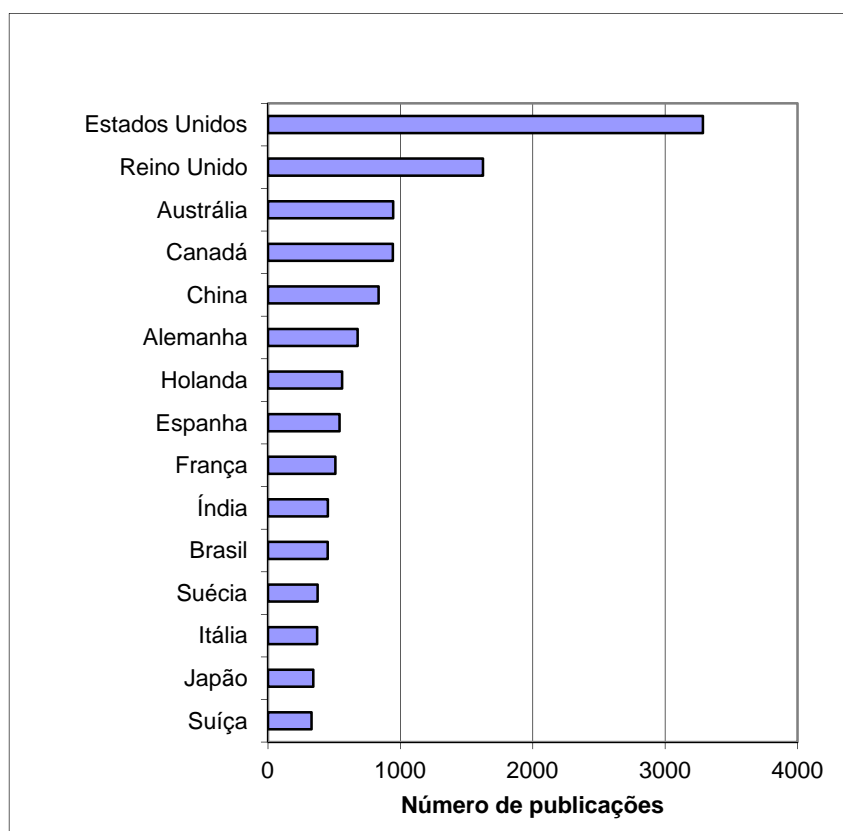
anterior, que iniciou-se uma tendência consistente de crescimento das publicações sobre sustentabilidade. Acredita-se que o crescimento a partir desse ano esteja ligado a um fortalecimento da preocupação com o meio-ambiente. Apenas 3 anos depois, em 1992, realizou-se a Conferência Mundial de 1992 (Rio 92), um marco em termos de inclusão da questão ambiental na pauta das principais preocupações dos governos, empresas e sociedade. Após a Conferência Rio 92, o adjetivo “sustentável” ganhou visibilidade tanto nacional quanto internacionalmente (SACHS, 2007).

A Figura 13 apresenta também uma mudança importante na taxa de crescimento a partir do ano de 2005. Entre 2005 e 2009, a taxa de crescimento média anual foi de 23,2%, contra 10,2% nos cinco anos anteriores, conforme dados presentes na Tabela A1 dos apêndices. Esse fato indica uma atenção crescente ao tema sustentabilidade. A produção científica mundial indexada nas bases SCIE e SSCI teve um crescimento de 22,7% entre 2002 e 2006 (FAPESP, 2011), o que corresponde a um crescimento médio anual de 4,5% no período. Nesse mesmo período, o crescimento das publicações sobre sustentabilidade foi de 16,1% ao ano. Esses números esclarecem que o crescimento de publicações sobre sustentabilidade foi um crescimento real e não devido ao crescimento da própria base de dados que em determinados momentos incorporou mais periódicos à sua cobertura.

O levantamento sobre a contribuição dos países para as publicações em sustentabilidade apontou 173 países com contribuição em ao menos uma publicação no período 2005 a 2009 (Tabela A2 dos apêndices). Esse dado indica que a atenção ao tema sustentabilidade tem hoje alcance global. A preocupação pública com os problemas ambientais iniciada principalmente nos Estados Unidos na década de 1960, expandiu-se na década de 1970 pelo Canadá, Europa ocidental, Japão, Nova Zelândia, Austrália e culmina na década de 1980, quando atinge a América Latina, a Europa oriental, a ex-União Soviética e parte da Ásia (FERREIRA, 1998).

A Figura 14 (dados disponíveis na tabela A2 dos apêndices) apresenta o ranking dos 15 primeiros países com maior número de produção científica no tema estudado, no período de 2005 a 2009. Os Estados Unidos aparecem em primeiro lugar com um total de 5.730 publicações seguido do Reino Unido com 2.851 e Canadá com 1.595. O Brasil está na 11ª posição com um total de 602 registros.

Figura 14 – Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science por países – 2005-2009



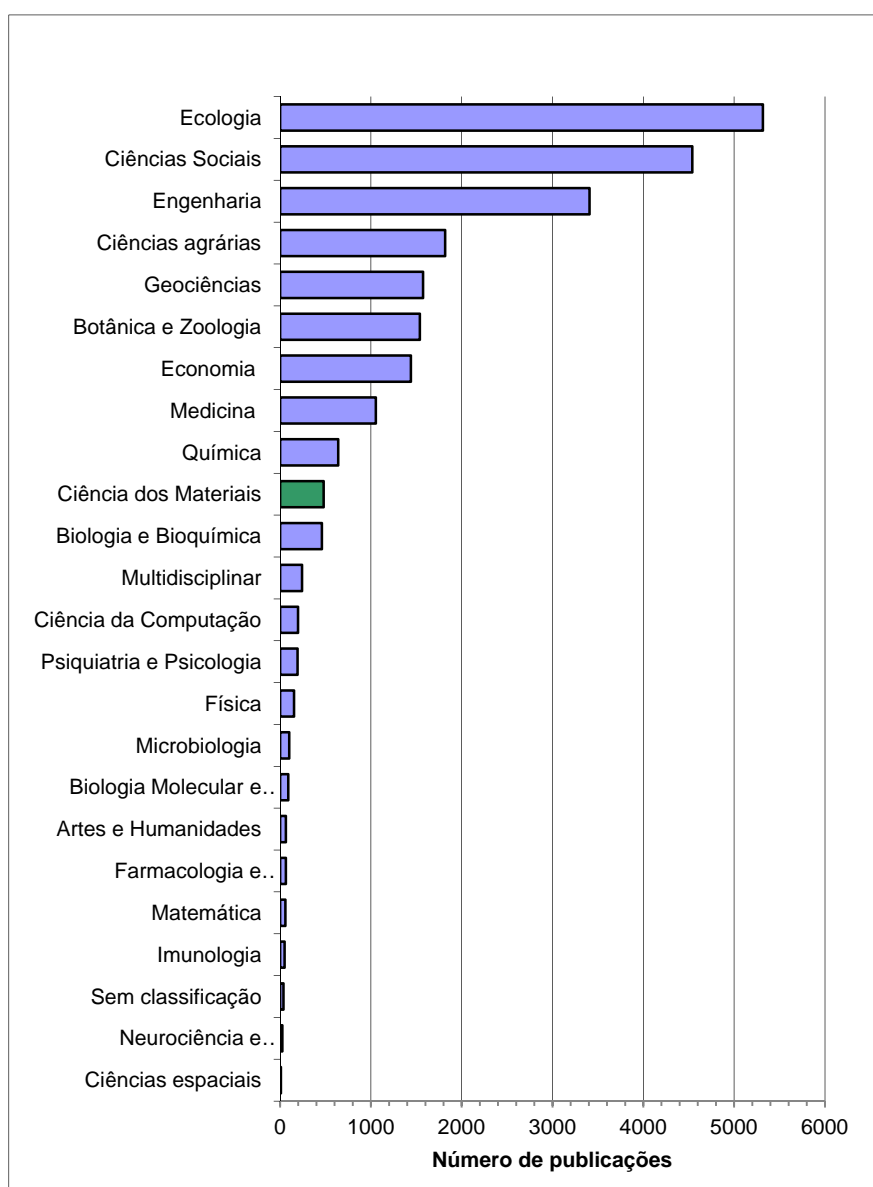
Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010

No geral, os países com maior número de publicações no total mundial segundo estudo conduzido para a FAPESP (FAPESP, 2011), também tem o maior número de publicações no tema sustentabilidade. Este é o caso dos Estados Unidos, do Reino Unido, da Alemanha e da China. Alguns países têm um destaque maior quando o tema é sustentabilidade, como a Austrália (3ª em sustentabilidade e 10ª no geral) e o Canadá (4º em sustentabilidade e 7º no geral), e outros têm um destaque menor em sustentabilidade, como o Japão (14º em sustentabilidade e 2º no geral). O Brasil, que ocupava a 17ª posição geral segundo a FAPESP (FAPESP, 2011) e a 13ª posição geral em 2008 segundo estudos da Thomson Reuters (GUIMARÃES, 2011) em 2010 segundo consulta ao site ScimagoJr (SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK, 2011), está em 11º no tema sustentabilidade, mostrando que a contribuição do país para as pesquisas no tema é mais destacada que a sua contribuição média para a ciência em geral.

O tema de pesquisa sustentabilidade tem uma abrangência multidisciplinar, uma vez que, para as publicações do período 2005 a 2009, há contribuições de todas as 22 áreas do conhecimento adotadas pela Thomson Reuters, conforme ilustra a Figura 15 (dados

disponíveis na tabela A8 dos apêndices). Embora abrangente, a produção científica concentra-se em 3 áreas principais: Ambiente/Ecologia (38,9%); Ciências Sociais (33,2%) e Engenharia (24,9%). É importante notar que, pelo procedimento adotado, cada publicação pode ser classificada em mais de uma área do conhecimento e a soma das contribuições percentuais de cada área do conhecimento excede os 100%. As contribuições importantes das 3 áreas do conhecimento parece ser coerente com a preocupação com a preservação ambiental e suas consequências para a sociedade (Ambiente/Ecologia e Ciências Sociais) e a busca de alternativas e soluções para o aumento da sustentabilidade.

Figura 15 – Número de publicações em sustentabilidade por área do conhecimento indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009



Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

No caso da área de Ciência dos Materiais, um dos objetos de interesse desta pesquisa, esta apresenta a 10<sup>a</sup> maior contribuição para a produção científica em sustentabilidade, com 480 publicações no período 2005 – 2009. O número significativo para este período quando considerado os anos anteriores indica que a sustentabilidade tem sido foco de pesquisas na área e que a sua contribuição merece ser investigada.

## **4.2 A contribuição da Ciência dos Materiais para a pesquisa em Sustentabilidade**

A elaboração e análise de indicadores por área de conhecimento deve ser realizada com cuidado. Três motivos importantes para esse cuidado são os diferentes comportamentos de publicação dos pesquisadores das diversas áreas do conhecimento, incluindo preferência por tipo de publicação (artigos, livros ou outros), tempo para obtenção de resultados publicáveis e grau de colaboração (pesquisadores isolados, grupos pequenos, grupos grandes); as diferentes coberturas das áreas e sub-áreas do conhecimento nas bases de dados e a falta de um consenso sobre como classificar a Ciência em áreas do conhecimento (FAPESP, 2011).

Apesar das dificuldades, enfrentar esse desafio pode trazer novas informações importantes sobre o desenvolvimento das pesquisas em um assunto tão abrangente como a sustentabilidade.

A Ciência dos Materiais ocupa a 10<sup>a</sup> colocação entre as áreas do conhecimento com publicações sobre sustentabilidade no período 2005 – 2009, com 480 publicações. Essa posição é bastante próxima da posição ocupada pela área quando são analisadas as publicações em geral<sup>6</sup>. Esse posicionamento indica que o tema sustentabilidade não recebe um destaque acima da média na área de Ciência dos Materiais.

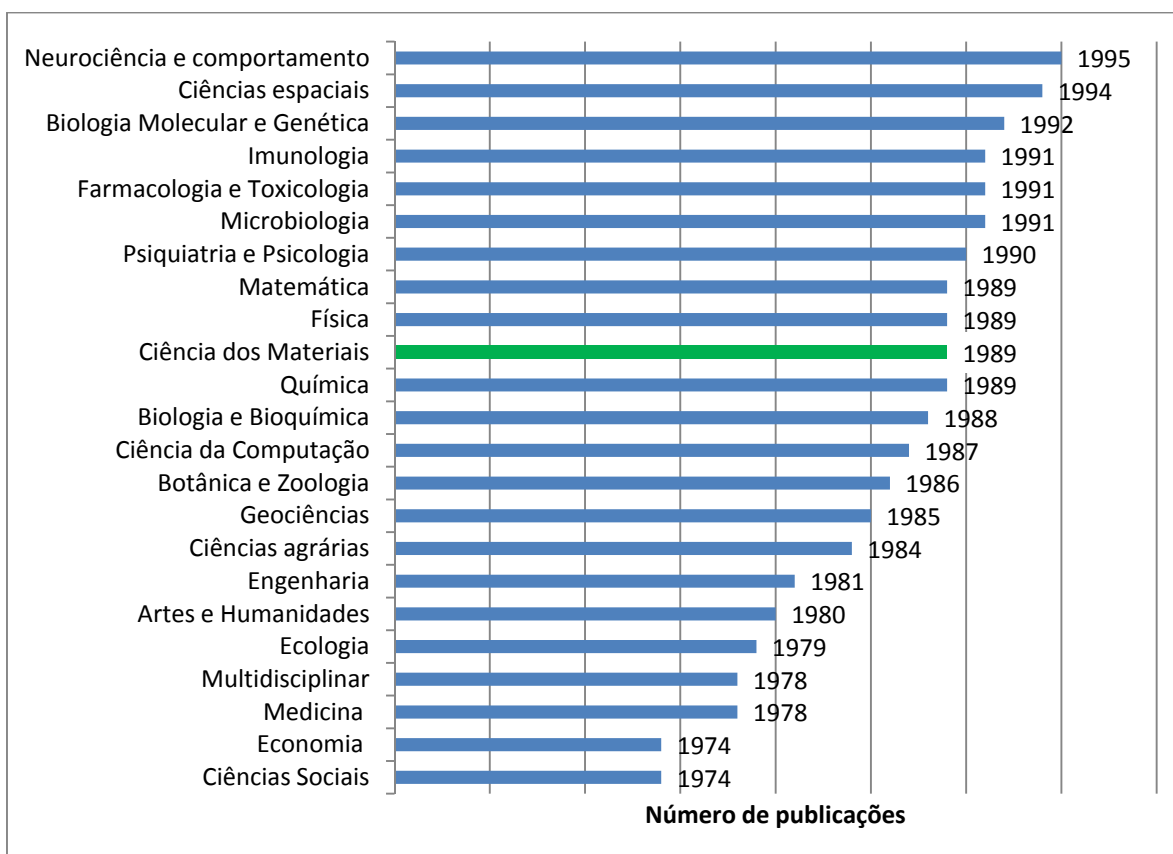
A primeira publicação sobre sustentabilidade na área de Ciência dos Materiais ocorreu em 1989, conforme apresenta a figura 16 (dados da tabela A12 dos apêndices). Desde a primeira publicação sobre sustentabilidade, ocorrida em 1974, nas áreas de Ciências Sociais e Economia, passaram-se 15 anos até a primeira publicação em Ciência dos Materiais. Complementando a Figura 16, a Figura 17 (dados da tabela A13 dos apêndices) apresenta o número de publicações já existentes sobre sustentabilidade por área de conhecimento, até o ano em que ocorreu a primeira publicação sobre o tema na área de Ciência dos Materiais. As

---

<sup>6</sup> É importante destacar que esses números foram obtidos por métodos diferentes. No estudo da FAPESP, cada publicação foi associada a apenas uma área do conhecimento. No estudo atual, cada publicação poderia ser associada a uma ou mais áreas do conhecimento. As bases de dados usadas foram as mesmas.

