

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP**  
**PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CONTRIBUIÇÃO PARA RANQUEAMENTO  
SETORIAL DA DIMENSÃO AMBIENTAL DO ISE  
DA BM&FBOVESPA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.

**CARLOS ALBERTO DI AGUSTINI**

**São Paulo**

**2012**

i

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP**  
**PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CONTRIBUIÇÃO PARA RANQUEAMENTO  
SETORIAL DA DIMENSÃO AMBIENTAL DO ISE  
DA BM&FBOVESPA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Biagio F.Giannetti

Área de Concentração: Produção e Meio Ambiente

Linha de Pesquisa: Produção mais Limpa e Ecologia Industrial

**CARLOS ALBERTO DI AGUSTINI**

**São Paulo**

**2012**

Di Agustini, Carlos Alberto.

Contribuição para ranqueamento setorial da dimensão ambiental do ISE da BM&FBOVESPA/ Carlos Alberto Di Agustini. - 2012.

113 f.: il. color.

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2012.

. Área de Concentração: Produção e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Biagio Fernando Giannetti.

1. Empresarial-BMF&BOVESPA. 2. Índice de sustentabilidade.3. Poluição incorporada. 4. Pegada ecológica. 5. Emergia. I. Título. II. Giannetti, Biagio Fernando (orientador).

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP**  
**PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CONTRIBUIÇÃO PARA RANQUEAMENTO  
SETORIAL DA DIMENSÃO AMBIENTAL DO ISE  
DA BM&FBOVESPA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.

**Data de aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Biagio Fernando Giannetti**  
**Universidade Paulista**

**Profa. Dra. Cecília Maria Villas Bôas de Almeida**  
**Universidade Paulista**

**Prof. Dr. Charbel José Chiappetta Jabbour**  
**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**

**Prof. Dr. José Roberto Kassai**  
**Universidade de São Paulo**

**Profa. Dra. Silvia Helena Bonilla**  
**Universidade Paulista**

## AGRADECIMENTOS

É arriscado agradecer a todas as pessoas e instituições que colaboraram com a realização desta pesquisa, pois há o risco de não mencionar alguém.

Na tentativa de não cometer nenhuma injustiça, os meus cordiais e sinceros agradecimentos estão divididos em dois grupos.

Diretos. Minha sincera gratidão vai nominalmente:

À Universidade Paulista (UNIP), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Linhas de Pesquisa Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial, nas pessoas dos professores doutores:

- ✓ Biagio Fernando Giannetti, pelos seus ensinamentos, paciência, dedicação, conhecimento científico, amizade e incansável busca e contribuição para a sustentabilidade ambiental. Foi um sortilégio tê-lo tido como orientador.
- ✓ Silvia Helena Bonilla, por sua competência e importante contribuição;
- ✓ Cecília Maria Villas Bôas de Almeida, por sua competência e importante contribuição;
- ✓ Feni Dalano Roosevelt Agostinho, apesar de ter ingressado no Laboratório de Produção e Meio Ambiente (LaProMA) somente em 2012, sua atuação como co-orientador foi importante para conclusão do trabalho.
- ✓ Aos colegas do LaProMA, em especial ao corinthiano e neste ano campeão da Copa Libertadores da América, Luiz Ghelmandi Netto.

Ao Prof. Dr. José Roberto Kassai, pela sua participação na Banca Examinadora do Exame de Qualificação e importante contribuição para conclusão do trabalho.

Ao amigo e Prof. Dr. Takeshy Tashizawa pelo incentivo e indicação da UNIP para realização desta pesquisa.

À Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS) e à Fundação Getulio Vargas (FGV) pelo apoio, incentivo e condições proporcionadas para o desenvolvimento da minha carreira acadêmica.

E por último e não menos importante, a toda minha família, em especial à esposa Lilian por existir – impossível encontrar indicadores para mensurar seu apoio incondicional.

Indiretos. Meu reconhecimento também não poderia esquecer:

- ✓ dos funcionários que atuam nas áreas de apoio da UNIP: secretaria, cantina e portaria, que liberava a entrada quando eu chegava atrasado e esquecia o crachá magnético.
- ✓ do amigo e também corinthiano Prof. Dr. Denis Donaire, pelo apoio e incentivo em toda minha carreira acadêmica.
- ✓ dos técnicos de informática Walter e Toninho, que prontamente me socorriam quando o computador parava de funcionar.

## RESUMO

DI AGUSTINI, C.A. Contribuição para Ranqueamento Setorial da Dimensão Ambiental do ISE da BM&BOVESPA. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Paulista, 2012.

Esta tese realiza um ranqueamento setorial da dimensão ambiental do Índice de Sustentabilidade Empresarial da BMF&BOVESPA, mensurando cientificamente a interferência dos setores na biosfera, em função da utilização de recursos naturais e potencial de poluição, compreendendo: utilização de recursos renováveis; não renováveis; econômicos; energia; água e área ocupada (área cultivada, pastagens, área construída, mar e florestas); impactos nocivos à saúde humana e emissão de poluição tóxica e gases de efeito estufa. O estudo apresenta o cálculo do impacto da escala econômica dos setores, classificando-os segundo critérios da Lei nº 10.165 (baixo, médio e alto), ranqueando-os pela interferência na biosfera (dimensão ambiental) e propondo uma forma de ranqueamento de empresas. As metodologias poluição incorporada, pegada ecológica, avaliação em emergia e avaliação de ciclo de vida foram selecionadas para contribuir com o ranqueamento setorial, cuja avaliação percentil estatística, mostra, uma nova classificação e apresenta os setores que devem ser objeto de atenção pelos *stakeholders*. O ranqueamento de empresas, pela avaliação em emergia, apresenta o fluxo de trocas com o meio ambiente, indicadores comparados e classificação relativa pelo diagrama ternário em emergia. Metodologias de mensuração científica que alcancem os limites dos ecossistemas e mensurem fisicamente a interferência das atividades produtivas sobre a biosfera são o caminho mais seguro para avaliar a sustentabilidade na dimensão ambiental.

**Palavras-chave:** Índice de Sustentabilidade Empresarial da BMF&BOVESPA, poluição incorporada, pegada ecológica, avaliação em emergia e avaliação de ciclo de vida.

## ABSTRACT

DI AGUSTINI, C.A. *Sector Contribution to the Environmental Dimension Ranking of the BM&FBOVESPA ISE*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Paulista, 2012.

*This PhD dissertation performs a ranking sector of the environmental dimension of the Corporate Sustainability Index BMF&BOVESPA, measuring scientifically the interference of sectors in the biosphere, all of them depending on the use of natural resources and pollution potential, including the use of renewable resources, non-renewable resources, economic inputs; energy, water and occupied area (acreage, pasture, building area, sea and forests); adverse impacts to human health and the issue of toxic pollution and greenhouse gases. The study presents an estimated impact of the economic scale of industries; classifying them according to criteria of Law No.10,165 (low, medium and high), pointing them by interference in the biosphere (environmental dimension), and proposing a form of companies ranking. According embodied pollution, ecological footprint, energy analysis and life-cycle assessment were selected to contribute to the ranking sector, whose percentil estatistical evaluation shows a new classification and presents the sectors that should be the object of attention by the stakeholders. The ranking of companies, built by an energy evaluation, shows the flow of resources with the environment, comparing to the indicators and relative ranking in the energetic ternary diagram. Scientific measurement methodologies (which reach the limits of ecosystems physically and measure the interference of productive activities on the biosphere) are the safest way to assess the environmental sustainability.*

**Keywords:** Corporate Sustainability Index BMF&BOVESPA, embodied pollution, ecological footprint, energy analysis and life-cycle assessment.

**FIGURAS**

Figura 1. Representação dos fluxos de capital pela bolsa de valores	12
Figura 2. Fluxos e componentes importantes na valoração do investimento socialmente responsável	15
Figura 3. Proporção da dimensão ambiental do ISE	20
Figura 4. Comportamento do ISE e do Ibovespa	21
Figura 5. Diagrama ternário em emergia e linhas de sustentabilidade	36
Figura 6. Diagrama geral da metodologia	43
Figura 7. Tela de entrada do sistema EIO-LCA	47
Figura 8. Representação de impacto na curva de Gauss	49
Figura 9. Representação do uso de recursos R na curva de Gauss	50
Figura 10. Limites das metodologias	55
Figura 11. Alcance das metodologias	56
Figura 12. Fluxos resumidos de recursos das empresas em 2009	60
Figura 13. Ranqueamento das empresas pelo diagrama ternário em emergia	63
Figura 14. Uso de recursos N pela escala econômica	64
Figura 15. Uso de recursos R pela escala econômica	65

## TABELAS

Tabela 1. Empresas participantes do ISE no biênio 2009/2010	18
Tabela 2. Setores e impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes do ISE	19
Tabela 3. Percentual dos pesos da dimensão ambiental	20
Tabela 4. Taxas de crescimento do ISE e do Ibovespa	21
Tabela 5. Quantidade de questões do ISE	22
Tabela 6. Setores do ISE e escalas econômicas	24
Tabela 7. Signatários do PRI	26
Tabela 8. Investidores brasileiros signatários do PRI	26
Tabela 9. Dissertações e teses na plataforma de Periódicos CAPES	30
Tabela 10. Literatura técnico-científica da plataforma SCOPUS/SCIRUS	31
Tabela 11. Indicação de posição intervalar pelo percentil	49
Tabela 12. Peso da classificação intervalar	49
Tabela 13. Peso da classificação intervalar dos recursos R	50
Tabela 14. Conformidade de classificação	57
Tabela 15. Classificação e ranqueamento dos setores do ISE	58
Tabela 16. Setores críticos do ISE que exigem atenção	59
Tabela 17. Setores do ISE e fatores objeto de melhoria	59
Tabela 18. Relação de troca entre o meio ambiente – empresa	61
Tabela 19. Indicadores em emergia comparados	62
Tabela 20. Posição relativa das empresas	63
Tabela 21. Grandeza da escala econômica e do uso de N	64
Tabela 22. Grandeza da escala econômica e do uso de R	65

## SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAPP – Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar
- ACV – Avaliação de Ciclo de Vida
- ASG - Ambiental, social e governança corporativa
- BM&FBOVESPA – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros
- ANBID – Associação Nacional de Bancos de Investimentos
- CDS - Comissão da ONU sobre o desenvolvimento sustentável
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CASAN – Cia. Catarinense de Águas e Saneamento
- COICOP - *Classification of individual consumption according to purpose*
- COPASA – Cia. de Saneamento de Minas Gerais
- CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono
- CO<sub>2</sub>e - Dióxido de carbono equivalente
- Cº – Grau Celsius
- E – Notação científica, 10 elevado ao número imediatamente após
- EIO-LCA - *Economic Input-Output Life Cycle Assessment*
- ETHOS - Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social
- EUA – Estados Unidos da América
- EYR - *Energy yield ratio*, rendimento de energia
- ELR - *Environmental loading ratio*, carga ambiental
- EmR\$ - EnergyR\$
- SI - Índice de sustentabilidade ambiental
- F - Recurso financeiro/pago
- FGV – Fundação Getulio Vargas
- Gal – Galão, unidade de volume equivalente a 3,785411784 litros
- Gha/cap = *Global hectares per capita*
- IBGC - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
- IFC - *International Finance Corporation* (Banco Mundial)
- Is – Impactos nocivos à saúde humana
- ISE – Índice de Sustentabilidade Empresarial

- ISIC – *International Standard Industrial Classification*  
IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*  
IPPS – *The Industrial Pollution Projection System*  
ISO - *International Organization for Standardization*  
J – Joule, unidade de energia e trabalho, equivalente a 0,2390 caloria  
Kg – Kilograma  
Km - Quilômetro  
£ - Libra esterlina  
LaProMA - Laboratório de Produção e Meio Ambiente  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
m<sup>3</sup> – Metro cúbico  
N – Recurso não renovável  
NAICS – *North American Industrial Classification System*  
NBR - Norma brasileira aprovada pela ABNT  
NO<sub>2</sub> – Óxido nítrico  
NO<sub>x</sub> – Óxido de nitrogênio  
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
ONU – Organização das Nações Unidas  
Pe – Pegada ecológica  
PIB – Produto Interno Bruto  
PiBM – Poluição incorporada do Banco Mundial  
PM10 – Partículas de poluição atmosférica inaláveis de diâmetro inferior a 10 µm  
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente  
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
PRI - Princípios para o Investimento Responsável da ONU  
R - Recurso renovável  
SABESP – Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SANEPAR – Cia. de Saneamento do Paraná  
SeJ – *Solar energy joules*  
SETAC – *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*  
SICEA - Sistema Integrado de Contas Econômicas Ambientais

SO<sub>2</sub> – Dióxido de enxofre

SO<sub>x</sub> – Óxido de enxofre

Ton – Tonelada, unidade de massa equivalente a 1.000 kg

UNCTAD - *United Nations Conference on Trade and Development*

UK – *United Kingdom*

UNEP - *United Nations Environment Programme*

UNIP – Universidade Paulista

U.S. – *United States*

US\$ - Dólar norte-americano

µm – Micrômetro, milionésima parte do metro

Y – Fluxo de saída de um produto, processo, sistema ou serviço

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	CONCEITOS E REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1	Conceitos	3
2.1.1	Sustentabilidade	3
2.1.2	Mensuração da riqueza pelo valor monetário	6
2.1.3	Indicadores de sustentabilidade	10
2.1.4	Investidores e bolsa de valores	12
2.1.5	Investimento e sustentabilidade	14
2.1.6	Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE)	17
2.1.7	Princípios para o Investimento Responsável da ONU (PRI)	24
2.1.8	Lei nº 10.165	27
2.2	Revisão da literatura	29
2.2.1	Resultados das pesquisas nas plataformas CAPES e SCOPUS/SCIRUS	29
2.2.2	Avaliação em emergia	32
2.2.3	Avaliação de ciclo de vida (ACV)	38
2.2.4	Pegada ecológica	41
3	METODOLOGIA	43
3.1	Dados de “indicadores de dimensão ambiental”	44
3.1.1	Poluição incorporada	44
3.1.2	Pegada ecológica	45
3.1.3	Avaliação em emergia	45
3.1.4	Avaliação de ciclo de vida (ACV)	46
3.2	Rankeamento setorial	48
3.3	Rankeamento de empresas	52

<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>54</b>
4.1	Limites do ISE, da Lei nº 10.165 e dos “indicadores de dimensão ambiental”	54
4.2	Avaliação de conformidade	56
4.3	Rankeamento setorial	58
4.4	Rankeamento de empresas	60
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>CONTRIBUIÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>ADENDOS</b>	<b>85</b>
	Anexo 1. Atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais	85
	Apêndice 1 – Poluição incorporada	88
	Apêndice 2 – Pegada ecológica	91
	Apêndice 3 – Avaliação em emergia	94
	Apêndice 4 – ACV	101
	Apêndice 5 – ISE	104
	Apêndice 6 – Lei nº 10.165	105
	Apêndice 7 – Base de dados	106
	Apêndice 8 – Base de dados – escala intervalar	107
	Apêndice 9 – Base de dados – escala intervalar relativa	108
	Apêndice 10 – Base de dados – conformidade	109
	Apêndice 11 – Base de dados – média	110
	Apêndice 12 – Base de dados – produtório	111
	Apêndice 13 – Base de dados – ranqueamento setorial	112
	Apêndice 14 – Base de dados – ranqueamento de empresas	113

## 1 INTRODUÇÃO

A biosfera oferece aos sistemas de produção antrópicos todos os insumos e uma enorme variedade de recursos ambientais gratuitos. É o fornecedor principal para todos os sistemas de produção, que não emite nota fiscal e nem cobra hora-extra quando trabalha além dos seus limites.

A reflexão sobre o tema sustentabilidade ambiental, nas mais diversas áreas de estudo, em conjunto com a pressão exercida pela antroposfera sobre a ecosfera, tem aumentado a consciência acerca da interferência dos sistemas de produção nos ecossistemas naturais.

Por mais esforços que são empregados pelos gestores de empresas e investidores em busca da sustentabilidade, a complexa relação dos sistemas produtivos com a biosfera não pode ser mensurada apenas por métricas baseadas em moeda e ganhos com a depleção dos recursos naturais (GAYE, 2007). Indicadores científicos são importantes para avaliar o uso de recursos e impactos pelos sistemas de produção.

Os investidores buscam investir em ações de empresas sustentáveis. Nos últimos anos, a demanda para esse tipo de investimento está sendo fortalecida e é atendida por vários instrumentos no mercado nacional e internacional.

Atendendo a essa demanda, no Brasil, foi criado em 2005, o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) - iniciativa pioneira na América Latina. O Índice é uma ferramenta para análise comparativa do desempenho das empresas listadas na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA). A finalidade desse índice é criar um ambiente de investimento compatível com as demandas de desenvolvimento sustentável da sociedade e estimular práticas mais sustentáveis nas empresas.

Investimentos em empresas sustentáveis geram valor para o acionista, no longo prazo, pois estão mais preparadas para enfrentar riscos econômicos, sociais e ambientais. Integrar o ISE é como ter um selo de

qualidade reconhecido pelo mercado como empresa que atua com sustentabilidade.

## Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é realizar um ranqueamento setorial da dimensão ambiental do ISE da BMF&BOVESPA no biênio 2009/2010. A partir daí, surgem os seguintes objetivos específicos:

- ✓ pesquisar na literatura, ferramentas, técnicas, metodologias e indicadores, doravante denominados “indicadores de dimensão ambiental”, que possam ser utilizados para mensurar cientificamente a interferência<sup>1</sup> dos setores do ISE na biosfera;
- ✓ calcular o impacto da escala econômica dos setores do ISE nos “indicadores de dimensão ambiental”;
- ✓ classificar os “indicadores de dimensão ambiental” segundo os critérios definidos pelo ISE e pela Lei nº 10.165 (baixo, médio e alto);
- ✓ avaliar a conformidade de classificação entre o ISE, a Lei nº10.165 e os “indicadores de dimensão ambiental”;
- ✓ ranquear os setores do ISE, segundo a interferência na biosfera (dimensão ambiental) ancorado na: classificação de impactos ao meio ambiente do ISE; potencial poluidor e utilização de recursos naturais da Lei nº10.165 e “indicadores de dimensão ambiental”;
- ✓ Realizar uma forma de ranqueamento de empresas em conformidade com as determinações do Conselho Deliberativo do ISE, que, a partir de 2008, passou a classificar como aspecto ambiental crítico os setores que utilizam intensivamente recursos N e usando poucos recursos R.

---

<sup>1</sup>A interferência dos setores empresariais do ISE na biosfera será avaliada pela utilização de recursos naturais e potencial de poluição, compreendendo:

- Utilização de recursos renováveis (R); não renováveis (N); econômicos/pagos (F); energia; água e área ocupada (área cultivada, pastagens, área construída, mar e florestas);  
- Impactos nocivos à saúde humana (Is); e  
- Emissão de poluição tóxica e gases de efeito estufa.

## 2 CONCEITOS E REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Conceitos

#### 2.1.1 Sustentabilidade

Os trabalhos científicos relacionados ao tema sustentabilidade são multidisciplinares. Questões ambientais ganharam relevância no bojo do questionamento do caráter predatório dos sistemas de produção para atender as necessidades de consumo da humanidade. No início da década de 1980, a Organização das Nações Unidas (ONU) retomou o debate das questões ambientais, quando a primeira-ministra da Noruega, Grö Harlem Brundtland, chefiou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, para estudar o assunto. O documento final desses estudos chamou-se *Nosso Futuro Comum* ou *Relatório Brundtland*. Apresentado em 1987, propõe o desenvolvimento sustentável, isto é, *“aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”* (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 114).

O termo sustentabilidade é cada vez mais usado como um guia para o futuro da humanidade, principalmente pelas empresas que precisam se apresentar aos *stakeholders*<sup>2</sup> como sustentáveis, na relação empresa – meio ambiente.

---

2 Termo usado pela primeira vez pelo filósofo Robert Edward Freeman (FREEMAN & REED, 1984) que se refere a qualquer pessoa ou entidade que afeta, que é afetada ou tem interesse por uma empresa.

Segundo MIRANDA (2009), não existe relação homem-natureza. Sendo o homem um ser social, existem relações entre os homens por meio da natureza – a natureza é sempre objeto das relações sociais, não sua finalidade. Com o aumento da população no planeta, crescimento do poder econômico e tecnológico, para atender as necessidades de consumo da humanidade, passou-se a atingir os ecossistemas; bacias hidrográficas; florestas; oceanos; continentes; solo, ar e água.

Um conceito foi introduzido por ELKINGTON (1997), em seu trabalho *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21<sup>st</sup> century business*, quando cunhou o termo *triple bottom line* ao criticar o modelo de negócios tradicional, em que somente se consideravam fatores econômicos e financeiros na mensuração dos processos de produção.

A dimensão ambiental da sustentabilidade empresarial é um fator importante na avaliação de desempenho corporativo. É muito raro encontrar uma empresa que não cite o termo sustentabilidade em seus manuais, políticas de negócios e até propaganda. Apesar das contribuições de autores e instituições de pesquisas, mensurar a interferência das atividades de produção sobre a biosfera é uma tarefa complexa.

DALY (1996), um dos ideólogos da Teoria da Sustentabilidade e da Economia Ecológica, sugeriu três condições básicas para definição dos limites sustentáveis e dos fluxos de materiais e de energia de um sistema.

✓ 1<sup>a</sup> Condição da sustentabilidade: a velocidade de uso da fonte de recursos renováveis (R) não deve superar a velocidade de regeneração desses recursos. Por exemplo, a pesca torna-se insustentável quando os peixes são apanhados em uma quantidade maior do que sua capacidade de reprodução.

Para examinar melhor a questão da regeneração da 1<sup>a</sup> condição da sustentabilidade, segundo BARRET & ODUM (2007), regeneração é a razão entre a taxa de processamento e o conteúdo. A regeneração pode ser expressa como uma fração da quantidade total de uma substância em um

compartimento, que é liberado (ou entra) em um dado período de tempo; o tempo de regeneração é o seu recíproco, isto é, o tempo necessário para substituir a quantidade da substância igual à sua quantidade no compartimento. Por exemplo, se estão presentes 1.000 unidades no compartimento e 10 saem ou entram por hora, a taxa de regeneração é de  $10/1.000$  (0,01) ou 1% por hora. O tempo de regeneração seria então  $1.000/10$  ou cem horas. Enquanto uma lagoa pode ter uma taxa de 1 dia para renovar suas minúsculas plantas, plantas terrestres mais longevas de um pasto podem levar 100 dias e as árvores de uma floresta 100 anos.

✓ 2<sup>a</sup> Condição da sustentabilidade: a velocidade de uso da fonte de recursos não renováveis (N) não deve superar a velocidade de desenvolvimento do substituto renovável. Por exemplo, um campo de petróleo poderia ser utilizado de forma sustentável se uma parcela dos recursos financeiros de sua exploração fosse investida em geração de energia de fontes R e plantio de árvores, de forma que, quando o petróleo exaurisse, uma fonte de energia R suficiente ainda estaria disponível para as atividades de produção e consumo.

Segundo McKELVEY (1982), os recursos N não podem ser repostos e suas reservas podem se esgotar pela extração dos sistemas produtivos, ou seja, aquilo que está disponível e é extraído hoje, não estará mais disponível amanhã. Assim, se o desenvolvimento tecnológico de materiais R substitutos ao minério N for inferior a taxa de extração, as reservas de minério podem se exaurir. Entretanto, conforme abordado na 1<sup>a</sup> condição da sustentabilidade, o material substituto R do minério N, deve observar a razão de regeneração (taxa de processamento e o conteúdo) e o tempo necessário para substituir a quantidade da substância igual à sua quantidade no estoque (BARRET & ODUM, 2007).

A relação existente entre os recursos N e R da biosfera com os sistemas de produção é complexa. No processo de produção de bens e serviços, nem todos os recursos N podem ser substituídos por recursos R pelas empresas. Recursos N, cujas reservas se encontram em extinção,

podem ser substituídos por outros recursos N com reservas maiores, como exemplo, a substituição do aço pelo alumínio pela Ford na fabricação de picapes (RAMSEY, 2012).

✓ 3<sup>a</sup> Condição da sustentabilidade: a emissão de poluentes (ou de resíduos) não deve superar a capacidade de absorção da biosfera. Como exemplo, o esgoto não pode escoar para um rio, lago ou reservatório subterrâneo com maior rapidez do que as bactérias e demais organismos conseguem absorver seus nutrientes, sem que eles próprios pressionem e desestabilizem o ecossistema aquático.

Para BROWN (2009), ao analisar a situação da Terra face à utilização intensa dos recursos naturais, a economia depende dos ecossistemas/meio ambiente. Se não há meio ambiente, se tudo está destruído, não há economia. A questão fundamental que envolve a sustentabilidade está associada às atividades cotidianas dos seres humanos (estilo de vida e desejo de consumo) e às atividades das empresas (extração e uso de recursos N e R nos sistemas produtivos e geração de resíduos e impactos aos ecossistemas e às pessoas). Segundo o conceito de sustentabilidade quando se considera a biosfera, essas atividades pode ser um binômio de direções vetoriais opostas, quando o desempenho positivo dos sistemas produtivos mensurados, financeiramente, provoca impactos negativos aos ecossistemas naturais.

### **2.1.2 Mensuração da riqueza pelo valor monetário**

O Produto Interno Bruto (PIB), cuja base de mensuração é o dinheiro, é um indicador de riqueza utilizado por 192 países do planeta. Criado pelo russo naturalizado americano Simon Kuznets, na década de 1930, o objetivo inicial era medir a capacidade de produção de um país inserido na guerra. A partir de então, passou a ser um importante indicador de desenvolvimento econômico de um país (TALBERTH, 2007).

Segundo PHYLLIS (1967), o PIB representa o resultado final da atividade ou a totalidade da renda obtida internamente, expresso em unidades monetárias, sem duplicações, de todos os produtores residentes ou internos ao país nos limites da nação avaliada. A soma dos valores é feita com base nos preços finais de mercado, cuja fórmula de cálculo é:

$$\text{PIB} = C + I + G + EL$$

onde

C = consumo (todos os bens e serviços comprados pela população: bens não duráveis, bens duráveis e serviços).

I = investimento (bens adquiridos para uso futuro: investimento fixo das empresas e variação de estoques).

G = despesa do governo (bens ou serviços adquiridos pelos governos federal, estadual ou municipal).

EL = exportações líquidas (diferença entre exportações e importações).

No cálculo do PIB, os custos sociais e ambientais são considerados externalidades. Por exemplo, um país pode cortar toda a sua floresta e registrar o valor da venda da madeira como ganho no PIB sem que nenhuma perda seja computada. Como as empresas ainda carecem de uma contabilidade ambiental que alcance o meio ambiente, as nações do planeta também ainda não conseguiram tal feito. As contas nacionais ignoram o impacto da produção sobre os recursos naturais. Para cálculo do PIB, consideram-se apenas os ganhos obtidos com a exploração do meio ambiente. Ainda não há uma metodologia padronizada para inserção dos serviços dos ecossistemas e dos recursos naturais no cálculo do PIB.