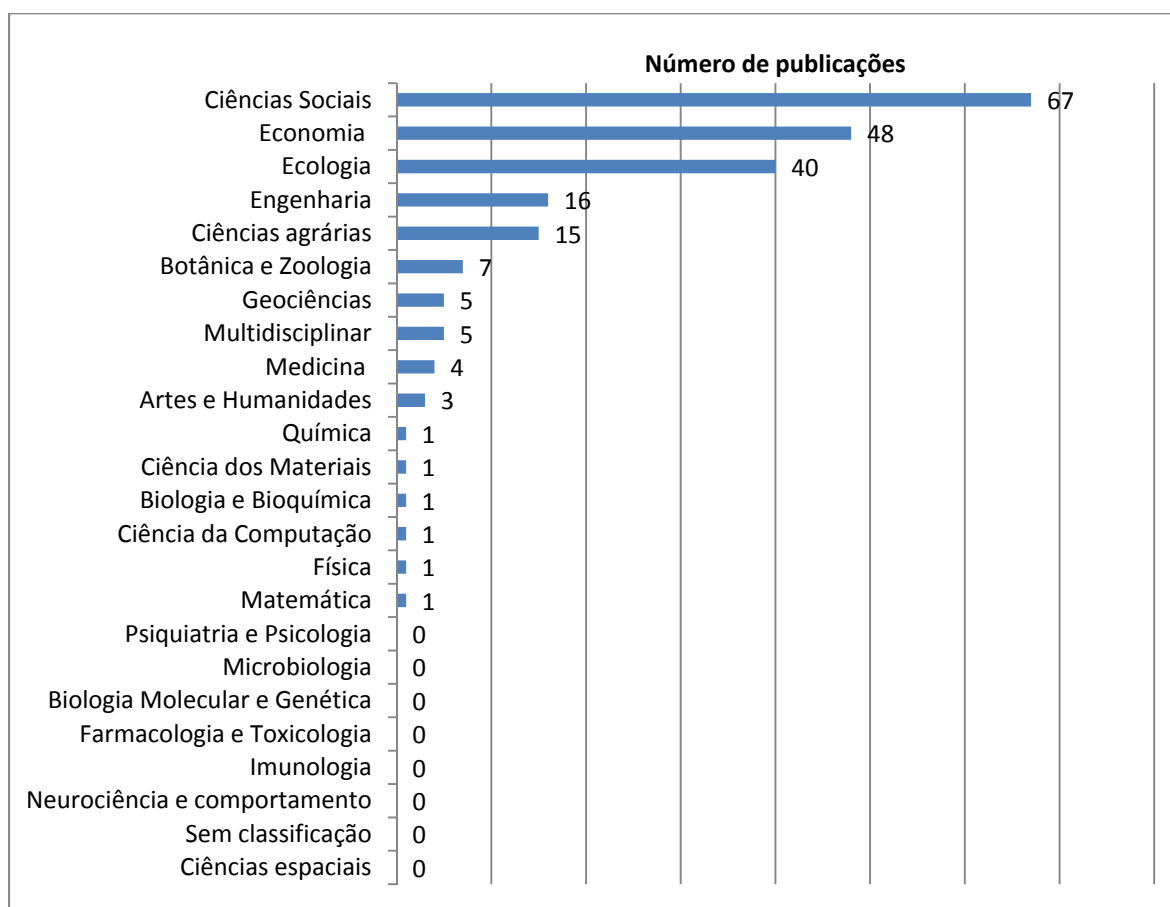
áreas de Ciências Sociais, Economia e Ecologia já possuíam 67, 48 e 40 publicações em 1989. As Figuras 16 e 17 apontam que já existiam 15 anos de pesquisa e debate acadêmico sobre a sustentabilidade se consolidando em outras áreas antes do tema tornar-se relevante para a área de Ciências dos Materiais.

Figura 16 – Ano em que as áreas do conhecimento tiveram sua primeira publicação no tema sustentabilidade.



Fonte: Web of Science, 2011.

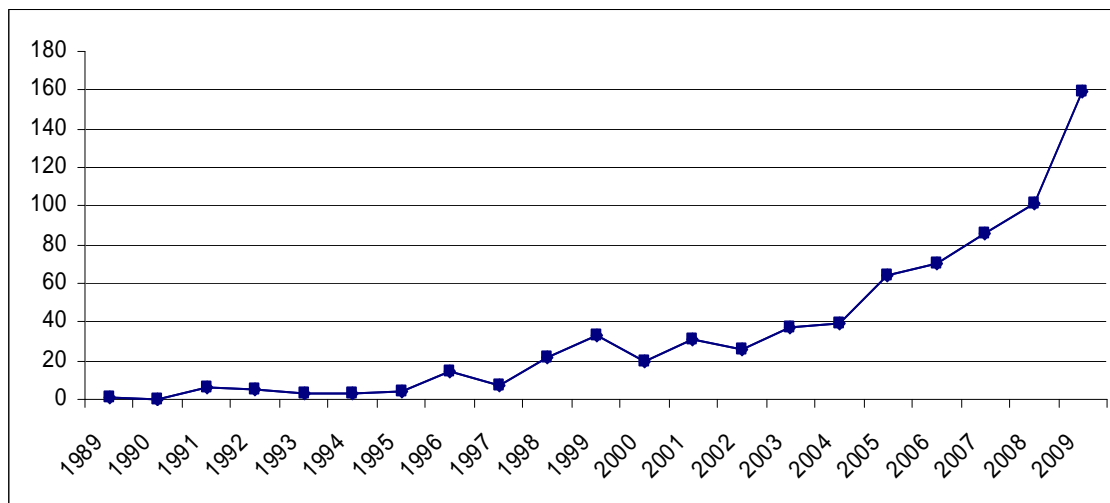
Figura 17 – Número de artigos por área do conhecimento no ano em que a área de Ciência dos Materiais teve sua primeira publicação no tema sustentabilidade – 1989.



Fonte: Web of Science, 2011.

A área de Ciência dos Materiais teve número relativamente pequeno de publicações até 1997, apresentando a partir de então um crescimento moderado até 2004 e a partir de 2005 um crescimento maior, como ilustra a Figura 18 (dados da tabela A9 dos apêndices). Esse comportamento é semelhante ao das publicações sobre sustentabilidade, consideradas todas as áreas juntas (Figura 15). No período de 2005 a 2009, o crescimento médio anual do tema na área de Ciência dos Materiais foi de 34,2%, contra 23,2%, das publicações em todas as áreas, indicando que recentemente as pesquisas sobre o tema na área de Ciência dos Materiais tem despertado interesse crescente e superior à média do tema.

Figura 18 - Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, área de Ciência dos Materiais – 1989-2009



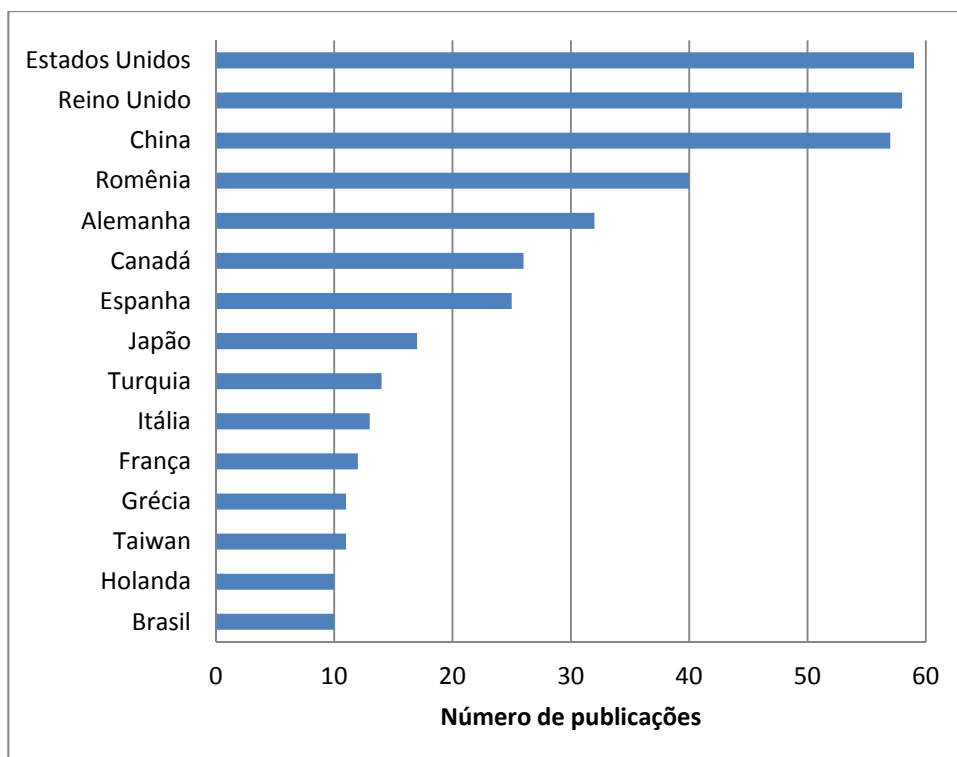
Fonte: Web of Science, 2010.

Pode-se interpretar que áreas do conhecimento ligadas ao meio ambiente e às Ciências Humanas foram as pioneiras em pensar a questão da sustentabilidade enquanto a área de Ciência dos Materiais surge posteriormente com maior participação no desenvolvimento de novas tecnologias no sentido de viabilizar a sustentabilidade.

Apenas aproximadamente 30% (51 em 174) dos países têm publicações sobre sustentabilidade em Ciência dos Materiais como observado na Figura 19 (dados disponíveis na tabela A14 dos apêndices). Há diferenças entre os países que se destacam em Ciência dos Materiais e os que se destacam em sustentabilidade como um todo. Embora em ambas as situações os Estados Unidos sejam o país com maior número de publicações, em Ciência dos Materiais o Reino Unido e a China estão muito mais próximos. As posições de destaque ocupadas por Reino Unido e Romênia podem ser explicadas em parte devido à origem dos periódicos da área. Os dois periódicos da área com maior número de publicações sobre sustentabilidade são do Reino Unido (*Building Research and Information*, *Buildings and Environment*) e o quarto da Romênia (*Metalurgia International*). O Brasil ocupa a 14ª posição, abaixo da 11ª posição ocupada no quadro geral sobre sustentabilidade.



Figura 19 - Publicações sobre sustentabilidade em Ciência dos Materiais por país



Fonte: Web of Science, 2010.

Conhecer as palavras-chave atribuídas às publicações da área de Ciência dos Materiais e relacionadas à sustentabilidade pode ajudar a compreender qual a contribuição dessa área de conhecimento para o aumento da sustentabilidade nas atividades humanas. A Tabela 7 apresenta as 44 palavras-chave que ocorrem 4 vezes ou mais no conjunto de publicações sobre sustentabilidade e da área de Ciência dos Materiais, de um total de 1789 palavras-chave.

Tabela 7: Palavras-chave com 4 ou mais ocorrências no conjunto de publicações sobre sustentabilidade da área de Ciência dos Materiais.

<b>Ordem</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>N° publicações</b>	<b>Destaque</b>
1	Sustainability	64	1
2	sustainable development	64	1
3	Durability	13	2
4	Recycling	12	2
5	building stock	10	3
6	Environment	10	
7	sustainable building	10	1,3
8	public policy	9	
9	environmental assessment	9	
10	Industrialization	7	
11	life cycle assessment	6	2
12	energy efficiency	6	2
13	environmental impact	6	2
14	green building	6	3
15	Concrete	5	4
16	Construction	5	3
17	post-occupancy evaluation	5	
18	Comfort	5	2
19	Housing	5	3
20	compressive strength	5	
21	Biomass	5	4
22	building assessment	5	3
23	environmental sustainability	5	1
24	indoor environment	5	
25	life cycle	5	2
26	regional development	5	
27	Regionalism	5	
28	Time	5	
29	energy consumption	4	2
30	building performance	4	3
31	Buildings	4	3
32	fly ash	4	4
33	Health	4	
34	natural ventilation	4	3
35	adaptive behaviour	4	
36	built environment	4	3
37	environmental policy	4	
38	Indicators	4	
39	mechanical properties	4	
40	capability building	4	3
41	Exergy	4	
42	rammed earth	4	4
43	renewable energy	4	
44	sustainability index	4	1

A análise de conjunto de palavras-chave presentes na tabela 7 é um desafio por serem de uso livre, não originadas de um tesouro, não existindo padronização tão pouco relacionamentos explícitos. No entanto, é possível observar um conjunto de expressões contendo a palavra sustentabilidade e suas derivadas, destacadas com o número 1. A presença dessas expressões é um indício da qualidade da busca realizada, pois espera-se que para uma busca sobre sustentabilidade as palavras-chave mais frequentes sejam sobre sustentabilidade. Também é possível notar um conjunto de expressões, destacadas com o número 2, que parecem apontar para três atributos esperados dos materiais em seu processamento e uso: reciclabilidade (recycling, life cycle assessment, life cycle); durabilidade (durability, mechanical properties) e eficiência energética (energy efficiency, energy consumption). As expressões destacadas com o número 3 ilustram a importância da construção civil, indicando que a contribuição da Ciência dos Materiais para a sustentabilidade ocorre muito mais nesse setor econômico que em outros, como automotivo, aeronáutico, metalúrgico, químico e outros. As expressões destacadas com o número 4 indicam os materiais ou matérias-primas pesquisados tendo em vista a sustentabilidade: concreto, biomassa, cinzas e taipa. A presença de um número menor de expressões ligadas aos materiais e matérias-primas e ainda de baixa frequência de ocorrência nas publicações sobre sustentabilidade pode ter várias explicações: uma hipótese é que as publicações da área de Ciência dos Materiais tratem a sustentabilidade de forma genérica, apontando sua importância, mas sem propor soluções específicas. Uma outra hipótese é que as publicações da área de Ciência dos Materiais tratem a sustentabilidade de forma implícita. Podem estar ocorrendo avanços em materiais e processos que contribuam para a sustentabilidade, não sendo essa ligação entre os avanços e a sustentabilidade explicitada pelo uso de palavras-chave.

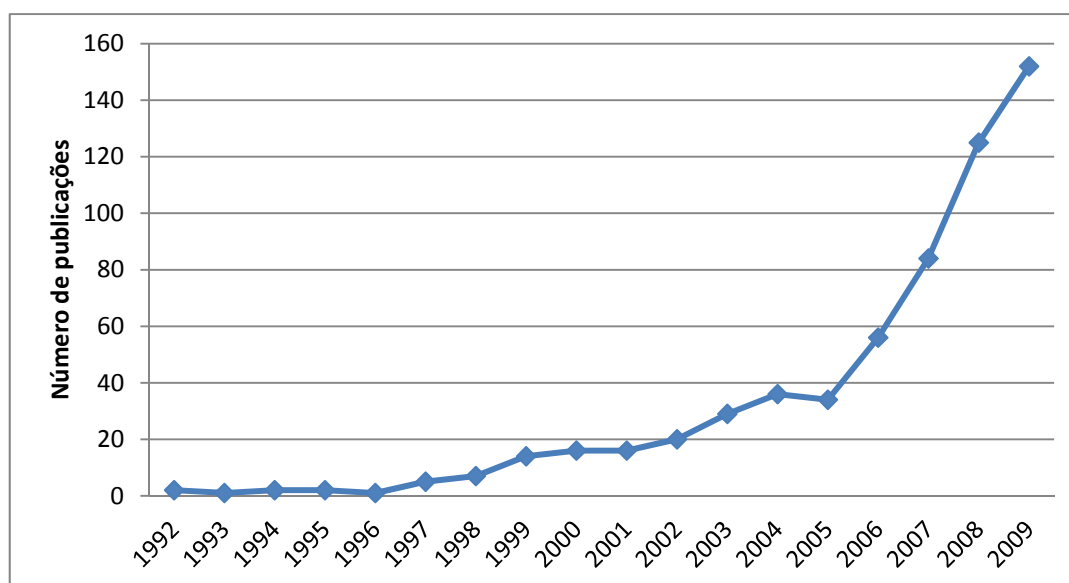
### **4.3 A contribuição do Brasil para a produção científica em sustentabilidade**

O estudo específico sobre as publicações científicas brasileiras é importante para a análise do posicionamento brasileiro em relação aos desenvolvimentos científicos sobre a sustentabilidade. Conforme a Figura 14, com 602 publicações, o Brasil ocupa a 11<sup>a</sup> posição entre os países com publicação em sustentabilidade, acima de sua posição em rankings elaborados considerando toda a produção científica mundial (FAPESP, 2011; GUIMARÃES, 2011).

As primeiras publicações brasileiras sobre sustentabilidade ocorreram em 1992, 18 anos após a primeira publicação sobre o tema, conforme mostra Figura 20 (dados da tabela

A15 dos apêndices). Trata-se do artigo “Can hydroreservoirs in tropical moist forest be made environmentally acceptable”, dos autores Robert Goodland, Anastacio Juras e Rajendra Pachauri, publicado na revista *Energy Policy* e do artigo “Energy, technology, development”, do autor José Goldemberg, publicado na revista *Ambio*. Em 2009, foram registradas 152 publicações brasileiras sobre sustentabilidade, apresentando um forte crescimento principalmente nos anos mais recentes. Entre 2005 e 2009, o crescimento médio anual das publicações brasileiras foi de 69,4%, contra 23,2% para a média de todos os países. Mesmo considerando-se que entre 2007 e 2008 houve inserção de 77 revistas brasileiras na base de dados, o que favorece os números do país (MENEHINI, 2009), o crescimento é bastante expressivo e pode indicar que a sustentabilidade emergiu como um tema de destaque nas pesquisas brasileiras.

Figura 20 – Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, Brasil, 1992-2009.



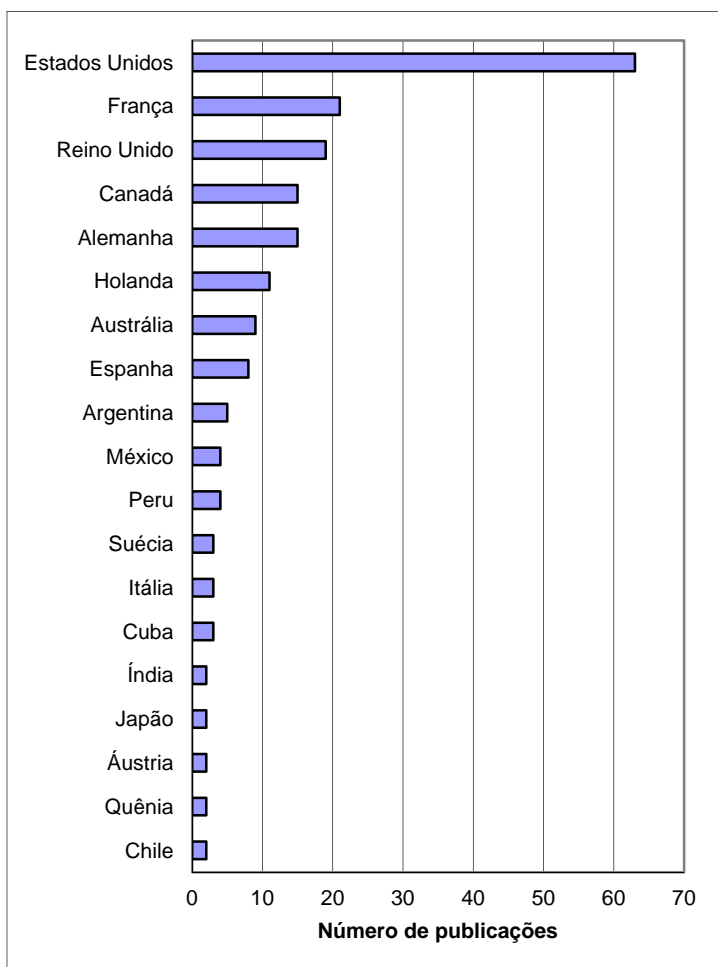
Fonte: Web of Science, 2010.

Parte significativa das publicações brasileiras ocorreu em colaboração com outros países. Das 602 publicações no período, 217 (36%) ocorreram em colaboração com ao menos um pesquisador de outro país como podemos observar na Figura 21 (dados disponíveis na tabela A3 dos apêndices). Esse nível de colaboração internacional é superior ao valor encontrado em outros estudos sobre a produção científica brasileira que apontou o nível de colaboração internacional brasileira em 30% de suas publicações em 2006 (FAPESP, 2011) e de 28% em 2008 (Cruz, 2011). Os pesquisadores brasileiros atuantes em sustentabilidade tem-

se mostrado mais propensos à colaboração internacional que a média nacional, o que tem sido incentivado pelas Agências de Fomento brasileiras, que consideram essa característica importante para ampliar a visibilidade da ciência produzida no país (MENEZHINI, 2009; RIGHETTI, 2011). Os principais parceiros do Brasil em sustentabilidade, conforme ilustra a Figura 21, são os Estados Unidos, a França e o Reino Unido. Esse quadro está com o quadro geral da colaboração científica brasileira apresentado por Fapesp (2011). A posição dos Estados Unidos como principal colaborador do Brasil também pode ser devido ao perfil de colaboração dos países parceiros. Países como a França e Reino Unido possuem maior colaboração em publicações com outros países em temas mais tradicionais e disciplinares enquanto os temas de “ponta”, mais recentes e interdisciplinares, ficam por conta dos Estados Unidos como é o caso do tema sustentabilidade (WHITLEY, 2006).

É importante a pesquisa científica e tecnológica em colaboração, a busca de maior especialização, de oportunidades de financiamentos, de capacidade de negociação de projetos internacionais, além do interesse em parcerias que favoreçam a publicação em periódicos de maior projeção internacional. A Europa é um exemplo onde a cooperação internacional aumentou relevantemente, com favorecimento do crescimento da produção e da citação. A colaboração internacional do Brasil é modesta e decrescente e deveria seguir o exemplo da Europa com o aumento de sua inserção em redes colaborativas de interesse e maior destinação de recursos para bolsas de doutorado no exterior (KATZ; MARTIN, 1997; MARQUES; ZORZETTO, 2008 apud FAPESP, 2011).

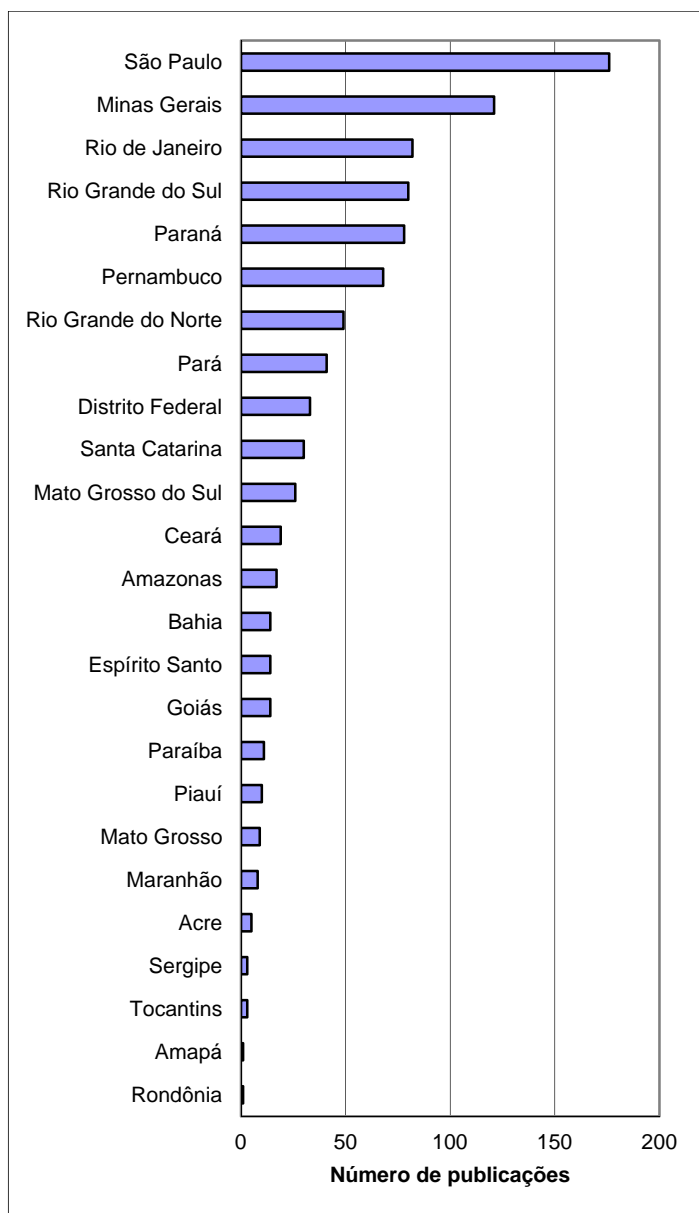
Figura 21 – Número de publicações brasileiras em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science em colaboração com outros países – 2005-2009



Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

A produção científica brasileira em sustentabilidade encontra-se bem distribuída pelo território nacional, com apenas 2 unidades da Federação (Alagoas e Roraima) não tendo nenhuma publicação sobre o assunto. Conforme ilustra a Figura 22 (dados da tabela A5 dos apêndices), São Paulo é o estado com maior número de publicações (176), seguido por Minas Gerais e Rio de Janeiro. Merece destaque a pequena contribuição de São Paulo para a publicação nacional em sustentabilidade (29%) quando comparada com a contribuição para o total de publicações brasileiras, de cerca de 50% segundo FAPESP (2011). Também é importante destacar o Estado de Minas Gerais como o segundo maior em número de publicações no tema, à frente do Rio de Janeiro.