Existem iniciativas nessa área, como Sistema Integrado de Contas Econômicas Ambientais (SICEA), desenvolvido pela ONU. Citado por DE CARLO (1999), o SICEA foi inicialmente proposto por BARTELMUS & VAN (1991), e desenvolvido com o intuito de compatibilizar as contas ambientais

com as demais contas utilizadas para cálculo do PIB normatizadas pela ONU.

De acordo com SMITH (2006), os objetivos principais do SICEA são:

- ✓ identificar os movimentos econômicos que utilizam recursos naturais da biosfera através de movimentação financeira;
- ✓ relacionar as variáveis ambientais, expressas em unidades físicas com as variáveis da economia, expressas em dinheiro; e
- ✓ apresentar novos indicadores de produto e riqueza que contabilizem as perdas resultantes da degradação e exploração de recursos naturais.

De acordo com BARTELMUS & VAN (1991) e UN (2003), a estrutura básica do SICEA propõe atribuir valores monetários às perdas ambientais provocadas pelo processo de produção do PIB. Todavia, sua limitação principal é a métrica para valorar recursos ambientais – valoração monetária. Estudos-piloto têm sido realizados, usando o SICEA, no México e na Papua-Nova Guiné, mas ainda sem sucesso. Apesar de ter sido formalmente adotado pela ONU em 1993, após um longo e até hoje ainda não concluído processo de debates, o SICEA não se consolidou em conformidade com as diretrizes para a contabilidade ambiental estabelecidas pelo *Integrated Environmental and Economic Accounting* da ONU, cujas principais características são (STEVENS, 2005):

- ✓ segregar e elaborar todos os fluxos e estoques relativos ao meio ambiente das contas tradicionais do PIB;
- ✓ estabelecer conexão direta da contabilidade física dos recursos naturais com a contabilidade financeira e os respectivos balanços e demonstrativos;
- ✓ elaborar e mensurar indicadores dos produtos e rendas ambientalmente ajustados; e

- ✓ atender às principais finalidades de um sistema contábil corporativo, proporcionando informações de apoio para gestores de empresas nas atividades de planejamento dos negócios.

De acordo com STEVENS (2005), é pequeno o número de países que tentam estruturar o SICEA. Em 2006, a Divisão de Estatísticas da ONU fez uma pesquisa entre os 192 países membros sobre esse tema (UN, 2007), dos 100 países que deram retorno, 49 confirmaram a existência desse programa.

Em conformidade com a iniciativa do SICEA, KASSAI *et al.* (2012), ao elaborar o balanço patrimonial de países com base nos cenários de mudanças climáticas e de aquecimento global apontados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), da ONU, utilizando conceitos das áreas de biologia, energia, geociência, economia e contabilidade, defendem que os passivos ambientais, inicialmente vistos como mera provisão diante de reclamações de terceiros, quando alinhados com a contabilidade social de intangíveis, caminha para o reconhecimento das questões ambientais.

As questões ambientais emergentes expandem os significados tradicionais de ativos e passivos contábeis, relacionando-os com a preservação de toda biosfera. É como uma prestação de contas à Humanidade, em que a ciência contábil não deve se limitar a aspectos normativos, auditorias e tribunais de contas, mas à consciênciade cada cidadão, valores implícitos nos conceitos de equilíbrio e *accountability*<sup>3</sup> (KASSAI *et al.*, 2012).

---

<sup>3</sup>Prestação responsável de contas. Princípio de governança corporativa, em que o principal executivo da empresa e o diretor financeiro devem divulgar informações previstas em lei assegurando que: não há falsas declarações ou omissões de fatos relevantes; as informações revelam corretamente a posição financeira, os resultados das operações e os fluxos de caixa e divulgaram aos auditores e ao comitê de auditoria todas as deficiências significativas que, eventualmente, há nos controles internos (ANDRADE & ROSSETTI, 2006).

### 2.1.3 Indicadores de sustentabilidade

O termo indicador é originário do Latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar e/ou estimar (HAMMOND *et al.*, 1995). Segundo GALLOPIN (1996), os indicadores mais relevantes são aqueles que resumem e simplificam as informações e fazem com que certos fenômenos complexos ocorridos na realidade se tornem mais aparentes - aspecto importante na questão da sustentabilidade.

Os indicadores apresentados a uma sociedade influenciam o modo como essa vê a realidade, constituindo modelos conceituais que formam um paradigma. Os indicadores refletem parcialmente a realidade, baseando-se em modelos conceituais e/ou mensurações simplificadas, devido ao fato de serem baseados em valores e perspectivas dos pesquisadores, têm imperfeições e incerteza associadas (MEADOWS, 1998).

TUNSTALL (1994) defende o uso de indicadores a partir de suas funções principais:

- ✓ avaliação de condições;
- ✓ avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- ✓ fornecimento de informações de advertência; e
- ✓ antecipação de futuras condições e tendências.

Para COLLEN *et al.* (2008), na mensuração de variáveis complexas, como a sustentabilidade, a construção de métricas e indicadores acabam por apresentar dificuldades operacionais. Citam como exemplo, a dificuldade de medir os ecossistemas do planeta, sendo necessária atribuição de estimativas e analogias. As estimativas, por natureza, são susceptíveis de polêmica e contestação, porque podem ter um grau de subjetividade associado. A questão agrava-se ainda mais, quando se pretende quantificar recursos naturais recorrendo a valores monetários, pois para esses casos, o grau de subjetividade é ainda maior.

Em relação a mensuração de aspectos ligados à sustentabilidade, a seleção de variáveis e de indicadores para um determinado sistema, é inevitável alguma subjetividade inerente, dado que o conceito de sustentabilidade é multidisciplinar e varia de acordo com diferentes linhas de pesquisas (WILSON *et al.*, 2006).

Há uma grande quantidade de métricas, indicadores e ferramentas para mensuração de sustentabilidade. Segundo KERK & MANUEL (2008), não há métricas atuais que fornecem uma percepção completa sobre todos os aspectos relevantes da sustentabilidade de forma transparente, simples e facilmente compreendida, apesar dos indicadores de sustentabilidade serem, cada vez mais, reconhecidos como ferramentas úteis na tomada de decisão política e na comunicação pública, reunindo informação sobre os países, setores econômicos, empresas, produtos e processos, e seus desempenhos nas dimensões ambiental, econômica e social.

Segundo PULSELLI *et al.* (2008), ao analisar a mensuração da sustentabilidade, face à complexidade do processo e grande quantidade de indicadores existentes, em conformidade com Comissão da ONU sobre o desenvolvimento sustentável (CDS)<sup>4</sup> e Resolução A/RES/47/191 da ONU<sup>5</sup>, um indicador de sustentabilidade deve reunir e contemplar os seguintes requisitos:

- ✓ fundamentado em sólida base científica reconhecida pela comunidade internacional;
- ✓ relevante para englobar os aspectos cruciais do desenvolvimento sustentável, incluindo aspectos locais e globais;
- ✓ transparente para que seja compreendido pelo público não especializado no tema, apesar da sua complexidade;

---

<sup>4</sup>Criada em 29 de janeiro de 1993, pela Assembleia Geral da ONU, por meio da Resolução A/RES/47/191 (UN, 1993).

<sup>5</sup>Resolução 47/191, de 22 de dezembro de 1992, *Institutional arrangements to follow up the United Nations Conference on Environment and Development*, A/RES/47/191, 29 January 1993 (UN, 1993).

- ✓ quantificável e ancorado em dados disponíveis ou fáceis de se obter e atualizar; e
  - ✓ limitado em quantidade, dependendo da finalidade de uso.

## 2.1.4 Investidores e bolsa de valores

Segundo GIANNETTI (*in DI AGUSTINI*, 2009), a bolsa de valores é o espaço em que as empresas podem obter capital, estimulando a atividade empreendedora e gerando acúmulo de capital. A Figura 1 apresenta os principais componentes do sistema de investimento intermediado pela bolsa de valores.

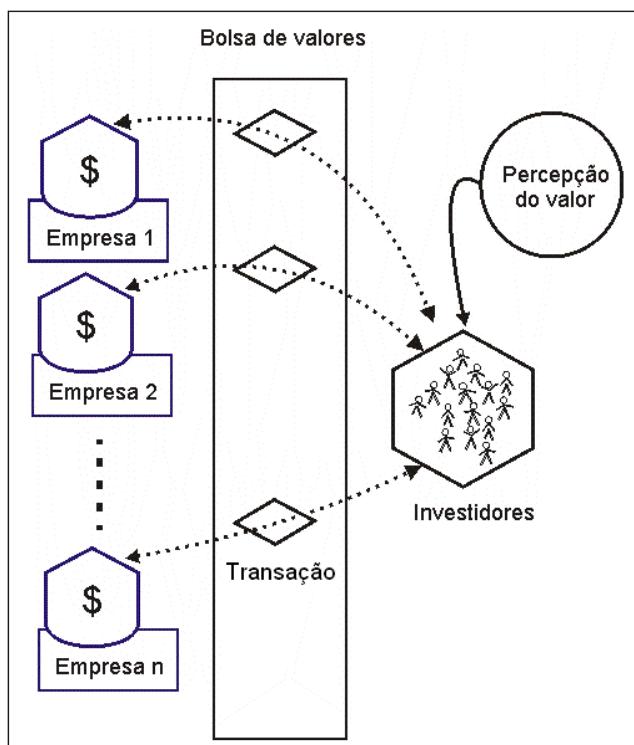


Figura 1. Representação dos fluxos de capital pela bolsa de valores.  
Fonte: GIANNETTI (in DI AGUSTINI, 2009, p. 16).

Entre as diferentes escolhas de investimento, a percepção do valor das ações e das empresas é muito importante para a tomada de decisão do

investidor, influenciada pela liquidez, retorno e risco, mensurados com informações objetivas e subjetivas, provenientes da bolsa de valores e de outras fontes.

Segundo SHIRREFF (2004), a bolsa de valores surgiu de um pântano que era a Holanda há mil anos. Os holandeses aprenderam a domar a natureza, construíram represas, canais e moinhos para bombar águas. Os nomes das grandes cidades holandesas ecoam esse passado: *dam* significa represa, daí Amsterdam e Rotterdam. Até os sobrenomes das pessoas: Van Damme, da represa; Van Dijck do dique.

Antes do Renascimento, a Holanda já era uma república e controlava um volume de comércio maior do que o da Inglaterra e França juntas. As especiarias asiáticas já eram apreciadas pelos europeus. Os indianos enchiam barcos com as especiarias e velejavam até a Península Arábica para vender. De lá, os temperos eram transportados em lombos de camelos até o Egito, onde eram revendidos para intermediários por Alexandria. Os venezianos tinham firmado um contrato exclusivo com os egípcios para revender as especiarias - inspiração para Shakespeare em O Mercador de Veneza (FERREIRA, s/d).

Dom João II, Rei de Portugal, decidiu investir na busca de especiarias direto na Índia para ganhar dinheiro e baratear o preço. Quando uma expedição saia à Índia, cerca de metade das caravelas conseguia voltar. Em 1502, Vasco da Gama partiu pela segunda vez à Índia com 20 navios fortemente armados. Voltou a Portugal em 1503 com 13 navios e 1.700 ton de especiarias – praticamente a mesma quantidade que Veneza importava do oriente por ano (FERNANDÉS-ARMESTO, 2009).

Na época, os holandeses também eram bons navegadores e como o risco das expedições era muito alto, o governo holandês uniu seis Companhias das Índias, formando uma grande estatal - a primeira mega corporação da história: Vereennigde Nederlandssche Oostindische Compagnie. Dividiram o capital da empresa em milhares de pedaços (ações)

para vender à população que era convidada a ser sócia. Um local para vender as ações foi construído e recebeu o nome de *bourse* (bolsa). Muitos investidores se interessavam pela nova atração, até um hotel foi construído em frente ao local da *bourse* - Hôtel des Bourses. O nome ação vem do termo empreitada, já que o dinheiro era destinado a financiar difíceis empreitadas à Índia para comprar especiarias. Se os navios voltassem das viagens com especiarias, os investidores receberiam uma parte dos lucros do negócio (dividendos).

Na época, a Espanha estava em guerra com a Holanda e os ataques e saques a navios não eram raros – tanto que os navios mercantes eram fortemente armados com canhões. Boatos que os navios estavam voltando carregados com especiarias – sinal de bastante lucro, o preço das ações subia na *bourse*. Mas, quando surgia informação de que os navios tinham sido atacados e afundados, o preço das ações caia na *bourse*.

### **2.1.5 Investimento e sustentabilidade**

Para aprofundar a discussão sobre esse tema, a Figura 2 amplia a percepção do diagrama da Figura 1. Fluxos e componentes importantes na sustentabilidade do sistema estão destacados, na Figura 2, com linhas mais grossas (GIANNETTI, *in* Di AGUSTINI, 2009).