Figura 22 – Número de publicações em sustentabilidade por Estados brasileiros indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009



Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

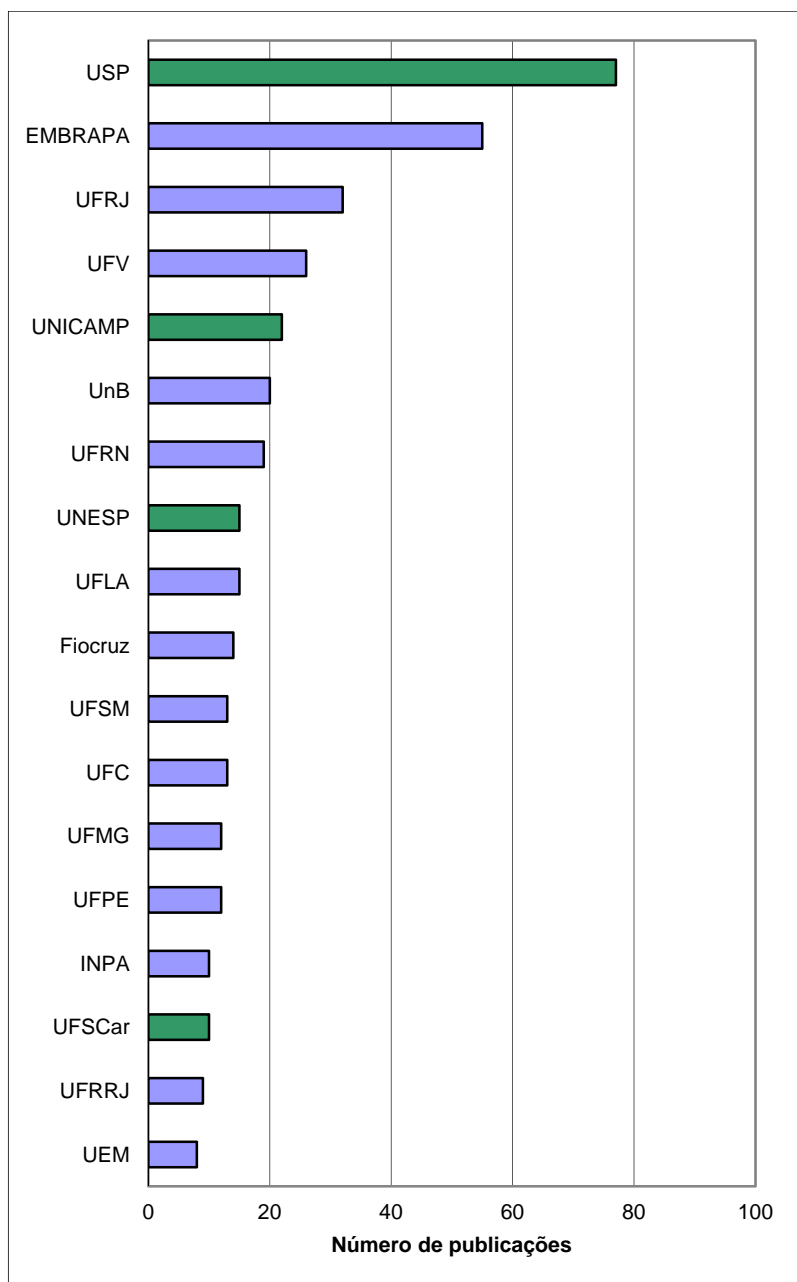
A região sudeste já é conhecida pelo maior número de produção científica no universo de toda a produção científica brasileira e isto não é diferente para o tema sustentabilidade. O Estado de São Paulo concentra o maior número de grupos de pesquisa em relação aos demais Estados e as Universidades no Estado também cresceram muito nos últimos anos. De acordo com dados do censo referente a 2010 elaborado pelo CNPq a região sudeste é a região com maior concentração de grupos de pesquisa totalizando 12.877 sendo que destes somente o Estado de São Paulo conta com 6.359 grupos de pesquisa (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2010).

No estudo do *Royal Society* a capital paulista ganha destaque pelo salto no ranking das cidades que mais produzem artigos científicos no mundo. Desde 1996, São Paulo subiu do 38º lugar para a 17ª posição na lista. O relatório atribui a rápida ascensão, principalmente, ao envolvimento da Fapesp, que conforme prevê a constituição estadual recebe 1% da receita tributária (MÜZZEL, 2011).

Na figura 23 (dados da tabela A7 dos apêndices) é apresentada a produção científica por instituições brasileiras com destaque para as universidades e institutos do Estado de São Paulo. A primeira posição da USP não surpreende em função de sua elevada contribuição para o total das publicações nacionais (FAPESP, 2011). De acordo com um ranking produzido pelo Times Higher Education, do Reino Unido, que é referência em ensino superior, a USP ocupa a 178ª posição entre as 200 melhores universidades do mundo sendo a única universidade da América Latina entre as 200 primeiras da lista (MARINHEIRO, 2011). Chama a atenção a presença de instituições tradicionalmente ligadas às Ciências Agrárias, como a EMBRAPA, a Universidade Federal de Lavras e a Universidade Federal de Viçosa, ocupando posição de destaque na Figura.



Figura 23 – Número de publicações em sustentabilidade por instituições de pesquisa brasileiras indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009



Fonte: WEB OF SCIENCE, 2010.

Sobre os desenvolvimentos em Ciência dos Materiais ligados à sustentabilidade, o Brasil ocupa a 14ª posição, com 10 publicações. Esse número foi considerado muito pequeno para a realização de detalhamentos com resultados significativos sobre a evolução temporal e distribuição por assunto (via palavras-chave) e instituição das publicações nacionais.

## 5 CONCLUSÃO

A sustentabilidade é um assunto que tem despertado grande interesse da sociedade, cada vez mais atenta à necessidade de garantir que o desenvolvimento no presente não comprometa a capacidade das gerações futuras atenderem às suas. As discussões sobre sustentabilidade se iniciaram no fim da década de 1960 e se intensificaram a partir da década de 1980, influenciados por vários fatores, entre eles a ocorrência de desastres de grande impacto ambiental e que suscitaram debates inclusive sobre o comprometimento da sobrevivência da espécie humana e do planeta. Neste contexto, o presente trabalho analisou a produção científica em sustentabilidade utilizando-se da análise bibliométrica para a elaboração de panorama da produção científica internacional no tema, com ênfase na contribuição da Ciência dos Materiais e do Brasil, chegando às seguintes conclusões:

- Sobre a produção científica em sustentabilidade

O volume de produção científica no tema tratado é pequeno. Apesar disto a produção científica em sustentabilidade tem apresentado taxa de crescimento cada vez maior e superior ao crescimento da base de dados que representa a produção científica mundial. No período de 2005 a 2009, a produção científica em sustentabilidade apresentou uma taxa de crescimento média anual foi de 23,2%, contra 10,2% nos cinco anos anteriores, mostrando que ao longo do tempo a produção científica tem crescido cada vez mais rapidamente. Após a Conferência Mundial de 1992 (Rio 92) o tema ganhou mais visibilidade o que pode explicar em parte o aumento das publicações. Quando comparada com a média mundial, as publicações no tema também cresceram mais rápido. Entre 2002 e 2006, a taxa de crescimento médio anual das publicações sobre sustentabilidade foi de 16,1%, enquanto que a produção científica mundial cresceu a uma taxa média anual de 4,5%. Há, portanto, um crescimento real das publicações sobre sustentabilidade, não sendo um efeito da expansão da base de dados. O motivo principal para o crescimento das pesquisas sobre sustentabilidade parece ser o aumento do interesse da sociedade sobre o tema.

A produção científica em sustentabilidade tem alcance global, com 173 países gerando publicações sobre o tema. Esse resultado também está em sintonia com o crescente interesse da sociedade sobre o tema.

Quando se trata de analisar a evolução do crescimento das pesquisas em sustentabilidade por distribuição geográfica observar-se que os países com maior produção científica no tema são os que tem maior produção científica em geral, como é o caso dos Estados Unidos, do Reino Unido e da China. Outros países tem desempenho superior no tema sustentabilidade, como Canadá e Austrália, e outros tem desempenho inferior, como o Japão. Não foi encontrada uma explicação para esse resultado, mas é possível que haja correlação com o nível de pressão da sociedade desses países em prol da sustentabilidade. Sabe-se, por exemplo, que o Japão é bastante reticente em adotar medidas para redução de emissões de gases poluentes.

O Brasil ocupa a 11<sup>a</sup> posição no ranking de produção científica em sustentabilidade por país, o que mostra um destaque do país para esse tema, uma vez que na produção científica em geral o país fica entre 13<sup>o</sup> e 17<sup>o</sup> no ranking, segundo diversos estudos. O tema sustentabilidade tem alcançado grande importância na sociedade brasileira e o país tem papel ativo em diversos focos de interesse para o tema, como por exemplo a preservação da Amazônia e a produção de biocombustíveis. O aumento da produção científica brasileira no total mundial pode estar diretamente relacionada ao crescimento dos programas de pós-graduação no país que à medida em que forma novos pesquisadores estes contribuem para o aumento das publicações científicas brasileiras.

O tema de pesquisa sustentabilidade tem uma abrangência multidisciplinar, com contribuições de todas as 22 áreas do conhecimento. Apesar de abrangente, a produção científica concentra-se em 3 áreas principais: Ambiente/Ecologia (38,9%); Ciências Sociais (33,2%) e Engenharia (24,9%). As contribuições importantes das 3 áreas do conhecimento parece ser coerente com a preocupação com a preservação ambiental e suas consequências para a sociedade (Ambiente/Ecologia e Ciências Sociais) e a busca de alternativas e soluções para o aumento da sustentabilidade (Engenharia).

- Sobre a contribuição da Ciência dos Materiais para a produção científica em sustentabilidade

A Ciência dos Materiais apresentou a 10<sup>a</sup> maior contribuição para a produção científica em sustentabilidade. Esperava-se maior contribuição da área para as pesquisas em sustentabilidade. Ainda assim, com 480 publicações no período 2005–2009, a produção científica é significativa e indica que a sustentabilidade tem sido foco de pesquisas na área e que a sua contribuição merece ser investigada.

As pesquisas sobre sustentabilidade na área de Ciência dos Materiais iniciaram-se com atraso em relação a outras áreas. A primeira publicação sobre sustentabilidade na área de Ciência dos Materiais aconteceu em 1989, quinze anos após a primeira publicação em sustentabilidade. Quando ocorreu a primeira publicação em Ciência dos Materiais outras áreas já apresentavam volume expressivo de publicações, por exemplo, Ciências Sociais com 67 e Ecologia com 48. Esses dados indicam que primeiro o tema amadureceu em outras áreas para só então despertar o interesse da Ciência dos Materiais. Apesar do atraso inicial, atualmente as pesquisas na área crescem mais do que no tema em geral, a uma taxa média anual de 34,2%, contra 23,2%.

Não foram possíveis resultados mais contundentes sobre os assuntos pesquisados sobre sustentabilidade na área de Ciência dos Materiais devido ao uso de palavras-chave livres para a descrição dos assuntos das publicações. Há indícios de preocupação com aspectos de construção civil, com atributos esperados dos materiais como durabilidade, reciclabilidade e eficiência energética, e pouca atenção aos materiais em si, destacando-se o concreto, a biomassa, as cinzas e a taipa. Merece destaque a importância da construção civil em relação a outros setores não listados, como automotivo, aeronáutico, metalúrgico, químico e outros. No entanto, esse fato pode ser devido ao relacionamento estabelecido pela Thomson Reuters entre o subject "Construction & Building Technology" e a área de Ciência dos Materiais que pode ser questionado.

- Sobre a contribuição do Brasil para a produção científica em sustentabilidade

O Brasil tem contribuição relativamente pequena para as publicações sobre sustentabilidade, mas crescendo a taxas muito mais elevadas que a média dos demais países. A taxa de crescimento médio anual entre 2005 e 2009 foi de 69,4% contra 23,2% da média dos países.

Uma característica da produção científica nacional em sustentabilidade é sua distribuição geográfica mais homogênea que a média das publicações nacionais. Os Estados brasileiros com maior número de publicações são São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Paraná, basicamente os mesmos que tem maior produção científica no geral. No entanto, a concentração é menor no Estado de São Paulo, que tem 29% das publicações em sustentabilidade, enquanto que no geral sua contribuição fica em torno de 50%. No entanto, deve ser destacado que a produção científica do Estado de São Paulo cresce

em ritmo mais rápido que a média dos demais estados (1020% *versus* 850%) no período 2000–2009.

Já na produção científica no tema sustentabilidade pelas instituições brasileiras merecem destaque a USP, Embrapa, UFRJ, UFV e Unicamp como as instituições com maior produção científica no tema. A USP por sua vez integra o ranking produzido pelo Times Higher Education, um dos mais conceituados considerado referência em ensino superior no Reino Unido, estando entre as 200 melhores universidades do mundo. Entre as melhores universidades da América Latina a USP lidera a classificação ficando em 1º lugar no ranking da QS, uma organização internacional de pesquisa educacional responsável por elaborar esses indicadores.

A Unicamp também teve um ótimo desempenho ocupando o 3º lugar deste mesmo ranking e a UnB que na classificação por produção científica em sustentabilidade está em 6ª posição ocupa a 10ª posição entre as melhores da América Latina de acordo com o QS. Já a UFMG que na produção científica pelo tema estudado aparece em 13ª colocação ocupa a 10ª posição no QS.

O excelente desempenho da USP e Unicamp pode resultar de ambas terem um financiamento muito bom para pesquisas recebendo parte do ICMS arrecadado pelo Estado, contanto com recursos das agências federais e com o apoio da Fapesp. Merecem destaque também a Embrapa, a UFLA e a UFV, instituições notadamente associadas às Ciências Agrárias, área em que há grande interesse pelo desenvolvimento sustentável.

- Sobre a metodologia de classificação das publicações por área do conhecimento

Foi desenvolvido um novo procedimento para a classificação das publicações indexadas na Web of Science por área do conhecimento. Esse procedimento representou dois avanços em relação ao procedimento anteriormente adotado: a) praticamente todas as publicações passaram a ser classificadas. Apenas 0,2% das publicações não foram classificadas, aparentemente por falhas da indexação pela Thomson Reuters. Pelo número bastante baixo essas "não-classificações" podem ser considerados exceções e tem pouca interferência sobre as análises; b) cada publicação passou a poder ser classificada em mais de uma das 22 categorias pois cada publicação pode receber mais de um assunto, sendo cada um deles da mesma ou de diferentes categorias. Adicionalmente, alguns assuntos já são pertencentes a mais de uma categoria. O novo procedimento foi incorporado à rotina de análises do NIT/Materiais. Após o desenvolvimento do procedimento, no início de 2012, a

Thomson Reuters incorporou a classificação por áreas de conhecimento a seus registros bibliográficos, sendo agora necessária uma avaliação sobre a necessidade de manutenção do procedimento de classificação desenvolvido.

O estudo procurou traçar um panorama geral da produção científica sobre sustentabilidade, com destaque para a área de Ciência dos Materiais e para a contribuição do Brasil. Ele apontou a importância da sustentabilidade enquanto tema de pesquisa; a tardia e relativamente pequena, mas crescente, contribuição da área de Ciência dos Materiais para os estudos sobre sustentabilidade e a crescente contribuição do Brasil para os estudos no tema. Apontou também uma nova opção metodológica para a classificação por área de conhecimento das publicações coletadas na Web of Science.

Estudos futuros podem apontar para a necessidade de se comparar os resultados obtidos na Web of Science com outras bases de dados pertinentes para a área de Ciência dos Materiais, como Compendex e Materials Research Database, e até mesmo com bases de patentes. Comparações entre as publicações científicas e/ou patentes dos prêmios e inovações citados no referencial teórico deste trabalho com as análises produzidas também são sugeridas em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. **O que são edifícios verdes?**. nov. 2008. Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/residencia-sustentavel/edificios-verdes/>>. Acesso em: 09 ago. 2011.

ABREU, C. **Sustentabilidade Industrial: aplicando sustentabilidade na indústria**. abr. 2010. Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/sustentabilidade-industrial-aplicando-sustentabilidade-industria/>>. Acesso em: 09 ago. 2011.

ACCOUNTABILTY. **About us**. Disponível em: <<http://www.accountability.org/about-us/index.html>>. Acesso em: 10 set. 2011.

AGENDA 21. **Agenda 21 brasileira: ações prioritárias**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21, 2004. 158 p. Disponível em: <<http://www.portaldeaccessibilidade.rs.gov.br/uploads/1241616330Agendax21xAcoesxPrioritarias.doc>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

ALVARADO, R. U. A lei de lotka: o modelo lagrangiano de poisson aplicado à produtividade de autores. **Perspectiva em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 188-207, jul./dez. 2003. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/viewFile/368/187>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

BARONI, M. Ambiguidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, 32(2), abr./jun. 1992. p. 14-24.

BATISTA, G. **Sustentabilidade Urbana: o meio ambiente agradece**. mai. 2011. Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/sociedade/sustentabilidade-urbana-o-meio-ambiente-agradece/>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

BATTERHAM, R. J. Sustainability: the next chapter. **Chemical Engineering Science**, v. 61, n. 13, p. 4188-4193, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009250905007876>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

BOCCATO, V. R. C. **Planejamento da pesquisa: o projeto como estratégia de construção do conhecimento científico**. São Carlos: Departamento de Ciência da Informação, 2007. 80 f. Notas de aula. Apresentação em Power Point.

BOSCHI, A. O. Breve introdução aos materiais cerâmicos. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 51.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Indicadores nacionais de Ciência e Tecnologia**. Nota Geral: Produção Científica, 2006. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2078.html>. Acesso em: 4 jan. 2008.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Tesouro**. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/pesquisarVocabularioJuridico.asp>. Acesso em: 15 dez. 2010.

CALLISTER JR., W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma introdução. Tradução de Sérgio Murilo Stanile Soares. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

CALLON, M.; COURTIAL, J.P.; PENAN, H. **La scientométrie**. Paris: Presses Universitaires de France, 1993. (Coleção Que sais-je?).

CAMARGO CORREA. **Relatório de sustentabilidade** 2010. Disponível em: [http://rao2010.camargocorrea.com.br/utl/pdf/camargo\\_correa-ra\\_2010.pdf](http://rao2010.camargocorrea.com.br/utl/pdf/camargo_correa-ra_2010.pdf). Acesso em: 20 out. 2011.

CANEVAROLO JR., S. V. Polímeros. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 64-75.

CARVALHO, H. **Sustentabilidade social**: por que ela é importante?. Disponível em: <http://www.atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/sustentabilidade-social/>. Acesso em: 09 ago. 2011.

CASTRO, F. Computação, materiais e sustentabilidade. **Revista Fapesp**, set. 2011. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/14422#.Tl-AF7110gE.email>. Acesso em: 15 out. 2011.

COHEN, M. **Os materiais em nosso cotidiano**. set. 1979. Disponível em: <http://pgmtat.br.tripod.com/materiais.htm>. Acesso em: 17 jun. 2011.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **Quem somos**. Disponível em: <http://www.cebds.org.br/cebds/cebds-quem-somos.asp>. Acesso em 05 set. 2011.



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPQ. **Plano Tabular:** diretório de grupos de pesquisa no Brasil. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/planotabular/>>. Acesso em 21 nov. 2011.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES. **Periódicos Capes.** Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 05 jun. 2011.

COSTA, G. Falta eficiência no uso dos recursos naturais na América Latina. **Revista Exame**, set. 2011. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/falta-eficiencia-no-uso-dos-recursos-naturais-na-america-latina>>. Acesso em: 29 set. 2011.

COURTIAL, J. P. **Introduction à la scientométrie:** de la bibliométrie à la veille technologique. Paris: Anthropos, 1990.

CRUZ, C. H. B. Desafios e estratégias para a cooperação internacional em pesquisa no Brasil e as FAPs. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=67&id=852>>. Acesso em: 28 set. 2011.

ELSEVIER. **Compendex.** Disponível em: <<http://www.ei.org/compendex>>. Acesso em: 11 set. 2009.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – ESALQ/USP. **Índice h.** Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/biblioteca/PDF/indiceH\\_ISI.pdf](http://www.esalq.usp.br/biblioteca/PDF/indiceH_ISI.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2011.

ETHOS. **Instituto Ethos.** Disponível em: <[http://www1.ethos.org.br/EthosWeb/pt/31/o\\_instituto\\_ethos/o\\_instituto\\_ethos.aspx](http://www1.ethos.org.br/EthosWeb/pt/31/o_instituto_ethos/o_instituto_ethos.aspx)>. Acesso em: 05 set. 2011.

FARIA, L.I.L.; GREGOLIN, J.A.R.; HOFFMANN, W.A.M. Análise da produção científica da UFSCar a partir de indicadores bibliométricos. In: ROCHA FILHO, R. C.; KIMINAMI, C. S.; PEZZO, M. R. (Org.). **30 anos de Pós Graduação na UFSCar:** multiplicando conhecimento. São Carlos: EdUFSCar, 2007. v. 1, p. 207-219.

FARIA, L. I. L.; et al. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: BRENTANI, R. et al. (Org.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2010.** São Paulo, 2011. v. 1, p. 1-71.

FARIA, L. I. L. **Prospecção tecnológica em materiais**: aumento da eficiência do tratamento bibliométrico - aplicação na análise de tratamentos de superfície resistentes ao desgaste. 2001. 187 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) -Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

FERREIRA, L. C. **A questão ambiental**: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil. São Paulo: Boitempo, 1998.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Tradução de Marise Manoel. Campinas: Editora da UNICAMP; São Paulo: Imprensa Oficial, 2001.

FUJINO, A. **Serviços de informação tecnológica para empresa industrial**: subsídios para planejamento a partir de estudo de usuários. 1993. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – FBDS. **Quem somos**. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br>>. Acesso em 05 set. 2011.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2004**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/2060>>. Acesso em: 14 de ago. 2011.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2010**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://fapesp.br/6479>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA – UNICEF. **A ONU no Brasil**. 2011. Disponível em: <[http://www.unicef.org/brazil/pt/onubrasil\\_livreto.pdf](http://www.unicef.org/brazil/pt/onubrasil_livreto.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2011.

GLOBAL REPORTING INICIATIVE – GRI. **Global reporting initiative**. Disponível em: <<http://www.globalreporting.org/Home/FAQsPortuguese.htm>>. Acesso em: 10 set. 2011.

GREGOLIN, J. A. R.; et al. Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. In: LANDI, F. R.; GUSMÃO, R. (Org.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e inovação em São Paulo 2004**. São Paulo, 2005, v. 1, p. 1-44.

GUERRA, M. **O meio ambiente nos últimos 70 anos.** In: SEMANA DE ENGENHARIA QUÍMICA, 8., 2011, São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2011. Apresentação oral em Power Point.

GUIMARÃES, J. A. As razões para o avanço da produção científica brasileira. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, jul. 2011. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/servicos/sala-de-imprensa/artigos/4720-as-razoas-para-o-avanco-da-producao-cientifica-brasileira>>. Acesso em: 01 out. 2011.

GUIVANT, J. S. A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da teoria social. **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 3-38, ago./dez. 1998.

GUIVANT, J. S. Riscos alimentares: novos desafios para a sociologia ambiental e a teoria social. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: riscos coletivos – ambiente e saúde.** Curitiba, n. 5, p. 89-99, jan./jun. 2002. Co-edição da Revista Natures, Sciences, Sociétés.

GUSMÃO, S. **Governo quer garantir controle social na elaboração do Plano de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <[http://www.unep.org.br/noticias\\_detalhar.php?id\\_noticias=1007](http://www.unep.org.br/noticias_detalhar.php?id_noticias=1007)>. Acesso em: 20 set. 2011

HAGE JR., E. Materiais compósitos. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos.** São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 87-91.

HAHN, S. Os papéis da ciência dos materiais e da engenharia para uma sociedade sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 8, n. 20, p. 36-42, 1994. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141994000100010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141994000100010)>. Acesso em: 03 jun. 2010.

ISHIKAWA, T. T. A carreira de Engenharia de Materiais e suas oportunidades. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos.** São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 13-14.

ITAÚ. **Gestão da ecoeficiência.** Disponível em: <[http://ww2.itaub.com.br/sustentabilidade/\\_/iniciativas/meio-ambiente/meio-ambiente-gestao-da-ecoeficiencia.aspx](http://ww2.itaub.com.br/sustentabilidade/_/iniciativas/meio-ambiente/meio-ambiente-gestao-da-ecoeficiencia.aspx)>. Acesso em: 10 set. 2011.

JANNUZZI, P. M.; GRACIOSO, L. S. Produção e disseminação da informação estatística: agências estaduais no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.16, n.3, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392002000300013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392002000300013&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15 out. 2011.

JESUS, J. B. M. **Tesouro**: um instrumento de representação do conhecimento em sistemas de recuperação da informação. Disponível em: <<http://www.sibi.ufrj.br/snbu/snbu2002/oralpdf/68.a.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

KELLY, C. **Pressure for positive results puts science under threat, study shows**. 2011. Disponível em: <[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2011-09/uoefp091211.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2011-09/uoefp091211.php)>. Acesso em: 20 out. 2011.

LARSEN, P. O.; von INS, M. The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index. **Scientometrics**, v. 84, n. 3, p. 575-603, 2010. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/research/rate-growth-scientific-publication-decline-coverage-provided-science-citation-index/>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

LEIVA, D. R.; BOTTA FILHO, W. J.; ISHIKAWA, T. T. Uma primeira visão sobre os materiais metálicos. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 55-60.

LETA, J.; CRUZ, C. H. B. **A produção científica brasileira**. In: INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. p. 1-616.

LIBARDI, W. Um curso de graduação em engenharia de materiais. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 17-18.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cientometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio./ago. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/macias.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

MANRICH, S.; MANRICH, S.; BORGES, J. R. V. Reciclagem de materiais. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 135-153.

MARINHEIRO, V. EUA têm as melhores universidades do mundo: USP está em 178°. **FOLHA.COM**, out. 2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saber/986236-eua-tem-as-melhores-universidades-do-mundo-usp-esta-em-178.shtml>>. Acesso em 15 out. 2011.

MARQUES, F. Os artigos quentes do Brasil. **Pesquisa Fapesp**, set. 2011. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4504&bd=1&pg=1>>. Acesso em: 01 out. 2011.

MEADOWS, A. J. **A Comunicação Científica**. Brasília: Briquet de Lemos, 1999. p. 9-90.

MENEGHINI, R. Inusitado aumento da produção científica. **Jornal da Ciência**, maio. 2009. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=63368>>. Acesso em 22 ago. 2011.

MILANEZ, D. H. **Nanotecnologia**: indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes. 2011. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

MORELLI, M. R.; YASUDA, M. T. Introdução à fabricação de produtos cerâmicos. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 95.

MÜZELL, L. Pesquisa a todo vapor. **Revista Ensino Superior**, n. 153, jun. 2011. Disponível em: <<http://revistaensinosuperior.uol.com.br/textos.asp?codigo=12782>>. Acesso em: 05 nov. 2011.

NACIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Science and Engineering Indicators 2010**. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind10/c5/c5s.htm>>. Acesso em: 10 set. 2011.

NETZEL, R.; et al. The way we write: country-specific variations of the English Language in the biomedical literature. **EMBO Reports**, v. 4, n. 5, p. 446-451, 2003.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS (NIT/MATERIAIS). **Apresentação**. Disponível em: <<http://www.nit.ufscar.br/>>. Acesso em: 14 set. 2010.

OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems**: methods and examples. Paris: OECD, 1997. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/fulltext/5lgsjhvj7ng0.pdf?expires=1308322145&id=id&accname=guest&checksum=BAFB93375234F0FCD0CBA6DA4E2BC1DA>>. Acesso em: 24 ago. 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. 2011. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/onu-no-brasil/pnuma/>>. Acesso em: 27 out. 2011.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS – OEA. **Missão**. 2011. Disponível em: <<http://www.oas.org/en/sedi/dsd/mission.asp>>. Acesso em: 10 out. 2011.