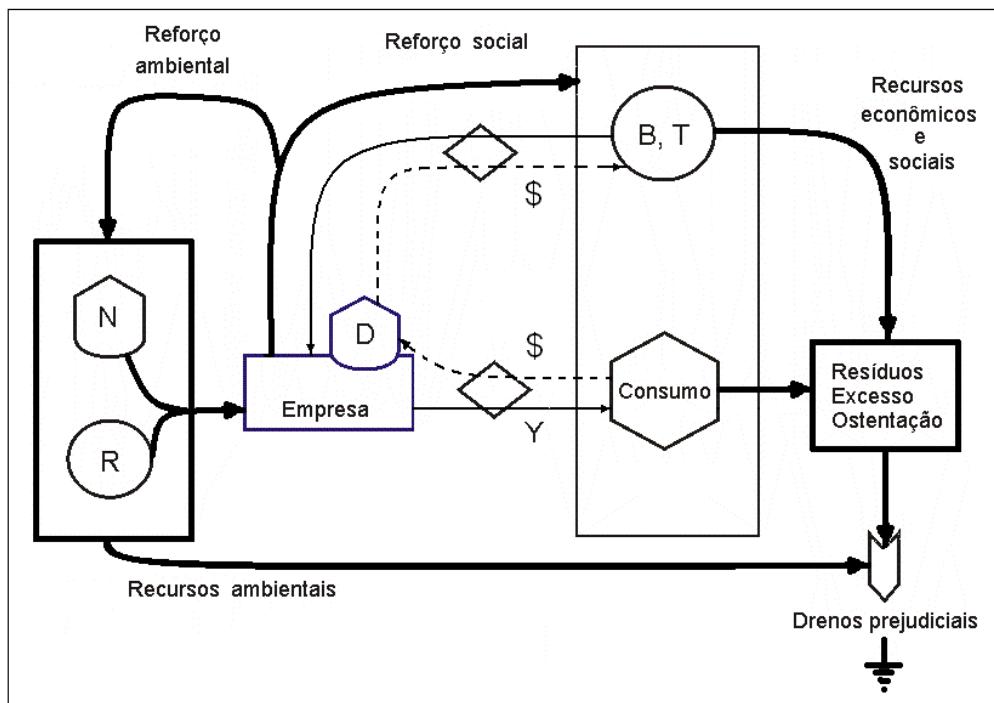


Figura 2. Fluxos e componentes importantes na valoração do investimento socialmente responsável.

Fonte: GIANNETTI (in DI AGUSTINI, 2009, p. 19).

Segundo GIANNETTI (in DI AGUSTINI, 2009), os fluxos dos recursos e serviços da natureza são imprescindíveis para o funcionamento do sistema econômico e social. Na Figura 2, os recursos ambientais são diferenciados em recursos R e N. Outro fato a destacar é que os recursos naturais não são acompanhados pelo fluxo de dinheiro.

No processo de busca do valor sustentável das empresas pelos investidores, a natureza do crescimento econômico é fundamental para compreender melhor a relação entre crescimento econômico e investimento, onde:

$$D \rightarrow A \rightarrow D'$$

D é o dinheiro, A é uma atividade econômica e → é o símbolo do fluxo de dinheiro. O investimento é feito com a expectativa que  $D' > D$ , ou seja, a

obtenção de mais moeda. Para um empreendedor, o interesse não é o acúmulo de produtos (bens ou serviços), mas o de dinheiro.

A atividade A pode ser representada por:

$$(B, T) \Rightarrow Y$$

sendo B os bens instrumentais, T o trabalho necessário para que ocorra o processo, resultando no produto (bem ou serviço) Y e o símbolo  $\Rightarrow$  representa o processo.

Dessa forma, o sistema de produção é representado pela equação:

$$D \rightarrow (B, T) \Rightarrow Y \rightarrow D'; \text{ tendo como expectativa pelos investidores que } D' > D$$

Do ponto de vista do agente empreendedor, o capital investido D possibilita adquirir e organizar os bens instrumentais (B) e o trabalho (T). A intensidade do investimento está fundamentada na expectativa da venda futura dos bens ou serviços que irão ser produzidos. A expectativa do empreendedor baseia-se nos planos da empresa que são muito influenciados pelas condições econômicas do mercado.

O dinheiro somente circula na parte direita da Figura 2, sendo empregado nas transações por recursos fornecidos pelo mercado, pelos serviços e produtos (bens ou serviços) gerados. Não é empregado dinheiro na produção ambiental, que fornece recursos e serviços gratuitos, como água limpa, solo fértil, boas condições climáticas, entre outros, para o suporte da vida na sociedade e para a economia. Esses recursos gratuitos são produzidos no sistema ambiental, que faz parte do sistema de sobrevivência com o de produção de alimentos.

Como o dinheiro é empregado para pagar as pessoas e raramente para recompensar o meio ambiente por sua contribuição, o valor de mercado

não pode ser empregado para determinar a real riqueza recebida do meio ambiente. Quando os recursos ambientais são abundantes, pouco trabalho é necessário para sua exploração, os custos são baixos e os preços subestimam a real contribuição para o sistema econômico. Por outro lado, recursos escassos terão no sistema econômico preços elevados. Preços de mercado não são proporcionais à contribuição dada à economia pelos recursos do meio ambiente. Outro aspecto importante para o investidor socialmente responsável, representado na Figura 2, são os drenos prejudiciais à sustentabilidade.

#### **2.1.6 Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE)**

O ISE da BM&FBOVESPA, criado em 2005, é o quarto indicador do tipo no mundo e o primeiro na América Latina. Compara o desempenho de empresas listadas na BM&FBOVESPA sob os aspectos da sustentabilidade (MARCONDES & BACARJI, 2010).

É um índice de ações referencial para os investimentos socialmente responsáveis, composto por empresas, que se destacam em sustentabilidade no longo prazo. O Conselho Deliberativo é composto por membros das seguintes instituições: ABRAPP; ANBID; APIMEC; BM&FBOVESPA; ETHOS; IBGC; IFC; MMA e PNUMA. A Fundação Getulio Vargas (FGV) é a instituição responsável pela pesquisa e metodologia do ISE. No biênio 2009/2010, o ISE era composto por 32 empresas participantes, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1. Empresas participantes do ISE no biênio 2009/2010.**

Empresa	Setor
BRF FOODS	Produção de alimentos
TELEMAR	Serviços de telecomunicações
GERDAU	Siderurgia e metalurgia
ITAUUNIBANCO	Instituição financeira
VIVO	Serviços de telecomunicações
USIMINAS	Siderurgia e metalurgia
EMBRAER	Produção de aeronaves
BRADESCO	Instituição financeira
NATURA	Produção de cosméticos e higiene e limpeza
CEMIG	Geração e distribuição de energia elétrica
ELETROBRAS	Geração e distribuição de energia elétrica
SABESP	Abastecimento de água e esgoto sanitário
TIM	Serviços de telecomunicações
DASA	Análises clínicas e medicina diagnóstica
BRASKEM	Indústria petroquímica
FIBRIA	Produção de papel e celulose
SUZANO PAPEL	Produção de papel e celulose
DURATEX	Fabricação de painéis de madeira aglomerada
CPFL ENERGIA	Geração e distribuição de energia elétrica
SUL AMERICA	Instituição financeira
TRACTEBEL	Geração e distribuição de energia elétrica
CESP	Geração e distribuição de energia elétrica
BANCO DO BRASIL	Instituição financeira
COPEL	Geração e distribuição de energia elétrica
ELETROPAULO	Distribuição de energia elétrica
AES TIETE	Geração de energia elétrica
REDECARD	Credenciamento transações com cartões de pagamento
ENERGIAS BR	Geração e distribuição de energia elétrica
EVEN	Construção e engenharia civil
INDS ROMI	Indústria de máquinas/ferramentas
LIGHT	Distribuição de energia elétrica
COELCE	Distribuição de energia elétrica

Fonte: BM&FBOVESPA (2010).

Para o biênio 2009/2010, o ISE classificou os setores empresariais e seus respectivos impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2. Setores e impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes do ISE.**

Setor	Impacto ao meio ambiente	Aspectos ambientais relevantes
Água, Saneamento e Energia Elétrica	Alto	Consumo intensivo de recursos naturais e interferências no território
Extrativistas: mineração, papel e celulose, petróleo e gás, siderurgia etc.	Alto	Consumo de recursos naturais e emissões (processo produtivo)
Transformação: laticínios, produtos uso pessoal, máquinas e equipamentos, medicamentos etc.	Alto	Consumo de matérias-primas e emissões (processo produtivo)
Logística e armazenagem: transporte aéreo, rodoviário, serviços de armazenagem etc.	Médio	Emissões
Serviço: exploração de rodovias, análises e diagnósticos, telefonia etc.	Baixo	Consumo de energia, água e materiais (processos administrativos)
Setor financeiro	Sem classificação	Aspectos indiretos, consumo de energia, água e materiais

Fonte: BM&FBOVESPA (2010).

As classificações alto, médio e baixo de impacto ao meio ambiente do ISE representam uma posição hierárquica do setor em relação à interferência da empresa integrante no território, envolvendo: consumo de recursos N e R, emissões do processo produtivo, consumo de energia, água e materiais.

Impacto ao meio ambiente pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e/ou a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

O conceito de sustentabilidade empresarial adotado pelo ISE envolve várias dimensões, cuja dimensão ambiental representa 62% do total de pesos para inclusão de uma empresa no índice, conforme apresentado na Figura 3.

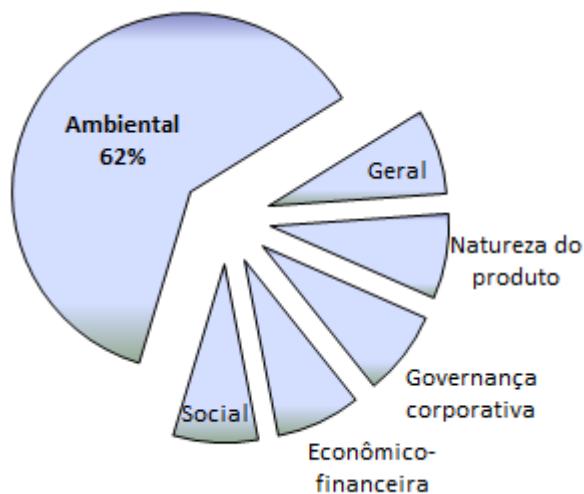


Figura 3. Proporção da dimensão ambiental do ISE.  
Fonte: ISE METODOLOGIA (2012).

A partir de 2011, a BM&FBOVESPA e a FGV passaram a divulgar a metodologia de cálculo para inserir a empresa no ISE. A base do processo de seleção das empresas que compõem a carteira do ISE é um questionário avaliando diferentes dimensões da sustentabilidade empresarial.

Na metodologia adotada, é atribuído o mesmo peso (100) a cada uma das dimensões do questionário. Cada dimensão é subdividida em critérios, e os pesos desses critérios são definidos pela relevância do tema no contexto atual da gestão empresarial e das demandas da sociedade. São privilegiadas as práticas de gestão e o desempenho (ISE METODOLOGIA, 2012).

Na dimensão ambiental, os pesos dos critérios são apresentados na Tabela 3, em que o ISE atribui maior grau de ponderação para o requisito gestão.

**Tabela 3. Percentual dos pesos da dimensão ambiental.**

Critério	Peso
Política	10,83%
Gestão	40,83%
Desempenho	31,67%
Cumprimento legal	16,67%

Desde a sua criação, em dezembro de 2005, até 2011, o ISE apresentou taxa de crescimento superior ao do Ibovespa, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4. Taxas de crescimento do ISE e do Ibovespa.**

Ano	Taxa de crescimento (%)	
	ISE	Ibovespa
2006	+37,80	+32,90
2007	+40,40	+43,60
2008	-41,10	-41,20
2009	+66,40	+82,60
2010	+5,80	+1,00%
2011	-6,70%	-17,90%
Acumulado	+87,18	+69,91
Média anual	+11,02	+9,24
Média mensal	+0,87	+0,74

Fonte: BM&FBOVESPA (2012).

Apesar do desempenho do ISE ser superior ao desempenho do Ibovespa no período de 2006 a 2011, até 2010 o Ibovespa apresentava desempenho superior ao ISE. Uma das possíveis causas é a percepção de valor do ISE pelos investidores só a partir de 2010 (Figura 4).

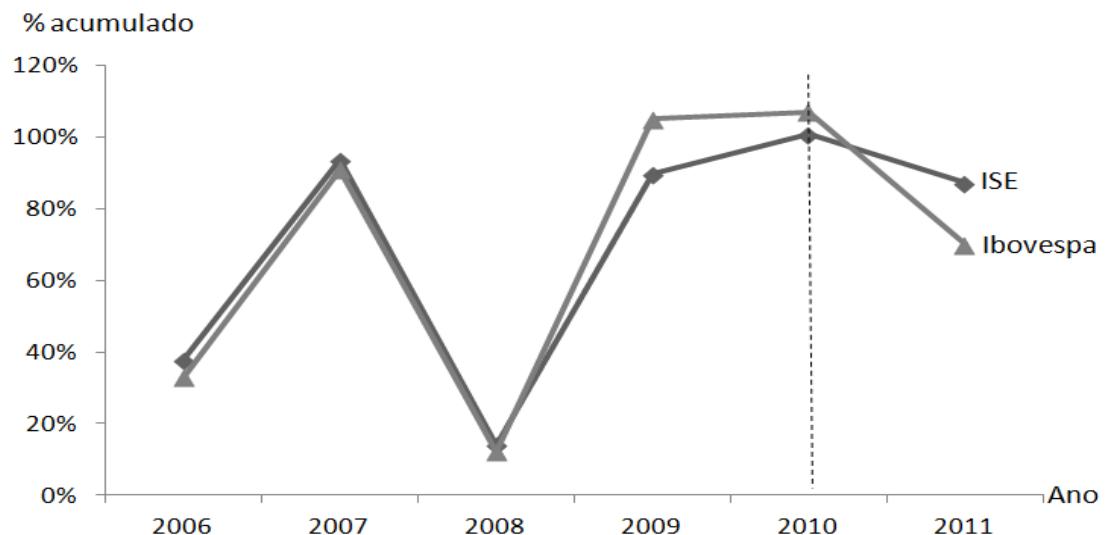


Figura 4. Comportamento do ISE e do Ibovespa.

A carteira do ISE é revisada anualmente e sua formação é feita através de empresas pré-selecionadas, que respondem os questionários, e o Conselho Deliberativo escolhe aquelas com melhor classificação. A Tabela 5 apresenta as várias dimensões e respectiva quantidade de questões dos questionários enviados às empresas, de 2005 até 2011.