PALIS, J. **Um olhar sobre a ciência brasileira e sua presença internacional**. Sessão Plenária na 4ª CNCTI. Disponível em: <[http://cncti4.cgee.org.br/index.php/banco-de-documentos/doc\\_download/235-plenaria-3-jacob-palis](http://cncti4.cgee.org.br/index.php/banco-de-documentos/doc_download/235-plenaria-3-jacob-palis)>. Acesso em: 17 ago. 2011.

PETROBRÁS. **Relatório de sustentabilidade 2010**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/rs2010/>>. Acesso em: 20 out. 2011.

PILEGGI, M. **Prêmio Fundação Bunge Destaca Projetos de SP**. 2009. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/bunge/premio-fundacao-bunge-agricultura-tropical-usp-499673.shtml>>. Acesso em: 15 set. 2011.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Bunge inaugura sua primeira Usina Greenfield**. 2011. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/bunge/bunge-inaugura-sua-primeira-usina-greenfield-635172.shtml>>. Acesso em: 15 set. 2011.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Petrobrás, entre as mais sustentáveis do mundo**. 2010a. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/petrobras/petrobras-mais-sustentaveis-mundo-531382.shtml>>. Acesso em: 16 set. 2011.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Pote biodegradável da margarina Cyclus é premiado**. 2010b. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/bunge/embalagem-biodegradavel-margarina-cyclus-565318.shtml>>. Acesso em: 15 set. 2011.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Top 10 em sustentabilidade no Brasil**. 2009. Disponível em: <[http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/bunge/patrocinador\\_414856.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/bunge/patrocinador_414856.shtml)>. Acesso em: 15 set. 2011.

PORTER, A. L.; DETAMPEL, M. J. Technology opportunities analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 49, p. 237-255, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0040162595000223>>. Acesso em: 06 jun. 2011.

PORTER, A. L. Tech forecasting an empirical perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 62, p. 19-28, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162599000128>>. Acesso em: 06 jun. 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **O PNUD e seus objetivos**. 2011. Disponível em: <[www.pnud.org.br/pnud](http://www.pnud.org.br/pnud)>. Acesso em: 15 out. 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **Economia Verde**. 2011b. Disponível em: <[http://www.pnuma.org.br/eventos\\_detalhar.php?id\\_eventos=39](http://www.pnuma.org.br/eventos_detalhar.php?id_eventos=39)>. Acesso em 26 out. 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **Divisões globais**. 2011d. Disponível em: <<http://www.unep.org.br/interna.php?id=64>>. Acesso em: 26 out. 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **Plantemos para o planeta**. 2011c. Disponível em: <[http://www.pnuma.org.br/eventos\\_detalhar.php?id\\_eventos=41](http://www.pnuma.org.br/eventos_detalhar.php?id_eventos=41)>. Acesso em 26 out. 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **UN-REDD**. 2011a. Disponível em: <[http://www.pnuma.org.br/eventos\\_detalhar.php?id\\_eventos=42](http://www.pnuma.org.br/eventos_detalhar.php?id_eventos=42)>. Acesso em 26 out. 2011.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS – PPGCEM. **Introdução: Filosofia do Programa**. Disponível em: <[http://www2.ufscar.br/interface\\_frames/index.php?link=http://www.ppgcem.ufscar.br](http://www2.ufscar.br/interface_frames/index.php?link=http://www.ppgcem.ufscar.br)> . Acesso em: 05 dez. 2011.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE – PPGCTS. **Gestão Tecnológica e Sociedade Sustentável**. Disponível em: <<http://www.ppgcts.ufscar.br/linhas-de-pesquisa/linha-02>>. Acesso em: 10 set. 2011.

PROQUEST. **Metadex**. Disponível em: <<http://csaweb113v.csa.com/factsheets/metadex-set-c.php?SID=stgl77b80vq6fgtsod8d761j40>>. Acesso em: 11 set. 2009.

RAO, I. K. **Métodos quantitativos em biblioteconomia e ciência da informação**. Brasília: ABDF, 1986.

RIBEIRO, C. M.; GIANNETI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): uma ferramenta importante da ecologia industrial. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, p. 50 2003. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>>. Acesso em: 20 ago. 201.

RIGHETTI, S. Língua portuguesa esconde produção científica nacional. **FOLHA.COM**, São Paulo, set. 2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/977932-lingua-portuguesa-esconde-producao-cientifica-nacional.shtml>>. Acesso em: 30 set. 2011.

RINIA, E. J. et al. Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria: evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. **Research Policy**, n. 27, p. 95-107, 1998.

RODRIGUES, A. C. M.; ZANOTTO, E. D. Conhecendo mais sobre o vidro. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 83-84.

RODRIGUES, J. A. Dos materiais aos átomos, dos átomos aos materiais. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org. ). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 31-167.

ROSTAING, H. La bibliométrie et ses techniques. Collection "Outils et méthodes", co-édition sciences de la société et CRRM – Centre de Recherche Rétrospective de Marseille. Marseille. 1996.

ROSTAING, H. **Veille technologique et bibliométrie**: concepts, outils, applications. 1993. 353 f. Tese (Doutorado) – Université de Droit et des Sciences d'Aix-Marseill/Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, Marselha, 1993.

ROUSSEAU, R. Indicadores bibliométricos e econométricos para a avaliação de instituições científicas. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 149-158, 1998.

ROYAL SOCIETY. **Knowledge, networks and nations**. Disponível em: <[http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal\\_Society\\_Content/policy/publications/2011/4294976134.pdf](http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/publications/2011/4294976134.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2011.

SAAD, G. Applying the h-index in exploring bibliometric properties of elite marketing scholars. **Scientometrics**, v. 83, n. 2, p. 423-433, 2010. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/bk477x327642117k/fulltext.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia**: teoria e prática do desenvolvimento. Paulo Freire Vieira (Org.). São Paulo: Cortez, 2007.



SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK. **Science Analysis**. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/>>. Acesso em: 10 set. 2011.

SPANGENBERG, J. H. **Crítérios integrados para a elaboração do conceito de sustentabilidade**. Tradução de Maria Eugenia Urrestarazu. 2. ed. Rio de Janeiro: Fase, 2003. (Série Cadernos de Debate, 3).

SPINAK, E. Indicadores cientométricos. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998.

SUSTAINABILITY. **History**. Disponível em: <<http://www.sustainability.org>>. Acesso em: 10 set. 2011.

TESTA, J. **Ensaio**. 2011. Disponível em: <[http://wokinfo.com/media/pdf/Selection\\_essay-portuguese.pdf](http://wokinfo.com/media/pdf/Selection_essay-portuguese.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2011.

THOMSON REUTERS. **Isi knowledge**. Disponível em: <[http://images.isiknowledge.com/WOK46/help/WOS/h\\_database.html](http://images.isiknowledge.com/WOK46/help/WOS/h_database.html)>. Acesso em: 11 set. 2009.

THOMSON REUTERS. **Research analytics**. Disponível em: <<http://researchanalytics.thomsonreuters.com/incites/>>. Acesso em: 11 set. 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **Champions of the Earth**. 2011. Disponível em: <<http://www.unep.org/champions/trophy.asp>>. Acesso em 25 out. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar. **UFSCar ocupa a 35ª posição em ranking das cem melhores Universidades da América Latina**. Disponível em: <<http://www2.ufscar.br/servicos/noticias.php?idNot=4165>>. Acesso em: 04 out. 2011.

VALE DO RIO DOCE. **Relatório de sustentabilidade 2010**. Disponível em: <<http://www.observatoriodopresal.com.br/wp-content/uploads/2011/07/Relat%C3%B3rio-de-Sustentabilidade-Vale-2010-PDF.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2011.

VAN RAAN, A. F. J. Scientometrics: state-of-the-art. **Scientometrics**, v. 38, n. 1, p. 205-218, 1997. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/t4n2051073n719n6/fulltext.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2010.

VASCONCELOS, S. M. R. **Ciência no Brasil**: uma abordagem cienciométrica e linguística. 2008. 206 f. Tese (Doutorado em Química Biológica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VELHO, L. Indicadores de C&T no Brasil: antecedentes e estratégia. **Parcerias Estratégicas**, n. 13, p. 109-121, 2001.

VOLPATO, G. L.; FREITAS, E. G. Desafios na publicação científica. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v.17, sup. 1, maio. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-74912003000500008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-74912003000500008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 10 out. 2011.

WIKIPÉDIA. **Tesouro**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Tesouro>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

WHITLEY, R. **The intellectual and social organization of the sciences**. 2. ed. Oxford: Oxford University, 2006. p. 1-34.

WORMELL, I. Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 210-216, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/wormell.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

YAMAMOTO, J.; LEIVA, D. R. Uma visão da versatilidade do engenheiro de materiais nas indústrias. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Org.). **Engenharia de Materiais para todos**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 27.

ZAGO, M. A.; DRUGOWICH, J. R. USP e Unicamp em alta nos rankings. **Folha de São Paulo**, A3, set. 2011. Disponível em: <<http://www.usp.br/imprensa/?p=14137>>. Acesso em 05 out. 2011.

ZHU, D. et al. A process for mining science & technology documents databases illustrated for the case of knowledge discovery and data mining. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 28, n.1, jan. 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19651999000100002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651999000100002)>. Acesso em: 08 jun. 2011.

## APÊNDICE

### A1 – Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science – Total mundial, 1974-2009

<b>Ano</b>	<b>Número de Publicações</b>
1974	1
1975	0
1976	0
1977	2
1978	3
1979	4
1980	4
1981	7
1982	13
1983	3
1984	8
1985	8
1986	13
1987	17
1988	17
1989	40
1990	77
1991	186
1992	263
1993	347
1994	418
1995	598
1996	562
1997	649
1998	749
1999	862
2000	952
2001	976
2002	1098
2003	1326
2004	1389
2005	1630
2006	2036
2007	2731
2008	3340
2009	3920
<b>Total</b>	<b>24249</b>

**A2 – Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science por país – 1974-2009**

<b>País</b>	<b>Número de Publicações</b>	<b>País</b>	<b>Número de Publicações</b>
Estados Unidos	5730	Eslovenia	48
Reino Unido	2851	Uganda	48
Canadá	1595	Zimbábue	47
Austrália	1521	Vietnã	46
China	1160	Egito	45
Alemanha	1074	Nepal	40
Holanda	957	Venezuela	40
França	752	Costa Rica	39
Índia	734	Burkina Faso	36
Espanha	670	Eslováquia	36
Brasil	602	Jordânia	35
Suécia	595	Peru	35
Itália	567	Cuba	34
Japão	508	Arábia Saudita	33
Suíça	500	Bolívia	31
Turquia	374	Senegal	30
África do Sul	367	Equador	23
Nova Zelândia	343	Marrocos	23
Áustria	268	Bulgária	22
México	254	Síria	22
Dinamarca	251	Ucrânia	21
Bélgica	250	Malawi	20
Noruega	235	Tunísia	20
Finlândia	224	Zâmbia	20
Grécia	212	Benin	18
Taiwan	192	Estônia	18
Quênia	173	Líbano	18
Tailândia	149	Botswana	17
Nigéria	142	Camboja	16
Portugal	136	Kuweit	16
Polónia	134	Mali	16
Argentina	122	Níger	16
Coreia do Sul	121	Islândia	15
Filipinas	119	Cote d'Ivoire	14
Irlanda	111	Jamaica	14
Romênia	110	Sérvia	13
Israel	107	Trinidad e Tobago	13
Indonésia	96	Uruguai	13
Malásia	92	Fiji	12
Chile	90	Hong Kong	12
Irã	87	Oman	12
Paquistão	79	Emirados Árabes Unidos	12
Lituânia	78	Letônia	11
Cingapura	78	Argélia	10
Bangladesh	76	Chipre	10
Hungria	73	Macedônia	10
Tanzânia	73	Nicarágua	10
Rússia	72	Togo	10
Croácia	66	Madagascar	9
Sri Lanka	65	Namíbia	9
República Checa	60	Guadalupe	8
Gana	59	Papua Guiné	8
Etiópia	52	Barbados	7
Colômbia	49	Congo	7
Camarões	48	El Salvador	7

**A3 – Número de publicações brasileiras em sustentabilidade indexadas na base de dados****Web of Science em colaboração com outros países – 1974-2009**

<b>Países</b>	<b>Nº de publicações no total</b>	<b>Nº de publicações com o Brasil</b>
Estados Unidos	4840	84
Reino Unido	2484	30
França	1346	29
Alemanha	1343	21
Canadá	1123	21
Holanda	975	15
Espanha	828	10
Austrália	675	9
Índia	653	7
Peru	651	6
México	524	5
Argentina	503	5
Áustria	473	4
Colômbia	443	4
Cuba	367	4
Senegal	331	4
China	282	3
Suécia	245	3
Itália	228	3
Japão	225	3
Indonésia	225	3
Suíça	208	2
África do Sul	199	2
Quênia	199	2
Polônia	178	2
Chile	152	2
Turquia	131	1
Nova Zelândia	129	1
Bélgica	127	1
Dinamarca	113	1
Grécia	113	1
Portugal	113	1
Paquistão	108	1
Hungria	106	1
Croácia	99	1
Bangladesh	90	1
Burkina Faso	87	1
Jordânia	85	1
Bolívia	82	1
Bulgária	77	1
Estonia	76	1
Mali	73	1
Uruguai	70	1
Nigéria	66	1
Letônia	63	1
Macedônia	62	1
Panamá	62	1
Ilhas Maurício	61	1
Guiana Francesa	57	1
Noruega	55	0
Finlândia	54	0

**A4 - Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, por país, ano a ano – 1999-2009**

<b>Países</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>Total</b>
<b>Total</b>	862	952	976	1098	1326	1389	1630	2036	2731	3340	3920	20260
Estados Unidos	232	249	256	307	361	382	413	554	657	782	879	5730
Reino Unido	123	154	153	166	181	206	215	270	360	365	414	2851
Canadá	64	63	81	64	100	95	147	156	204	207	229	1595
Austrália	67	81	72	56	98	90	97	145	203	253	248	1521
China	15	25	47	59	67	89	86	119	172	192	267	1160
Alemanha	29	40	50	59	79	69	89	68	134	178	209	1074
Holanda	49	42	33	69	68	56	79	81	125	116	159	957
França	17	25	25	33	40	43	48	75	85	116	185	752
Índia	28	32	25	46	52	45	55	57	96	126	119	734
Espanha	6	15	8	25	29	33	46	79	97	156	163	670
Brasil	14	16	16	20	29	36	34	56	84	125	152	602
Suécia	25	22	27	28	40	32	67	64	62	79	103	595
Itália	25	22	20	31	28	31	34	35	75	114	113	567
Japão	15	21	19	22	28	40	47	49	70	72	105	508
Suíça	18	20	18	24	27	25	34	41	75	80	99	500
Turquia	4	4	9	15	14	33	20	35	60	77	100	374
África do Sul	12	11	16	19	18	15	21	36	63	56	76	367
Nova Zelândia	17	20	16	17	17	18	22	23	44	48	57	343
Áustria	6	11	15	12	20	26	8	25	25	51	52	268
México	12	17	14	7	15	10	16	35	41	40	30	254
Dinamarca	12	7	11	10	15	15	23	25	36	36	47	251
Bélgica	6	2	10	13	4	18	26	29	37	36	53	250
Noruega	5	9	9	11	15	13	10	24	34	33	50	235
Finlândia	12	6	17	7	12	16	16	21	26	36	42	224
Grécia	5	8	5	5	9	19	13	18	27	35	60	212
Taiwan	3	1	5	4	9	12	15	25	23	26	58	192
Quênia	5	4	11	13	10	14	17	7	20	26	30	173
Tailândia	9	7	5	13	13	7	15	13	15	24	19	149
Nigéria	9	7	10	16	8	7	4	7	14	17	23	142
Portugal	3	5	1	2	6	4	13	17	22	27	30	136
Polónia	1	4	2	5	5	3	5	6	12	46	41	134
Argentina	2	6	5	4	10	7	9	9	17	20	26	122
Coreia do Sul	4		3	3	4	9	8	19	13	22	32	121
Filipinas	8	7	7	6	5	6	15	4	18	10	21	119
Irlanda	1	5	3	5	5	4	8	13	16	20	27	111
Romênia	2			1			4	3	13	22	65	110
Israel	5	4	1	4	6	10	3	8	18	20	16	107
Indonésia	5	5	4	4	6	9	10	6	7	12	13	96
Malásia	3	1		3	6	4	7	8	13	13	32	92
Chile	2	4	3	5	8	6	7	8	9	11	21	90
Irã	1				2	4	8	6	13	20	32	87
Paquistão	1	2	2	4	3	5	5	7	10	17	18	79
Cingapura	4	3	3	3	6	2	4	11	7	12	19	78
Lituânia			1			2	2	5	14	28	25	78
Bangladesh	9	2	5	2	8	6	6	6	13	5	9	76
Hungria	1	2	2	2	2		8	7	11	12	20	73

**A4 - Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, por país, ano a ano – 1999-2009 (continuação)**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Tanzânia	1	4	1	3	4	2	7	3	13	10	15	73
Rússia	3	9	2	5	5	4	6	5	9	5	11	72
Croácia	2	1	2	1	9	3	3	6	11	9	18	66
Sri Lanka	1	1	3	1	6	3	8	5	11	7	12	65
República Checa	3	4	4	1	2	1	3	2	11	12	14	60
Gana	2	3	4	1	5	1	3	4	11	9	14	59
Etiópia	1	2	4	4	3	2	4	2	9	10	8	52
Colômbia		3	5	4	1	2	1	2	8	6	14	49
Eslovênia	1	2	1		2	1	4	3	10	14	10	48
Uganda	2	2	1	4	3	1	2	4	10	5	8	48
Camarões	3		2	4	4	4	3	2	6	8	8	48
Zimbábue	1	3	1	4	3	3	4	2	8	6	6	47
Vietnã	2		3	5	2		2	7	5	8	8	46
Egito		4	2		1	3	6	1	8	9	6	45
Venezuela	1	1	1	3	3	2	2	4	8	8	3	40
Nepal	3	3	2	2	4		3	2	4	3	8	40
Costa Rica	5	3	2		2	1	2	4	4	4	4	39
Eslováquia	1	1		2	3	2	1	5	4	9	6	36
Burkina Faso			1	5	3	3	3	4	6	5	5	36
Jordânia	2			4	2		2	4	3	8	6	35
Peru			2	2	3	2	2	2	4	7	6	35
Cuba		1		1	1	3	6	3	6	5	6	34
Arábia Saudita	1	1	6	3	2	2	3	2	3	6	3	33
Bolívia	3	2		1	2	2	2	1	2	4	6	31
Senegal	1	1		3	3	5	1	2	3	2	8	30
Marrocos			2	1		2		3	3	5	7	23
Equador	1		1	1	1	2	2	2	2	2	4	23
Síria	1	1		1	1	2	1	4	2	3	5	22
Bulgária		1				1	3	2	1	3	10	22
Ucrânia		1							5	2	13	21
Tunísia	1	1	1				2		2	3	9	20
Zâmbia		1	4		2	1		3	3	1	5	20
Malavi	1			1	1	2		3	4	2	4	20
Líbano	1		2	4	1		1	2	1	3	3	18
Estônia						2		3	4	4	5	18
Benin			2		1	2		1	2	4	5	18
Botswana		2	1	1	1	2	2	1	3	2	1	17
Kuwait		1	1	1	1		1	1	2	2	6	16
Mali				2	1			4	2	2	5	16
Camboja		1		2		2	2	3	3		3	16
Nigéria			1	3			1	1		3	4	16
Islândia		1	1			2	1	2	1	4	2	15
Cote d'Ivoire		1	1			2	3	1		1	2	14
Jamaica	1				1	1		3	1	1	2	14
Sérvia								1		4	8	13
Uruguai		1	1		1	2	1	2	1	1	3	13
Trinidad e Tobago				1	2			2	1	3	4	13

**A4 - Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, por país, ano a ano – 1999-2009 (continuação)**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Emirados Árabes Unidos		1		1		1	1		4	1	2	12
Fiji	1	2	1				1	1		1	5	12
Hong Kong	5	1										12
Oman							1		1	2	6	12
Letônia	1					1	1		4	2	2	11
Chipre					1	3				2	4	10
Togo					1	4	2		1	1	1	10
Macedônia	1					2		1	3	1	2	10
Nicarágua				1	1	1	1	2	2		2	10
Argélia							1	2		1	6	10
Madagascar							1	2	1	2	3	9
Namíbia				1		1	2	1		1	1	9
Papua Guiné	1		1	1		1					2	8
Guadalupe				1	1	1	1	1	1		2	8
Congo					1		1	1		1	1	7
El Salvador				1				1	3		1	7
Barbados	1					1		1	1	2	1	7
Panamá	1					1	1	1	1		2	7
Reunion			1	1				1		1	2	6
Ruanda							1	1		2	2	6
Serra Leoa					1					1	1	6
Gâmbia					1		2	1		1	1	6
Laos					1	1	1	1			2	6
Honduras			1			1			3			6
Malta				1		1	1		1	2		6
Moçambique						1		1		1	3	6
Catar					1				1	1	3	6
Nova Caledônia								2		2	1	5
Albânia								1		1	1	5
Luxemburgo							1		1	1	2	5
Uzbequistão						1				1	3	5
Guatemala							1		1	1	1	5
Belize						1			1			4
Sudão					2	1	1					4
Cazaquistão						1	1		1	1		4
Bhutan									2	1	1	4
República D. Congo									1		1	4
Suazilândia				1	1			1				3
Haiti								1	1			3
Bahrain					1					2		3
Guiné									1		2	3
Representante da Geórgia					1					1	1	3
Martinique									1	1		3
Mongólia					1				1		1	3
Burundi					1							3
Cent Afr Republica				1				1			1	3
Ilhas Maurício					1			1				3



**A4 - Número de publicações científicas em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, por país, ano a ano – 1999-2009 (continuação)**

Países	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Lesoto								1	1		1	3
Sikkim											2	2
Azerbaijão									1		1	2
Groenlândia						1					1	2
Iraque						1				1		2
Guiana				1								2
Bósnia-Herzegovina									2			2
Líbia								1	1			2
Eritrea							1	1				2
Iugoslávia				1	1							2
Inglaterra										1	1	2
Gabão								1			1	2
Polinésia Francesa								1				2
Moldova								1				2
Seychelles												2
Malagasy Republica		2										2
Rep. Dominicana												2
Angola								1	1			2
Paraguai								1				1
Mauritânia								1				1
Guiana Francesa						1						1
Belarus			1									1
Checoslováquia												1
Santa Lúcia												1
Ilhas Salomão	1											1
Senegâmbia												1
Serbia Monteneg								1				1
Vanuatu				1								1
Libéria							1					1
Turkmenistão									1			1
Chade										1		1
Myanmar									1			1
Brunei									1			1

**A5 – Número de publicações em sustentabilidade por Estados brasileiros indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009**

<b>Estados brasileiros</b>	<b>Nº de publicações</b>
São Paulo	176
Minas Gerais	121
Rio de Janeiro	82
Rio Grande do Sul	80
Paraná	78
Pernambuco	68
Rio Grande do Norte	49
Pará	41
Distrito Federal	33
Santa Catarina	30
Mato Grosso do Sul	26
Ceará	19
Amazonas	17
Bahia	14
Espírito Santo	14
Goiás	14
Paraíba	11
Piauí	10
Mato Grosso	9
Maranhão	8
Acre	5
Sergipe	3
Tocantins	3
Amapá	1
Rondônia	1

**A7 – Número de publicações em sustentabilidade por instituições de pesquisa brasileiras indexadas na base de dados Web of Science – 1974-2009**

<b>Instituições Brasileiras</b>	<b>Nº publicações</b>
Universidade de São Paulo	98
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	82
Universidade Federal do Rio de Janeiro	39
Universidade Federal de Viçosa	30
Instituto de Radioproteção e Dosimetria	25
Universidade Estadual de Campinas	25
Universidade de Brasília	22
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	22
Universidade Federal de Lavras	20
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	17
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	17
Fundação Oswaldo Cruz	15
Universidade Federal de Santa Maria	14
Universidade Federal do Ceará	14
Universidade Federal de Minas Gerais	13
Universidade Federal de Pernambuco	13
Universidade Federal de São Carlos	12
Universidade Estadual de Maringá	11
Universidade Federal Fluminense	11
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	10
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	9
Agencia Paulista de Tecnologias dos Agronegócios	8
Universidade Federal de Goiás	8
Universidade Federal do Espírito Santo	8
Universidade Federal Rural de Pernambuco	8
Universidade Federal do Amazonas	7
Universidade Federal do Pará	7
Universidade Estadual de Londrina	6
Universidade Estadual do Maranhão	6
Universidade Federal de Santa Catarina	6
Universidade Federal do Paraná	6
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	5
Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia	5
Universidade Federal da Paraíba	5
Universidade Federal de Uberlândia	5
Universidade Federal do Piauí	5
Instituto Agrônomo do Paraná	4
Museu Histórico Nacional	4
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	4
Universidade Estadual de Santa Cruz	4
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro	4
Universidade Federal da Bahia	4
Universidade Federal de Campina Grande	4
Universidade Federal de São Paulo	4
Universidade Federal do Mato Grosso	4
Faculdade Dinâmica das Cataratas	3
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	3
Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein	3
Universidade Estadual de Feira de Santana	3
Universidade Federal de Pelotas	3
Universidade Federal do Maranhão	3
Universidade Federal do Rio Grande	3

**A7 – Número de publicações em sustentabilidade por instituições de pesquisa brasileiras indexadas na base de dados Web of Science – 1974-2009 (continuação)**

<b>Instituições Brasileiras</b>	<b>Nº publicações</b>
União Brasiliense de Educação	3
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	2
Fundação Getúlio Vargas	2
Instituto de Botânica Jardim Botânico de São Paulo	2
Instituto Nacional do Câncer	2
Museu Paraense Emilio Goeldi	2
Universidade Estadual da Paraíba	2
Universidade da Amazônia	2
Universidade de Mogi das Cruzes	2
Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy	2
Universidade do Vale do Itajaí	2
Universidade do Vale do Rio dos Sinos	2
Universidade Estadual de Ponta Grossa	2
Universidade Estadual do Piauí	2
Universidade Federal de Alagoas	2
Universidade Federal do Tocantins	2
Universidade Federal Rural da Amazônia	2
Universidade Luterana do Brasil	2
Universidade Paulista	2
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	2
Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará	1
Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial	1
Faculdade da Terra de Brasília	1
Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo	1
Faculdade de Ciências, Cultura e Extensão do Rio Grande do Norte	1
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Cajazeiras	1
Hospital Governador Celso Ramos	1
Hospital Santa Rita	1
Instituto Brasileiro de Mercados de Capitais	1
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	1
Instituto Butantã	1
Instituto Internacional de Ecologia	1
Instituto Militar de Engenharia	1
Ministério da Saúde	1
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	1
Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo	1
Universidade da Região de Joinville	1
Universidade de Caxias do Sul	1
Universidade de Passo Fundo	1
Universidade do Estado da Bahia	1
Universidade do Extremo Sul Catarinense	1
Universidade do Sagrado Coração	1
Universidade do Vale do Paraíba	1
Universidade Estadual de Goiás	1
Universidade Estadual de Montes Claros	1
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	1
Universidade Estadual Vale do Acaraú	1
Universidade Federal de Itajubá	1
Universidade Federal de Ouro Preto	1
Universidade Federal de Sergipe	1
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	1

**A8 - Número de publicações em sustentabilidade por área do conhecimento indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009**