**Tabela 5. Quantidade de questões do ISE.**

Dimensão	2005/6	2006/7	2007/8	2008/9	2009/10	2010/11
Geral	7	9	10	10	15	16
Natureza do produto/serviço	0	5	7	8	8	7
Governança corporativa	36	40	40	40	37	37
Econômico-financeira	16	18	22	18	20	21
Social	33	40	37	41	49	51
Ambiental	32	36	35	170	168	186
Ambiental para instituições financeiras	17	19	22	19	19	19
Mudanças climáticas	0	0	0	0	0	16
<b>Ambiental</b> (% do total geral)	<b>49</b> (35%)	<b>55</b> (33%)	<b>57</b> (33%)	<b>189</b> (62%)	<b>187</b> (59%)	<b>221</b> (63%)
<b>Total geral</b>	<b>141</b>	<b>167</b>	<b>173</b>	<b>306</b>	<b>316</b>	<b>353</b>

Fonte: BM&FBOVESPA (2011a).

A área demarcada na Tabela 5 mostra a dimensão ambiental na quantidade de questões do ISE de 2005 até 2011, cuja representação passou de 35%, em 2005, para 63%, em 2011, ou seja, a importância da dimensão ambiental vem aumentando desde 2005.

Em 2008, o questionário enviado às empresas elegíveis ao ISE passou a contemplar aspectos ambientais considerados críticos pelo Conselho Deliberativo do ISE: recursos naturais<sup>6</sup> N e R. Os setores Cervejas e Refrigerantes, Cigarro e Fumo, Madeira, Papel e Celulose; Água e Saneamento e Energia Elétrica (geração e transmissão) são classificados

<sup>6</sup>Denominação aplicada a todas as matérias primas (R e N), obtidas diretamente da natureza e aproveitáveis pelo homem. São classificados como recursos R ou N em função do tempo necessário para a sua reposição. Os recursos N incluem substâncias que não podem ser recuperadas em um curto período de tempo como, por exemplo, petróleo e minérios em geral. Os recursos R são aqueles que podem se renovar ou podem ser recuperados, com ou sem interferência humana, como as florestas, luz solar, ventos e a água.

como utilizadores de recursos naturais R. Os setores Artefatos de Cobre; Ferro e Aço; Fertilizantes; Minerais Metálicos; Petróleo e Gás (Exploração e ou Refino); Petroquímicos e Siderurgia são classificados como utilizadores de recursos naturais N.

O ISE classifica como utilizadores de matérias-primas e insumos críticos no aspecto ambiental, setores e atividades produtivas ligadas a: acessórios; fios e tecidos; armas e munições; automóveis e motocicletas; alimentos diversos; brinquedos e jogos; calçados; computadores e equipamentos; construção civil; construção pesada; couro; defensivos; embalagens; equipamentos elétricos; eletrodomésticos; exploração de rodovias (considerando as atividades de duplicação, manutenção, ampliação); laticínios; máquinas e equipamentos agrícolas e de transporte; máquinas e equipamentos hospitalares; máquinas e equipamentos industriais; material aeronáutico; material ferroviário; material rodoviário; montadoras de bicicletas; motores, compressores; produtos de limpeza; produtos de uso pessoal; utensílios domésticos e vestuário.

O ISE considera como impacto ambiental crítico, o impacto ambiental que, em função de critérios técnicos (severidade, reversibilidade, magnitude, abrangência espacial), sociais ou legais, demanda ações específicas de prevenção, controle e monitoramento.

Em 2009, foi incluso no questionário formulários para apresentação de documentação comprobatória da dimensão ambiental. O formulário contém as seguintes informações: logo e nome da empresa; data de aprovação da política ambiental; nome, cargo e endereço eletrônico do principal signatário da política ambiental; endereço eletrônico para acesso ao texto da política ambiental; data de divulgação da política ambiental; instrumento de monitoramento de resultados e data, nome, cargo e assinatura do responsável em prestar as informações do questionário.

No biênio 2009/2010 o ISE era composto de 15 setores com 34 empresas listadas, conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6. Setores do ISE e escalas econômicas.**

Setor	Escala econômica ISE 2009 (US\$10 <sup>6</sup> )
Indústria de máquinas/ferramentas	238
Construção civil	585
Análises clínicas e medicina diagnóstica	695
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	720
Credenciamento de estabelecimento com cartões	1.213
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	2.124
Abastecimento de água e esgoto sanitário	2.456
Produção de aeronaves	4.012
Produção de papel e celulose	4.983
Indústria petroquímica	7.634
Produção de alimentos	7.963
Siderurgia e metalurgia	18.756
Serviços de telecomunicações	25.939
Geração e distribuição de energia elétrica	34.089
Instituição financeira	116.393

Fonte: BM&FBOVESPA (2011b).

A escala econômica da Tabela 6 representa o faturamento líquido em reais das empresas participantes do ISE nos respectivos setores, convertido em dólares norte-americanos, pela cotação média da paridade da moeda em 2009.

### **2.1.7 Princípios para o Investimento Responsável da ONU (PRI)**

A procura por investimentos sustentáveis e rentáveis pelos investidores foi também observada pela ONU, quando desenvolveu um filtro socioambiental denominado PRI para auxiliar os investidores a decidir por projetos e empresas comprometidas com o meio ambiente. O apoio combinado do Pacto Global da ONU, de iniciativa da *United Nation Environmental Programme (UNEP)*, tem ajudado a tornar o PRI um conjunto das melhores práticas globais para o investimento responsável.

O PRI começou no início de 2005, quando o então Secretário-Geral da ONU, Kofi Annan, convidou os principais investidores do mundo para integrar um processo de desenvolvimento dos princípios. Representantes dos investidores e da comunidade acadêmica participaram em conjunto com a coordenação pela UNEP e Pacto Global da ONU. O PRI foi lançado em abril de 2006 na Bolsa de Valores de Nova Iorque pelo Secretário-Geral da ONU (UNEP, 2008).

As questões ambientais podem afetar o desempenho dos investimentos. Os PRI fornecem uma estrutura para auxiliar os investidores avaliarem tais questões. São voluntários e não prescritivos, fornecem uma variedade de ações possíveis para incorporar as questões relativas ao meio ambiente, sociedade e governança à tendência atual de tomada de decisões em investimentos e práticas de detenção de ativos financeiros.

Segundo UNEP (2008), as instituições signatárias do PRI se comprometem com os seguintes princípios básicos:

- ✓ incorporar questões de natureza ambiental, social e governança corporativa (ASG) nas análises de investimento, nos processos de tomada de decisão e nas práticas de detenção de ativos de investimentos;
- ✓ buscar a transparência adequada nas empresas em relação às questões de ASG;
- ✓ promover a aceitação e implementação dos PRI no conjunto de investidores institucionais; e
- ✓ divulgar atividades e progressos em relação à implementação dos PRI.

Segundo PRI (2012), há no planeta 986 signatários, cuja participação do Brasil está apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7. Signatários do PRI.**

	<b>Total de signatários</b>	<b>Brasil</b>
Investidores	247	16
Gestores de investimentos	578	25
Empresas de serviços	161	13
<b>Total</b>	<b>986</b>	<b>54</b>

Fonte: PRI (2012).

A Tabela 8 apresenta os 16 investidores brasileiros, pessoa jurídica signatários do PRI.

**Tabela 8. Investidores brasileiros signatários do PRI.**

Banesprev
Celpos
Fundação Banco Central de Previdência Privada
Economus
Fundação COELBA de Previdência Complementar
FASERN
Forluz
Funcef
Fundação CESP
Inframprev
Petros
Postalis
PREVI
Real Grandeza
SISTEL
Valia

Fonte: PRI (2012).

A ONU ainda não desenvolveu sanções legais para os signatários com atuação não conforme com o PRI. Foram elaborados para serem aderidos voluntariamente, não há mecanismos de controle e auditoria, e não há um padrão de métricas para apoiar as decisões dos investidores.

## 2.1.8 Lei nº 10.165

A Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, assim como seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (BRASIL, 2000). A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

- ✓ ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- ✓ racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- ✓ planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- ✓ proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- ✓ controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- ✓ incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- ✓ acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- ✓ recuperação de áreas degradadas;
- ✓ proteção de áreas ameaçadas de degradação; e
- ✓ educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitar-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Algumas definições são previstas na Lei nº 10.165 (BRASIL, 2000):

- ✓ meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;
- ✓ degradação da qualidade ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente;
- ✓ poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;
- ✓ poluidor é a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental; e
- ✓ recursos ambientais é a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

As atividades econômicas são classificadas em baixo, médio e alto, segundo o potencial poluidor e utilização de recursos naturais (BRASIL, 2000), ver Anexo 1.

As classificações alto, médio e baixo de potencial poluidor e utilização de recursos naturais da Lei nº 10.165 representam uma posição hierárquica do setor em relação a interferência da empresa territorial.

## 2.2 Revisão da literatura

Não se encontrou na literatura pesquisada, obras que focalizam diretamente aspectos relacionados com esta proposta. Assim, procurou-se conhecer o que já foi desenvolvido por outros pesquisadores com aderência ao objetivo estabelecido.

A coleta de publicações foi filtrada em pesquisas nas plataformas de Periódicos CAPES (CAPES, 2011), SCOPUS (SCOPUS, 2011) e SCIRUS *for scientific information* (SCIRUS, 2011), extraídas em setembro de 2011, cujos resultados são:

### 2.2.1 Resultados das pesquisas nas plataformas CAPES e SCOPUS/SCIRUS

Na plataforma de Periódicos CAPES, havia cerca de 460.000 artigos indexados e dissertações e teses defendidas desde 1987 (CAPES NOTÍCIAS, 2011).

A Tabela 9 apresenta os resultados da pesquisa na plataforma de Periódicos CAPES (CAPES, 2011) com as respectivas palavras chaves de interesse desta pesquisa.

**Tabela 9. Dissertações e teses na plataforma de Periódicos CAPES.**

Palavra(s) chave(s)	Quantidade	
	Mestrado	Doutorado
Sustentabilidade	4.252	1.127
Sustentabilidade E Mercado de Capitais	12	3
Sustentabilidade E ISE	15	2
Sustentabilidade E Índice de Sustentabilidade Empresarial	74	13
Sustentabilidade E BM&FBOVESPA	3	0
Sustentabilidade E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros	1	0
Emergia	5.365	1.865
Emergia E Mercado de Capitais	6	3
Emergia E ISE	0	0
Emergia E Índice de Sustentabilidade Empresarial	2	1
Emergia E BM&FBOVESPA	0	0
Emergia E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros	0	0
Avaliação de ciclo de vida	852	344
Avaliação de ciclo de vida E Mercado de Capitais	0	1
Avaliação de ciclo de vida E ISE	0	0
Avaliação de ciclo de vida E Índice de Sustentabilidade Empresarial	2	0
Avaliação de ciclo de vida E BM&FBOVESPA	0	0
Avaliação de ciclo de vida E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros	0	0
Pegada ecológica	35	9
Pegada ecológica E Mercado de Capitais	0	0
Pegada ecológica E ISE	0	0
Pegada ecológica E Índice de Sustentabilidade Empresarial	0	0
Pegada ecológica E BM&FBOVESPA	0	0
Pegada ecológica E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros	0	0
Análise termodinâmica	697	396
Análise termodinâmica E Mercado de Capitais	0	0
Análise termodinâmica E ISE	0	0
Análise termodinâmica E Índice de Sustentabilidade Empresarial	0	0
Análise termodinâmica E BM&FBOVESPA	0	0
Análise termodinâmica E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros	0	0
Lei 10.165	0	0
Lei 10.165 E Mercado de Capitais	0	0
Lei 10.165 E ISE	0	0
Lei 10.165 E Índice de Sustentabilidade Empresarial	0	0
Lei 10.165 E BM&FBOVESPA	0	0
Lei 10.165 E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros	0	0

Os registros de obras encontradas pelos filtros aplicados (palavras chaves) foram avaliados segundo os resumos (*abstract*) disponibilizados, e, apesar desses trabalhos selecionados fornecerem uma visão do estado da arte relativa aos temas pesquisados, não foi possível encontrar dissertação e/ou tese que pudesse ser classificada como similar ou correlata aos objetivos propostos nesta.

A Tabela 10 apresenta os resultados da pesquisa na plataforma SCOPUS (SCOPUS, 2011) e SCIRUS (SCIRUS, 2011) com as palavras chaves selecionadas.

**Tabela 10. Literatura técnico-científica da plataforma SCOPUS/SCIRUS.**

Palavra(s) chave(s)	Quantidade
<i>Sustainable</i>	111.725
<i>Sustainable AND Capital market</i>	697
<i>Sustainable AND Stock market</i>	370
<i>Sustainable AND Industry sectors</i>	381
<i>Sustainable AND DJSI</i>	9
<i>Sustainable AND Dow Jones Sustainability Indexes</i>	24
<i>Sustainable AND NYSE</i>	1
<i>Sustainable AND New York Stock Exchange</i>	1
<i>Sustainability</i>	50.028
<i>Sustainability AND Capital market</i>	325
<i>Sustainability AND Stock market</i>	180
<i>Sustainability AND Industry sectors</i>	1.189
<i>Sustainability AND DJSI</i>	8
<i>Sustainability AND Dow Jones Sustainability Indexes</i>	42
<i>Sustainability AND NYSE</i>	0
<i>Sustainability AND New York Stock Exchange</i>	0
<i>Emergency</i>	626
<i>Emergency AND Capital market</i>	0
<i>Emergency AND Stock market</i>	0
<i>Emergency AND Industry sectors</i>	7
<i>Emergency AND DJSI</i>	0
<i>Emergency AND Dow Jones Sustainability Indexes</i>	0
<i>Emergency AND NYSE</i>	0
<i>Emergency AND New York Stock Exchange</i>	0
<i>Life Cycle Assessment/Analysis/Inventory</i>	117.673
<i>Life Cycle Assessment AND Capital market</i>	21
<i>Life Cycle Assessment AND Stock market</i>	0
<i>Life Cycle Assessment AND Industry sectors</i>	2
<i>Life Cycle Assessment AND DJSI</i>	0
<i>Life Cycle Assessment AND Dow Jones Sustainability Indexes</i>	0
<i>Life Cycle Assessment AND NYSE</i>	0
<i>Life Cycle Assessment AND New York Stock Exchange</i>	0
<i>Ecological footprint</i>	1.344
<i>Ecological footprint AND Capital market</i>	4
<i>Ecological footprint AND Stock market</i>	0
<i>Ecological footprint AND Industry sectors</i>	23
<i>Ecological footprint AND DJSI</i>	0
<i>Ecological footprint AND Dow Jones Sustainability Indexes</i>	0
<i>Ecological footprint AND NYSE</i>	0
<i>Ecological footprint AND New York Stock Exchange</i>	0
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis</i>	376
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND Capital market</i>	0
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND Stock market</i>	0
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND Industry sectors</i>	9
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND DJSI</i>	0
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND Dow Jones Sustainability Indexes</i>	0
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND NYSE</i>	0
<i>Thermodynamic Input-Output Analysis AND New York Stock Exchange</i>	0
<i>Lei 10.165</i>	0
<i>Lei 10.165 E Mercado de Capitais</i>	0
<i>Lei 10.165 E ISE</i>	0
<i>Lei 10.165 E Índice de Sustentabilidade Empresarial</i>	0
<i>Lei 10.165 E BM&amp;FBOVESPA</i>	0
<i>Lei 10.165 E Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros</i>	0

No processo de investigação acerca da literatura pertinente, quando aplicados filtros, do tema geral para o específico, a quantidade de obras é bem reduzida e até nula em alguns casos, conforme Tabelas 9 e 10, corroborando para o caráter inédito desta pesquisa.

### **2.2.2 Avaliação em emergia**

A base conceitual e aplicação sobre emergia foi desenvolvida por ODUM (1996), ao propor uma metodologia consistente capaz de mensurar o uso de recursos de um determinado sistema, denominada contabilidade ambiental. Tal contabilidade baseia-se na utilização da unidade comum de emergia solar, que é a quantidade de energia necessária, de forma direta e/ou indireta, para obtenção de um determinado bem, produto ou serviço, num processo.

ODUM (1996) propõe a construção de diagramas de fluxos para melhor visualização dos recursos, que transitam entre as fronteiras dos ambientes econômico (F) e ecossistemas naturais (recursos R e N), utilizando uma simbologia, que representa o fluxo de energia nos processos. Todos os recursos utilizados nos processos, naturais R e N e os provenientes do ambiente econômico F, são contabilizados por Joule de energia solar (seJ) – métrica padrão e comum na metodologia.

A grande inovação proposta por ODUM (1996) foi estruturar uma metodologia que possibilita contabilizar e mensurar diferentes recursos e processos, geralmente medidos por diferentes maneiras e unidades, utilizando uma métrica comum - joule de energia solar (seJ). Para isso, ODUM (1996) idealizou o conceito de transformidade solar - quantidade de energia solar empregada, direta e/ou indiretamente, na obtenção de um joule de determinado produto/processo (seJ/J). Ao se determinar a transformidade do objeto em estudo, é possível calcular de forma cumulativa, a partir da utilização dos primeiros recursos no sistema, a energia solar indireta

necessária para obter outro produto/processo (ODUM, 1996). A avaliação em emergia é uma ferramenta profícua, que possibilita a mensuração do uso de recursos da biosfera pelos sistemas produtivos corporativos, utilizando uma métrica padrão - seJ.

Com amplitude que alcança a janela dos ecossistemas naturais, a contabilidade em emergia proposta por Odum contribui com a contabilidade financeira corporativa, ampliando o processo de contabilização dos fenômenos e processos empresariais, em conformidade com a contabilidade social de intangíveis (KASSAI *et al.*, 2012).

A partir do inventário de todos os recursos utilizados nos processos, naturais R e N e os provenientes do ambiente econômico F, contabilizados em seJ, é possível calcular os seguintes indicadores em emergia.

### **Indicador de sustentabilidade ambiental (SI)**

Segundo BROWN & ULGIATI (1997), o SI representa a razão entre o aproveitamento dos recursos (EYR) em relação ao impacto ambiental (ELR). Quanto melhor o aproveitamento dos recursos e menor o impacto ambiental, maior será o índice de sustentabilidade, ou seja, maior será a contribuição do sistemas para a sustentabilidade da biosfera.

$$SI = \frac{EYR}{ELR}$$

O SI pressupõe que para fins de sustentabilidade ambiental, quanto maior esse índice, mais sustentável é o sistema avaliado, porque minimiza a carga ambiental, ou seja, maximiza a razão entre o aproveitamento dos recursos empregados (EYR) em relação ao impacto ambiental (ELR) (BROWN & ULGIATI, 1997).

O conceito de sustentabilidade, considerando a dimensão ambiental (biosfera), está associado à maximização de EYR e a minimização de ELR, ou seja, um setor, uma empresa ou produto/serviço deveria ter o máximo

aproveitamento do investimento com um mínimo de consumo dos recursos ambientais.

Para valores de SI abaixo de 1, são indicativos de sistemas não sustentáveis (BROWN e ULGIATI, 1997). Sistemas com valores maiores que 1 indicam contribuições sustentáveis para o meio ambiente. A sustentabilidade em médio prazo pode ser caracterizada por um SI entre 1 e 5, enquanto sustentabilidade em longo prazo tem SI maior do que 5.

### **Rendimento em emergia (EYR)**

O EYR (*energy yield ratio*) é a emergia do fluxo de saída Y (produto, processo, sistema ou serviço) dividida pela soma das emergias proveniente da economia F.

$$EYR = \frac{R + N + F}{F}$$

O EYR mensura a relação entre a emergia total de saída do sistema avaliado e os recursos da economia/pagos não fornecidos, gratuitamente, pela biosfera (F). Representa a influência dos recursos F no sistema avaliado ou a utilização de recursos R e N no processo.

### **Indicador de carga ambiental (ELR)**

O ELR (*environmental loading ratio*) mostra a razão entre os fluxos de investimento econômico F, de recursos N e a emergia associada ao fluxo de recursos R.

$$ELR = \frac{N + F}{R}$$

O ELR avalia o estresse dos ecossistemas decorrentes das atividades do sistema avaliado. Valor alto de ELR pode indicar um estresse de uso de recursos R (ODUM, 1996).

A metodologia inovadora de Odum vem sendo complementada pelo trabalho de vários pesquisadores, com contribuições em diversas áreas de aplicação:

- ✓ BROWN & McCLANAHAN (1996) sintetizaram as etapas de observação de um sistema produtivo e demonstraram como construir o fluxograma em emergia, as tabelas de emergia e como desenvolver a análise em emergia;
- ✓ BROWN & ULGIATI (2002) desenvolveram uma maneira para avaliar a contabilidade em emergia com a utilização do SI, em que as reservas utilizadas para a obtenção dos produtos e os componentes do sistema produtivo, constituem relações, que são avaliadas por meio desse índice, considerando os insumos disponíveis locais, os importados de fora do sistema e a fração de insumos renováveis e não renováveis;
- ✓ BARRELA *et al.* 2005 e GIANNETTI *et al.* 2007a propuseram uma ferramenta gráfica denominada diagrama ternário de emergia, em que, por meio de um diagrama triangular equilátero, as três variáveis (R, N e F) utilizadas no objeto de estudo são associadas a porcentagens de cada recurso, ou seja, a soma dos recursos R, N e F será sempre 100%. Assim, é possível representar as três variáveis em duas dimensões, possibilitando melhor visualização e entendimento da contribuição dos recursos ambientais (R e N) e econômicos/pagos (F) num sistema.

Os fluxos de recursos R e N são fornecidos pela biosfera e não têm valor econômico mensurado pelas métricas contábeis tradicionais, enquanto os recursos R podem ser repostos pelo ambiente ao menos na mesma velocidade com que são consumidos, os recursos N podem ser explorados sem que haja tempo para sua recuperação pelo ambiente. Os recursos F são provenientes do mercado e possuem valor em moeda (GIANNETTI *et al.* 2007a).

O diagrama ternário em emergia possibilita:

- ✓ identificar tendências e diferenças em relação à sustentabilidade dos sistemas avaliados;
- ✓ verificar variáveis que podem ser trocadas e/ou rearranjadas para melhorar o desempenho ambiental de um sistema;
- ✓ mensurar a eficiência do sistema quanto ao uso de reservas e capacidade de suporte do ambiente, necessário à sua atividade; e
- ✓ comparar e acompanhar performance do sistema avaliado ao longo do tempo (GIANNETTI *et al.* 2007b).

De acordo com ALMEIDA *et al.* (2007), o diagrama ternário em emergia é uma ferramenta útil para ser usada no processo de tomada de decisão para estabelecimento de políticas e escolha de alternativas, considerando o meio ambiente, a sustentabilidade do desenvolvimento econômico.

O diagrama ternário em emergia complementa a contabilidade ambiental de Odum e amplia a metodologia na medida em que permite estabelecer e facilmente visualizar as linhas de sustentabilidade, comparando processos e identificando sistemas de produção mais amigáveis ao meio ambiente (Figura 5).

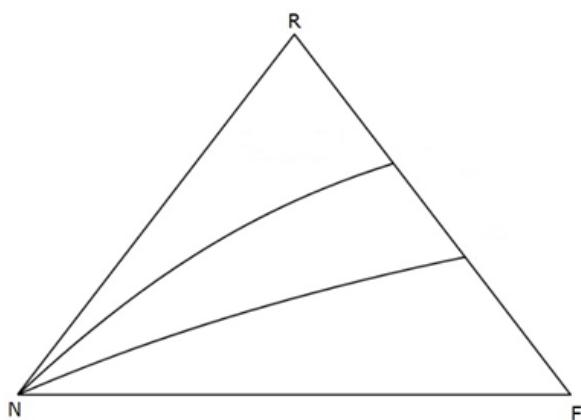


Figura 5. Diagrama ternário em emergia e linhas de sustentabilidade.  
Fonte: GIANNETTI *et al.* (2007b, p. 12).

De acordo com GASPARATOS *et al.* (2008), o diagrama ternário representa uma etapa adicional da metodologia de avaliação em emergia, porque possibilita fácil comunicação de resultados para tomada de decisões em processos que envolvem o uso de recursos R, N e F.

Diagramas ternários são ferramentas que possibilitam mensurar os processos das empresas em relação ao uso de recursos naturais (R e N) e econômicos (F), delimitar suas interfaces com o meio ambiente e oferecer uma dimensão ecológica da sustentabilidade e suas atividades, conforme percepção dos investidores da BM&FBOVESPA acerca da sustentabilidade.

Material adicional acerca da metodologia contábil em emergia proposta por Odum pode ser obtido em *Environmental accounting basis University of Florida/UNEP* (2010) e ODUM (1996).

A base para a avaliação em emergia dos setores do ISE foi o trabalho de UKIDWE (2005), cuja tese intitulada *Thermodinamic Input-Output Analysis of Economic and Ecological Systems for Sustainable Engineering*, foi defendida na Universidade de Ohio, nos Estados Unidos da América (EUA), e apresentou:

- ✓ reconhecimento que a conservação do capital natural do planeta é vital para o desenvolvimento sustentável;
- ✓ abordagem em análise de entradas e saídas termodinâmicas<sup>7</sup> para cálculo da energia degradada, em termos de fluxo de exergia<sup>8</sup> acumulada nos estágios ecológicos na cadeia de produção de processos e produtos, por setor, considerando recursos humanos e naturais consumidos e emissões;
- ✓ mensuração de entradas e saídas termodinâmicas, analisando 91 setores nos EUA em 1992 e 488 em 1997; e

---

<sup>7</sup> Valor da energia útil. Em qualquer processo produtivo, a energia sempre se conserva, todavia sua realização de trabalho pode diminuir (NOGUEIRA, 2001).

<sup>8</sup> Máxima quantidade de trabalho obtida quando uma massa é trazida até um estado de equilíbrio termodinâmico (KOTAS, 1985).

- ✓ indicadores de entradas e saídas termodinâmicas por escala econômica de cada setor e valoração das contribuições dos ecossistemas naturais na produção de produtos e serviços;

UKIDWE & BAKSHI (2004) formularam um algoritmo para análise de entradas e saídas termodinâmicas por setor, considerando as interações dos sistemas econômicos de produção com os ecossistemas naturais, ou seja, em conformidade com a dimensão ambiental da sustentabilidade. O modelo de mensuração proposto combina conceitos sobre sustentabilidade do ponto de vista da biosfera com metodologia de avaliação em emergia:

- ✓ identifica e mensura a quantidade de recursos humanos e ecológicos que entram nos setores avaliados;
- ✓ avalia a quantidade de emergia (contabilidade ambiental proposta por ODUM, 1996) de entradas ecológicas nos setores, usando valores de transformidades, contemplando recursos N e R;
- ✓ inventaria os impactos sobre a saúde humana ( $I_s$ ) em termos de quantidade de poluentes gerados:  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $PM10$  e  $CO_2$ ; e
- ✓ aloca os recursos humanos e ecológicos de entradas, de saídas e de impactos por setor.

### **2.2.3 Avaliação de ciclo de vida (ACV)**

Segundo CHEHEBE (1998), a ACV teve início na década de 1960, com a crise do petróleo, que levou a sociedade a se questionar sobre o limite da extração dos recursos naturais, especialmente de combustíveis fósseis e de recursos minerais. Os primeiros estudos tinham por objetivo calcular o consumo de energia e, por isso, eram conhecidos como análise de energia. Esses estudos envolviam a elaboração de um fluxograma de processo, com balanço de massa e de energia. Assim, dados sobre consumo de matérias-primas, combustíveis e sobre resíduos sólidos gerados eram contabilizados. Por essa razão, alguns analistas se referiam a

esses estudos como análise de recursos ou análise do perfil ambiental (CETEA, 2007).