<b>Relação das 22 áreas do conhecimento</b>	<b>Nº de publicações por área</b>
Ambiente/Ecologia	5317
Ciências Sociais, Geral	4539
Engenharia	3407
Ciência da Agricultura	1818
Geociências	1575
Ciência das Plantas e Animais	1540
Economia e Negócios	1441
Medicina Clínica	1055
Química	640
<b>Ciência dos Materiais</b>	<b>480</b>
Biologia e Bioquímica	461
Multidisciplinar	241
Ciência da Computação	197
Psiquiatria/Psicologia	193
Física	153
Microbiologia	101
Biologia Molecular e Genética	91
Artes e Humanidades	63
Farmacologia e Toxicologia	63
Matemática	59
Imunologia	50
Sem classificação	38
Neurociência e Comportamento	25

\* Destaque para a área de Ciência dos Materiais

**A9 – Produção Científica da área de Ciência dos Materiais das publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science – 1989-2009**

<b>Ano</b>	<b>Número de publicações</b>
2009	159
2008	101
2007	86
2006	70
2005	64
2004	39
2003	37
2002	26
2001	31
2000	20
1999	33
1998	22
1997	07
1996	14
1995	04
1994	03
1993	03
1992	05
1991	06
1990	00
1989	01

**A10 – Número de publicações em sustentabilidade por tipo de produção indexada na base de dados Web of Science de 1974 a 2009**

<b>Tipo de documento</b>	<b>nº publicações</b>
Article	25171
Proceedings Paper	4451
Review	2182
Editorial Material	2003
Book Review	1766
Meeting Abstract	269
News Item	261
Letter	152
Correction	51
Note	49
Discussion	23
Reprint	22
Biographical-Item	8
Correction, Addition	5
Bibliography	4
Item About an Individual	4
Software Review	3
<b>TOTAL</b>	<b>36424</b>

**A11 - Tipo de publicações em sustentabilidade consideradas nas análises indexadas na base de dados Web of Science – 2005-2009**

<b>Tipo de documento</b>	<b>nº publicações</b>
Article	12411
Review	1194
Letter	52
<b>TOTAL</b>	<b>24249</b>

**A12 – Ano em que as áreas do conhecimento tiveram sua primeira publicação no tema sustentabilidade**

<b>Áreas do conhecimento</b>	<b>Ano</b>
Ciências Sociais, Geral	1974
Economia e Negócios	1974
Medicina Clínica	1978
Multidisciplinar	1978
Ambiente/Ecologia	1979
Artes e Humanidades	1980
Engenharia	1981
Ciência da Agricultura	1984
Geociências	1985
Ciência das Plantas e Animais	1986
Ciência da Computação	1987
Biologia e Bioquímica	1988
Química	1989
Ciência dos Materiais	1989
Física	1989
Matemática	1989
Psiquiatria/Psicologia	1990
Microbiologia	1991
Farmacologia e Toxicologia	1991
Imunologia	1991
Biologia Molecular e Genética	1992
Ciência Espacial	1994
Neurociência e Comportamento	1995



**A13 – Número de artigos por área do conhecimento no ano em que a área de Ciência dos Materiais teve sua primeira publicação no tema sustentabilidade – 1989**

<b>Áreas do conhecimento</b>	<b>Nº de artigos em 1989</b>
Ciências Sociais, Geral	67
Economia e Negócios	48
Ambiente/Ecologia	40
Engenharia	16
Ciência da Agricultura	15
Ciência das Plantas e Animais	7
Geociências	5
Multidisciplinar	5
Medicina Clínica	4
Artes e Humanidades	3
Química	1
Ciência dos Materiais	1
Biologia e Bioquímica	1
Ciência da Computação	1
Física	1
Matemática	1
Psiquiatria/Psicologia	0
Microbiologia	0
Biologia Molecular e Genética	0
Farmacologia e Toxicologia	0
Imunologia	0
Neurociência e Comportamento	0
Sem classificação	0
Ciência Espacial	0

**A14** – Publicações sobre sustentabilidade em Ciência dos Materiais por país

	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Estados Unidos	5	14	13	16	11	59
Reino Unido	13	12	13	9	11	58
China	1	14	13	12	17	57
Romênia			3	3	34	40
Alemanha	6	3	6	6	11	32
Canadá	4	7	3	6	6	26
Espanha	1	1	4	9	10	25
Japão	7	1	3	1	5	17
Turquia	1		4	8	1	14
Itália	2	2	3	1	5	13
França	2	1		1	8	12
Grécia	3		2	2	4	11
Taiwan			2	4	5	11
Holanda		2	3	3	2	10
Brasil	3		2	3	2	10

A15 – Número de publicações em sustentabilidade indexadas na base de dados Web of Science, Brasil, 1992-2009

1992	2
1993	1
1994	2
1995	2
1996	1
1997	5
1998	7
1999	14
2000	16
2001	16
2002	20
2003	29
2004	36
2005	34
2006	56
2007	84
2008	125
2009	152

## ANEXO

B1 – Relação das 22 áreas do conhecimento intituladas “broad categories” com as 247 “subject áreas”

Standard Fields (also used in <i>Essential Science Indicators</i> ®)	Deluxe Fields (also used in <i>Web of Science</i> ® and <i>Journal Citation Reports</i> ®)
Agricultural Sciences	Agricultural Engineering
	Agriculture, Multidisciplinary
	Agriculture, Soil Science
	Agronomy
	Food Science & Technology
	Horticulture
	Nutrition & Dietetics
Biology & Biochemistry	Anatomy & Morphology
	Biochemical Research Methods
	Biochemistry & Molecular Biology
	Biology
	Biology, Miscellaneous
	Biophysics
	Biotechnology & Applied Microbiology
	Cytology & Histology
	Endocrinology & Metabolism
	Evolutionary Biology
	Medicine, Miscellaneous
	Microscopy
	Parasitology
Physiology	
Chemistry	Biochemical Research Methods
	Chemistry, Analytical
	Chemistry, Applied
	Chemistry, Inorganic & Nuclear
	Chemistry, Medicinal
	Chemistry, Multidisciplinary
	Chemistry, Organic
	Chemistry, Physical
	Crystallography
	Electrochemistry
	Engineering, Chemical
	Materials Science, Textiles
	Physics, Atomic, Molecular & Chemical
	Polymer Science
	Spectroscopy
Clinical Medicine	Allergy
	Andrology
	Anesthesiology
	Cardiac & Cardiovascular Systems
	Clinical Neurology
	Critical Care Medicine
	Dentistry, Oral Surgery & Medicine
	Dermatology
	Emergency Medicine
	Endocrinology & Metabolism
	Engineering, Biomedical
	Gastroenterology & Hepatology

B1 – Relação das 22 áreas do conhecimento intituladas “broad categories” com as 247 “subject áreas” (continuação)

	Geriatrics & Gerontology
	Health Care Sciences & Services
	Hematology
	Immunology
	Infectious Diseases
	Integrative & Complementary Medicine
	Materials Science, Biomaterials
	Medical Informatics
	Medical Laboratory Technology
	Medicine, General & Internal
	Medicine, Legal
	Medicine, Miscellaneous
	Medicine, Research & Experimental
	Neuroimaging
	Nutrition & Dietetics
	Obstetrics & Gynecology
	Oncology
	Ophthalmology
	Orthopedics
	Otorhinolaryngology
	Pathology
	Pediatrics
	Peripheral Vascular Disease
	Pharmacology & Pharmacy
	Physiology
	Public, Environmental & Occupational Health
	Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging
	Rehabilitation
	Reproductive Biology
	Respiratory System
	Rheumatology
	Sport Sciences
	Surgery
	Transplantation
	Tropical Medicine
	Urology & Nephrology
Computer Science	Computer Science, Artificial Intelligence
	Computer Science, Cybernetics
	Computer Science, Hardware & Architecture
	Computer Science, Information Systems
	Computer Science, Interdisciplinary Applications
	Computer Science, Software Engineering
	Computer Science, Theory & Methods
	Imaging Science & Photographic Technology
	Telecommunications
Economics & Business	Agricultural Economics & Policy
	Business
	Business, Finance
	Economics
	History Of Social Sciences
	Industrial Relations & Labor
	Management
	Social Sciences, Mathematical Methods

B1 – Relação das 22 áreas do conhecimento intituladas “broad categories” com as 247 “subject áreas” (continuação)

Engineering	Automation & Control Systems
	Computer Science, Artificial Intelligence
	Computer Science, Cybernetics
	Computer Science, Hardware & Architecture
	Computer Science, Interdisciplinary Applications
	Construction & Building Technology
	Energy & Fuels
	Engineering, Aerospace
	Engineering, Biomedical
	Engineering, Chemical
	Engineering, Civil
	Engineering, Electrical & Electronic
	Engineering, Environmental
	Engineering, Geological
	Engineering, Industrial
	Engineering, Manufacturing
	Engineering, Marine
	Engineering, Mechanical
	Engineering, Multidisciplinary
	Engineering, Ocean
	Engineering, Petroleum
	Ergonomics
	Instruments & Instrumentation
	Materials Science, Characterization & Testing
	Mathematics, Applied
	Mathematics, Interdisciplinary Applications
	Mechanics
	Nanoscience & Nanotechnology
	Nuclear Science & Technology
	Operations Research & Management Science
	Physics, Applied
	Physics, Fluids & Plasmas
	Remote Sensing
	Robotics
	Spectroscopy
	Telecommunications
	Thermodynamics
	Transportation Science & Technology
	Water Resources
	Environment/Ecology
Biodiversity Conservation	
Ecology	
Engineering, Environmental	
Environmental Sciences	
Environmental Studies	
Geography, Physical	
Limnology	
Water Resources	
Geosciences	Energy & Fuels
	Engineering, Geological
	Engineering, Petroleum
	Geochemistry & Geophysics
	Geography, Physical

B1 – Relação das 22 áreas do conhecimento intituladas “broad categories” com as 247 “subject áreas” (continuação)

	Geology
	Geosciences, Multidisciplinary
	Metallurgy & Mining
	Meteorology & Atmospheric Sciences
	Mineralogy
	Mining & Mineral Processing
	Oceanography
	Paleontology
	Remote Sensing
Immunology	Immunology
	Infectious Diseases
Materials Science	Construction & Building Technology
	Materials Science, Biomaterials
	Materials Science, Ceramics
	Materials Science, Characterization & Testing
	Materials Science, Coatings & Films
	Materials Science, Composites
	Materials Science, Multidisciplinary
	Materials Science, Paper & Wood
	Materials Science, Textiles
	Metallurgy & Metallurgical Engineering
	Metallurgy & Mining
	Nanoscience & Nanotechnology
Mathematics	Mathematics
	Mathematics, Applied
	Mathematics, Interdisciplinary Applications
	Physics, Mathematical
	Statistics & Probability
Microbiology	Microbiology
	Microscopy
	Mycology
	Parasitology
	Virology
Molecular Biology & Genetics	Biochemistry & Molecular Biology
	Cell Biology
	Cytology & Histology
	Developmental Biology
	Genetics & Heredity
Multidisciplinary	Multidisciplinary Sciences
Neuroscience & Behavior	Behavioral Sciences
	Clinical Neurology
	Neuroimaging
	Neurosciences
	Psychology, Biological
Pharmacology & Toxicology	Chemistry, Medicinal
	Pharmacology & Pharmacy
	Toxicology
Physics	Acoustics
	Imaging Science & Photographic Technology
	Optics
	Physics, Applied
	Physics, Atomic, Molecular & Chemical
	Physics, Condensed Matter

B1 – Relação das 22 áreas do conhecimento intituladas “broad categories” com as 247 “subject áreas” (continuação)

	Physics, Fluids & Plasmas
	Physics, Mathematical
	Physics, Multidisciplinary
	Physics, Nuclear
	Physics, Particles & Fields
Plant & Animal Science	Agriculture, Dairy & Animal Science
	Entomology
	Evolutionary Biology
	Fisheries
	Forestry
	Horticulture
	Limnology
	Marine & Freshwater Biology
	Mycology
	Oceanography
	Ornithology
	Plant Sciences
	Reproductive Biology
	Veterinary Sciences
	Zoology
Psychiatry/Psychology	Behavioral Sciences
	Criminology & Penology
	Ergonomics
	Family Studies
	Psychiatry
	Psychology
	Psychology, Applied
	Psychology, Biological
	Psychology, Clinical
	Psychology, Developmental
	Psychology, Educational
	Psychology, Experimental
	Psychology, Mathematical
	Psychology, Multidisciplinary
	Psychology, Psychoanalysis
	Psychology, Social
Social Sciences, general	Anthropology
	Architecture
	Archaeology
	Area Studies
	Asian Studies
	Communication
	Criminology & Penology
	Demography
	Education & Educational Research
	Education, Scientific Disciplines
	Education, Special
	Environmental Studies
	Ethics
	Ethnic Studies
	Family Studies
	Film, Radio, Television
	Geography



B1 – Relação das 22 áreas do conhecimento intituladas “broad categories” com as 247 “subject áreas” (continuação)

	Geriatrics & Gerontology	
	Gerontology	
	Health Care Sciences & Services	
	Health Policy & Services	
	History	
	History & Philosophy Of Science	
	History Of Social Sciences	
	Hospitality, Leisure, Sport & Tourism	
	Industrial Relations & Labor	
	Information Science & Library Science	
	International Relations	
	Language & Linguistics	
	Law	
	Linguistics	
	Medical Ethics	
	Medicine, Legal	
	Nursing	
	Planning & Development	
	Political Science	
	Psychology, Educational	
	Public Administration	
	Public, Environmental & Occupational Health	
	Rehabilitation	
	Religion	
	Social Issues	
	Social Sciences, Biomedical	
	Social Sciences, Interdisciplinary	
	Social Work	
	Sociology	
	Substance Abuse	
	Transportation	
	Urban Studies	
	Women's Studies	
Space Science	Astronomy & Astrophysics	
Arts and Humanities categories appear only in the deluxe version	Art Classics Dance Folklore Humanities, Multidisciplinary Literary Reviews Literary Theory & Criticism Literature Literature, African, Australian, Canadian Literature, American	Literature, British Isles Literature, German, Dutch, Scandinavian Literature, Romance Literature, Slavic Medieval & Renaissance Studies Music Philosophy Poetry Theater

Fonte: Thomson Reuters 2011 ([http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope\\_scie](http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_scie))