No Brasil, os estudos de ACV se expandiram e foram impulsionados pela normalização proporcionada pela série de normas ISO 14040 (ABNT, 2001). Segundo a norma brasileira, aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 14044), a crescente conscientização quanto à importância da proteção ambiental e dos impactos ambientais associados aos processos de produção e consumo de bens e serviços, tem aumentado o interesse no desenvolvimento de métodos para melhor compreender e diminuir esses impactos (ABNT, 2009).

A ABNT publicou diversas normas sobre ACV com diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio e apresenta de forma global os sistemas de gestão ambiental e estimula o planejamento ambiental ao longo do ciclo de vida do produto ou do processo.

Norma NBR ISO 14001 (ABNT, 2004): única norma certificável do sistema de gestão ambiental, não faz alusão direta à ACV. Isso porque a implementação de um sistema de gestão ambiental, bem como a sua certificação, não pressupõe a necessidade de uma avaliação do ciclo de vida do produto ou serviço da empresa.

Norma ISO 14020 (ABNT, 2002): contém princípios básicos aplicáveis a todos os tipos de rotulagem ambiental, recomenda que, sempre que apropriado, seja levada em consideração a ACV.

A ACV avalia aspectos e impactos ambientais potenciais ao longo da vida de um produto, do berço ao túmulo, conforme preleciona GIANNETTI & ALMEIDA (2006, p. 43): “... a análise do ciclo de vida (ACV) constitui um elemento essencial para a Ecologia Industrial como ferramenta indispensável a um melhor acompanhamento dos ciclos e identificação de alternativas de interação entre processos”.

Segundo a SETAC (*apud* GIANNETTI & ALMEIDA, 2006, p. 43), “A avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade,

*ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição; o uso, o re-emprego, a manutenção; a reciclagem, a reutilização e a disposição final”.*

### **Características e limitações da ACV**

De acordo com BAUMANN & TILLMAN (2004), a ACV avalia e se propõe a mensurar aspectos ambientais e impactos associados a um sistema de produção, através de um inventário de entradas e saídas, de avaliação de impacto ambiental potencial associado às entradas e saídas, e interpretação dos resultados das fases de análise do inventário e avaliação de impacto.

As características básicas da ACV são:

- ✓ abordagem estruturada e sistemática dos aspectos ambientais de um sistema de produção, desde a extração dos recursos necessários da biosfera, até a disposição dos resíduos produzidos na natureza;
- ✓ interatividade entre todas as etapas do processo de produção;
- ✓ avaliação parcial do sistema e dos impactos.

Não diferente de outras ferramentas e técnicas, a ACV tem limitações, sendo as principais (HAES, 2008):

- ✓ dependência de instrumentos de métricas comuns para mensuração para as várias fases do processo;
- ✓ possível subjetividade de indicadores;
- ✓ não abrangência das dimensões social e econômica; e
- ✓ não mensuração dos serviços e estoques de insumos utilizados pelos sistemas de produção da biosfera.

A ACV é uma ferramenta cada vez mais aplicada aos processos produtivos, por permitir uma visão abrangente dos impactos ambientais, ao longo de toda a cadeia de produção, incluindo a extração e aquisição das matérias-primas, a fabricação do produto, sua embalagem, transporte e distribuição, seu uso, e seu descarte no final de sua vida útil, considerando

também a possibilidade de reciclagem do produto. A aplicação da ACV exige abordagem estruturada. Nos Estados Unidos, há um banco de dados básico sobre o uso de matérias-primas, energia, transportes etc. por setor, podendo reduzir o tempo e o custo da elaboração da ACV de um produto, processo, empresa ou setor (KRUSE *et al.*, 2009).

#### **2.2.4 Pegada ecológica**

WACKERNAGEL & REES (1996) foram os pioneiros dessa ferramenta com instrumento de mensuração e comunicação da sustentabilidade. Primeiro, em 1988, com o lançamento do livro *Our Ecological Footprint*, e depois, em 1996, Wackernagel apresentou a tese *Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A tool for Planning Toward Sustainability*, como requisito para obtenção do título de *PhD* na *The Swiss Federal Institute of Technology* de Zurique. Dessa forma, abriu caminho para diversos outros pesquisadores e organizações no desenvolvimento dessa ferramenta.

A metodologia proposta pela tese de WACKERNAGEL (1988) é denominada de pegada ecológica, representando o espaço ecológico correspondente para sustentar um determinado sistema ou unidade. O objetivo era estruturar uma ferramenta simples e de fácil compreensão, através da contabilização dos fluxos de matéria e de energia que entram e saem de um sistema econômico. Os fluxos são convertidos em área correspondente ou equivalente de terra ou água existentes na natureza para sustentar esse sistema.

Segundo CATTON (1986), a pegada ecológica se ancora no princípio da capacidade de carga de um sistema, correspondendo à máxima população suportada indefinidamente no sistema, ou, de forma resumida pode ser entendido como a carga máxima imposta ao meio ambiente pelas atividades humanas. A pegada ecológica proposta por WACKERNAGEL

(1988) não contempla apenas a quantidade de população humana, mas também da distribuição *per capita* do consumo dessa população.

HARDI & BARG (1997) abordam que a finalidade da pegada ecológica é determinar a área necessária para que um determinado sistema se mantenha sustentável. Assim como outras ferramentas baseadas em fluxo de energia e matéria, a pegada ecológica contempla os efeitos das decisões econômicas em relação à utilização de recursos no meio ambiente. A metodologia assume que todos os tipos de energia, consumo de materiais e geração de resíduos demandam uma capacidade de produção e/ou absorção de uma área finita de terra ou água. Os cálculos também podem incorporar as receitas mais relevantes fundamentadas em valores socioculturais, tecnologia e elementos econômicos para a área estudada.

WIEDMANN *et al.* (2006) apresentam um método de cálculo de pegada ecológica através da desagregação da pegada ecológica do Reino Unido, no ano 2000, por classificação do consumo individual por objetivo econômico (COICOP) – classificação da ONU que agrupa o consumo dos indivíduos por categoria. Essa metodologia pode ser aplicada para países que possuem cálculo de pegada ecológica total da nação, apesar de não se aplicar diretamente aos setores classificados pelo ISE, que envolvem os setores produtivos selecionados, cujas produções são objeto de exportação e de consumo local por pessoas jurídicas e indivíduos, é um importante referencial apesar das restrições apresentadas no estudo.

1<sup>a</sup> restrição: dados escassos. Quanto menor a área e população investigada, mais difícil é para se obter dados precisos sobre o consumo de recursos. Informações detalhadas sobre o consumo de volumes de materiais e produtos podem ser normalmente obtidas em bancos de dados nacionais ou na ONU, mas sem detalhamento por setor ou ramo de atividade;

2<sup>a</sup> restrição: comparabilidade dos resultados. Estudos que envolvem pegada ecológica em diferentes áreas geográficas podem produzir diferentes resultados que não podem ser diretamente comparáveis entre si.

### 3 METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto foram adotados os seguintes procedimentos ilustrados na Figura 6.

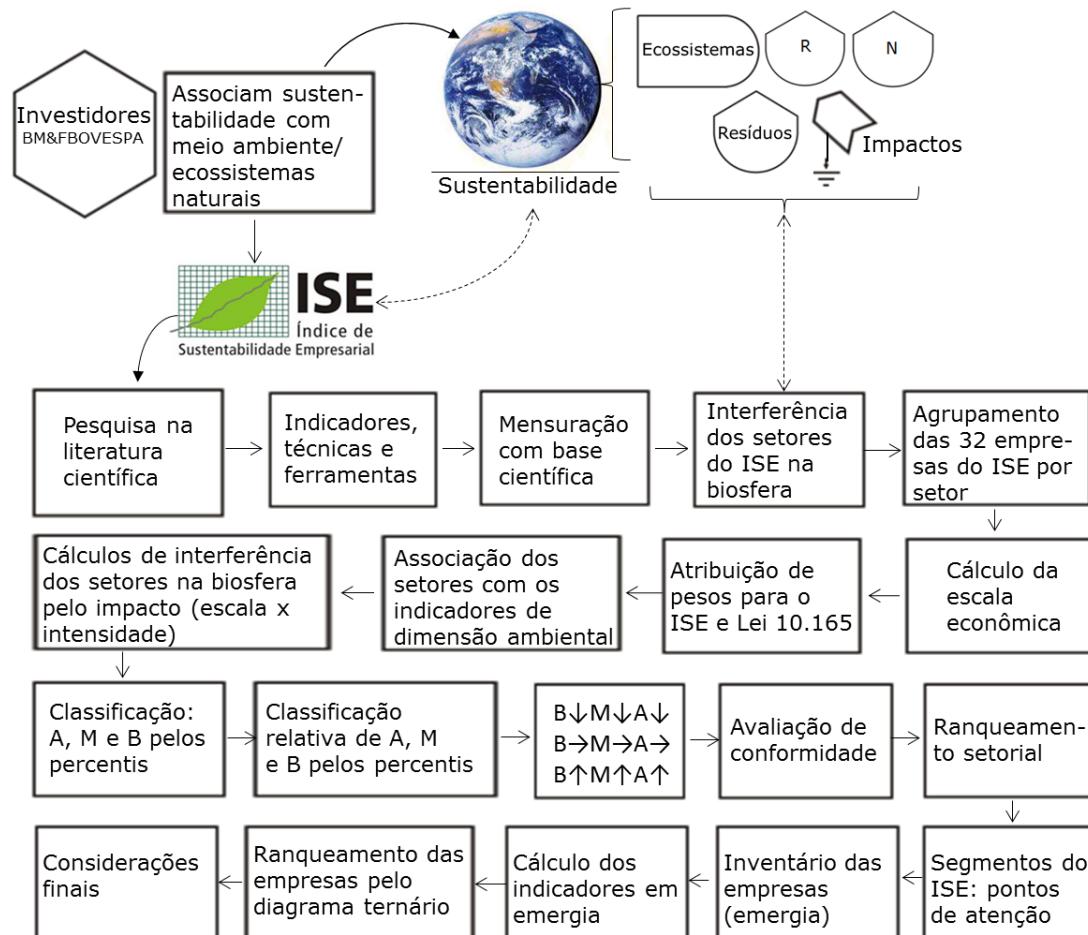


Figura 6. Diagrama geral da metodologia.

Considerando que os investidores regulares na BM&FBOVESPA associam sustentabilidade com o meio ambiente e ecossistemas naturais e o ISE representa o principal indicador de sustentabilidade na decisão de investir em ações (DI AGUSTINI & VENDRAMETTO, 2011), pesquisou-se na literatura científica “indicadores de dimensão ambiental”, que pudessem ser utilizados para mensurar cientificamente a interferência dos setores empresariais do ISE na biosfera.

Foi obtido o faturamento líquido das 32 empresas integrantes do ISE no biênio 2009/2010 para cálculo da escala econômica de cada setor. Para os setores com classificação de pelo ISE e pela Lei nº 10.165<sup>9</sup>, foi atribuído pesos para transformar as classificações baixo, médio e alto em números adimensionais.

Os setores do ISE e da Lei nº 10.165 foram associados aos respectivos setores dos “indicadores de dimensão ambiental” para cálculo da interferência dos setores na biosfera pelo impacto econômico (intensidade vezes escala econômica).

### **3.1 Dados de “indicadores de dimensão ambiental”**

#### **3.1.1 Poluição incorporada**

Foi utilizado o trabalho de HETTIGE *et al.* (1994), elaborado em conjunto com o Banco Mundial, com o *Center for Economic Studies of the U.S Census Bureaus* e o *U.S. Environmental Protection Agency*, que desenvolveram o IPPS (*The Industrial Pollution Projection System*), que mensurou o potencial de poluição no ar, terra e água, de setores empresariais (ISIC) nos EUA, com base em informações de aproximadamente 200.000 indústrias em várias regiões do país.

A partir do inventário físico de poluição tóxica gerada (quantidade em *pounds*<sup>10</sup>) por setor empresarial (IPPS/ISIC) por escala econômica (US\$ 1987) associado aos setores do ISE, calculou-se o impacto (intensidade vezes escala econômica) compatível de poluição tóxica para cada setor do ISE no Brasil (Apêndice 1).

---

<sup>9</sup> Impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes e potencial de poluição e utilização de recursos naturais, respectivamente.

<sup>10</sup>Pound é uma unidade de massa correspondente a 453,59237 gramas.

### 3.1.2 Pegada ecológica

Foi utilizado o estudo realizado por WIEDMANN *et al.* (2006), que calculou a pegada ecológica do Reino Unido, no ano 2000, por classificação do consumo individual - COICOP (*Classification of individual consumption according to purpose*), considerando o inventário físico de energia (combustíveis fósseis e nuclear) e área ocupada (área cultivada, pastagens, área construída, mar e florestas).

A partir das respectivas escalas econômicas em £ (libras esterlinas) convertida para dólares (US\$) pela paridade  $1\text{£} = 1,65\text{ US\$}$  (RATED, 2000), calculou-se a pegada ecológica (em gha/cap/£) em dólares norte-americanos para UK 2000 por setor do COICOP:  $[(\text{US\$}10^6) \times (\text{gha/cap/£}10^6) / (\text{£}10^6)]$ .

Selecionaram-se os setores do ISE correlacionados ao COICOP para cálculo dos respectivos impactos por setor de pegada ecológica (intensidade vezes escala econômica) correspondente em  $\text{gha/cap/US\$}10^6 = [(\text{ISE US\$}10^6) \times (\text{UK gha/cap/US\$}10^6) / (\text{UK £}10^6)]$  (Apêndice 2).

O coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho$ ) das escalas econômicas dos setores do ISE com os setores COICOP é de 1. A correlação do relacionamento linear entre as variáveis pode não implicar em causalidade, mas quando  $\rho = 1$  significa uma correlação perfeita positiva.

### 3.1.3 Avaliação em emergia

Foi utilizado o trabalho de UKIDWE (2005), de onde foram selecionados os setores do ISE correlacionados com os setores nos EUA (NAICS) em 1997. A partir do inventário em seJ/US\$, considerando uso de recursos N, R e geração de impactos por setor avaliado, adaptou-se à escala econômica dos setores associados ao ISE (Apêndice 3).

O coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho$ ) das escalas econômicas dos setores do ISE com os setores NAICS é de 0,85, indicando forte correlação entre as variáveis.

Os dados de recursos N, R e Impactos do setor de Geração e Distribuição de Energia Elétrica foram adaptados do estudo realizado por BROWN & ULGIATI (2002), porque a energia elétrica brasileira é gerada, principalmente, por usinas hidrelétricas, usando o potencial energético da água.

### **3.1.4 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)**

Foram utilizadas as informações disponíveis no *Economic Input-Output Life Cycle Assessment* (EIO-LCA) da *Carnegie Mellon University* - modelo apresentado por HENDRICKSON *et al.*, 1998, cujo método contempla o uso de dados econômicos e ambientais de entrada para determinar o efeito das saídas por setores empresariais.

Segundo HENDRICKSON *et al.* (1998), modelos de processos e produtos são comumente utilizados para a realização de avaliações de ACV, considerando os impactos ambientais de materiais e produtos, através de diferentes fases de fabricação, uso de recursos - entradas e saídas.

Em função da dificuldade de estimar o consumo de recursos ambientais e saídas e impactos produzidos por processos associados ao ciclo de vida de um produto, o EIO-LCA simplifica o inventário de entradas associando os materiais e recursos ambientais de entrada com base no custo em dólares (US\$). Uma vez que a produção econômica de cada etapa do processo é conhecida, um vetor ambiental de saídas é obtido através da multiplicação da produção econômica em cada fase, pelo impacto ambiental por dólar de produção, em termos de geração de resíduos perigosos lançados na atmosfera (HENDRICKSON *et al.*, 1998).

Esse modelo contempla 428 setores dos EUA com dados de 2002, conforme *fac simile* da tela de entrada do sistema apresentado na Figura 7.

**1 Choose a model:**  
Your current model is the **US 2002 Benchmark**, which is a **Producer Price Model**.  
[\(Show more details\)](#)  
US 2002 (428)

**2 Select industry and sector:**  
Search for a sector by keyword:    
Or browse for a sector below:

**3 Select the amount of economic activity for this sector:**  
1 Million Dollars [\(Show more details\)](#)

**4 Select the category of results to display:**  
Economic Activity

**5 Run the model:**  
You must select a sector in order to run the model.

Figura 7. Tela de entrada do sistema EIO-LCA.

Fonte: CARNEGIE MELLON UNIVERSITY (2011).

Foram selecionados os setores do ISE correlacionados aos setores do EIO-LCA, e a partir da escala econômica de cada setor do ISE, em 2009, foram simulados e gerados no sistema EIO-LCA dados de entrada (uso de energia em J e água em gal) e saídas (gases de efeito estufa em CO<sub>2</sub> equivalente), conforme Apêndice 4.

### 3.2 Ranqueamento setorial

Para ranquear a dimensão ambiental dos setores do ISE, agrupou-se a receita líquida do exercício de 2009, em dólares (US\$), das 32 empresas integrantes, a fim de calcular o impacto de cada setor (intensidade vezes escala econômica).

O exercício de 2009 se justifica porque de acordo com BRASIL (2007), as empresas listadas na BM&FBOVESPA são obrigadas a publicar suas demonstrações financeiras no prazo máximo de quatro meses, após o encerramento do exercício social fiscal. Assim, os dados financeiros de 2009 ficaram disponíveis a partir de 1 de maio de 2010.

Atribuiram-se pesos (3 = baixo, 6 = médio e 9 = alto) para os setores segundo seus respectivos impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes (ISE), conforme Apêndice 5, e potenciais poluidores e utilização de recursos naturais (Lei nº 10.165) para cálculo do impacto (intensidade vezes escala econômica), conforme Apêndice 6.

Com os dados do Apêndices 5 e 6, e dos inventários físicos dos “indicadores de dimensão ambiental” associados aos setores do ISE, calculou-se o impacto de cada fator avaliado (intensidade vezes escala econômica), conforme Apêndice 7.

A partir do impacto calculado em cada setor do ISE, ancorado numa avaliação percentil estatística, classificou-se cada fator em baixo, médio e alto. A escala intervalar baixo, médio e alto foi adotada calculando-se três percentis<sup>11</sup> dos resultados obtidos: até 33% baixo, de 34% à 66% médio e acima de 67% alto (Apêndice 8).

Cada setor do ISE classificado (baixo, médio e alto) foi submetido a uma nova classificação, relativa aos percentis dentro de cada intervalo

---

<sup>11</sup>Os percentis são medidas estatísticas separatrizes. Referem-se à posição ocupada por determinada observação numa distribuição. Para obtê-los, os valores da distribuição devem ser ordenados do menor para o maior; em seguida, a distribuição é dividida em partes de modo que cada observação corresponda um percentil de interesse da distribuição.

(baixo, médio e alto), a fim de obter a posição relativa do setor (Apêndice 9), cuja indicação gráfica por setas é apresentada na Tabela 11 e Figura 8.

**Tabela 11. Indicação de posição intervalar pelo percentil.**

Seta	Indicação de posição
↓	Até 33% em cada intervalo baixo, médio e alto
→	De 33% à 66% em cada intervalo baixo, médio e alto
↑	Acima de 66% em cada intervalo baixo, médio e alto

Com base na classificação (posição) relativa de cada setor do ISE, adotaram-se como padrão de conformidade os setores que apresentaram mínimo de 70% de uniformidade entre as classificações do ISE, da Lei nº 10.165 e dos “indicadores de dimensão ambiental” (Apêndice 10).

Foram atribuídos pesos (de 1 a 9) para as classificações intervalares relativas dos setores, conforme Tabela 12.

**Tabela 12. Peso da classificação intervalar.**

Classificação relativa	Peso
B↓	1
B→	2
B↑	3
M↓	4
M→	5
M↑	6
A↓	7
A→	8
A↑	9

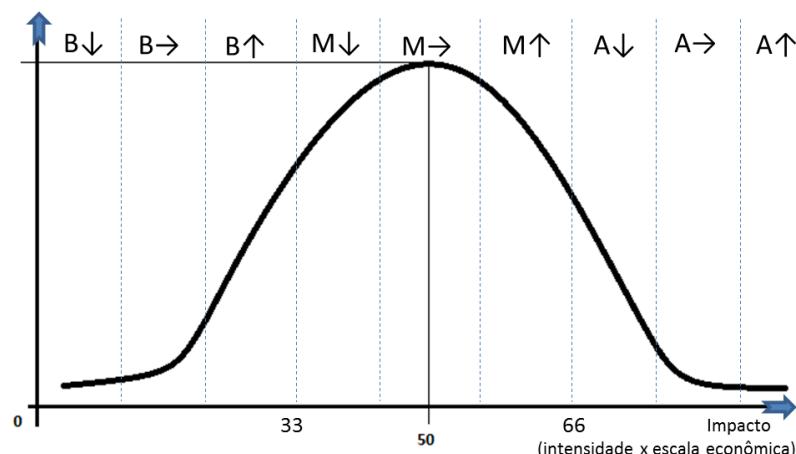


Figura 8. Representação de impacto na curva de Gauss.

Embora não seja conhecida a frequência do impacto da interferência dos setores na biosfera pela classificação do ISE, da Lei nº 10.165 e dos “indicadores de dimensão ambiental”, a Figura 8 ilustra as posições relativas de baixo, médio e alto impacto.

Considerando que os recursos R são importantes nos processos de produção, porque não se esgotam na biosfera, seu uso intensivo leva a empresa/setor em direção favorável ao conceito de sustentabilidade (DALY, 1996 e GIANNETTI *et al.* 2007b). Assim, para os recursos R de cada setor na avaliação em emergia (Apêndice 9), o impacto foi reclassificado segundo a Figura 9 e foram atribuídos pesos (de 9 a 1) para as classificações intervalares em ordem inversa da classificação da Tabela 12 (Tabela 13).

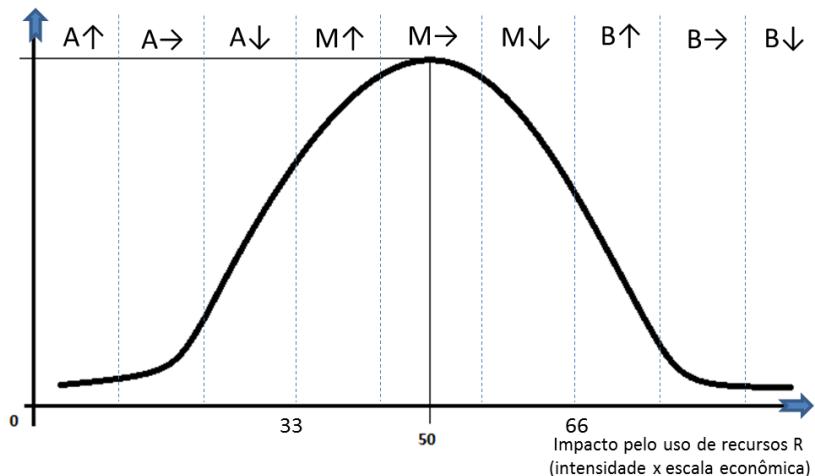


Figura 9. Representação do uso de recursos R na curva de Gauss.

**Tabela 13. Peso da classificação intervalar dos recursos R.**

Classificação relativa	Peso
B↓	9
B→	8
B↑	7
M↓	6
M→	5
M↑	4
A↓	3
A→	2
A↑	1

Para os setores sem classificação (baixo, médio e alto) pelo ISE, pela Lei nº 10.165 e pelos “indicadores de dimensão ambiental”, foi atribuído peso igual a média aritmética simples dos pesos conhecidos (Apêndice 11).

Para realizar o ranqueamento dos setores do ISE, foi calculado o produtório dos pesos do Apêndice 11 (ISE, Lei nº 10.165 e “indicadores de dimensão ambiental”) de cada setor (Apêndice 12).

O produtório dos pesos de cada setor é um número adimensional que indica a grandeza do impacto (intensidade vezes escala) da dimensão ambiental do setor, considerando:

- ✓ o potencial de poluição e utilização de recursos naturais pela Lei nº 10.165;
- ✓ os impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes do ISE;
- ✓ apoluição tóxica gerada (ar, terra e água) pelo inventário do IPPS;
- ✓ o uso de energia e área ocupada (área cultivada, pastagens, área construída, mar e florestas) calculados pela pegada ecológica;
- ✓ a utilização de recursos N, R e impactos nocivos à saúde humana (Is) pela avaliação em emergia; e
- ✓ o consumo de energia equivalente em J (biomassa, petróleo, gás natural, não fóssil e carvão) pelo uso de água e emissão de gases de efeito estufa em CO<sub>2</sub> equivalente, inventariados pela ACV.

A partir do produtório de cada setor do ISE, ancorado numa avaliação estatística, classificou-se cada setor em baixo, médio e alto. A escala intervalar baixo, médio e alto foi adotada, calculando-se três percentis dos resultados obtidos: até 33% baixo, de 34% a 66% médio e acima de 66% alto (Apêndice 13).

Cada setor do ISE classificado (baixo, médio e alto), a partir do produtório, foi submetido a uma nova classificação relativa pelos percentis dentro de cada intervalo (baixo, médio e alto), a fim de obter a posição

relativa do setor, adotando a mesma indicação gráfica por setas que foi apresentada na Tabela 11 (Apêndice 13).

### **3.3 Ranqueamento de empresas**

Conforme abordado no item 2.1.6, a partir de 2008, o Conselho Deliberativo do ISE passou a classificar como aspecto ambiental crítico os setores que utilizam intensivamente recursos N e usam poucos recursos R. Essa classificação está em conformidade com o conceito e com as condições para definição dos limites sustentáveis de sistema (DALY, 1996; BARRET & ODUM, 2007; MCKELVEY, 1982; BROWN, 2009; GIANNETTI *in DI AGUSTINI*, 2009).

Dentre os “indicadores de dimensão ambiental” avaliados, a avaliação em emergia é a única metodologia, que mensura cientificamente a interferência dos setores do ISE na biosfera segregando e inventariando recursos N e R (Figura 10).

Para exemplificar uma forma de ranqueamento de empresas, em conformidade com a decisão do Conselho Deliberativo do ISE, foi selecionada a metodologia de avaliação em emergia para aplicar em quatro empresas do setor de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas listadas na BM&FBOVESPA: Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Cia. de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), Cia. de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e Cia. Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Definiram-se as fronteiras do sistema de cada empresa com as fontes de energia e materiais que o alimentam, construído um diagrama de energia do sistema, utilizando simbologia própria para a representação dos diversos componentes de cada empresa (ODUM, 1996), foram resumidos os fluxos

em um diagrama agregado dos fluxos de energia. A partir do diagrama de energia dos sistemas, construiu-se uma tabela com todas as entradas de energia e materiais das empresas (Apêndice 14), selecionando-se a transformidade ou emergia específica para cada uma dessas entradas para cálculo da emergia.

Apartir dos dados publicados pelas empresas selecionadas nos demonstrativos financeiros anuais (balanços) do exercício de 2009, foram inventariados os recursos R, N e F, em unidades, transformidades e emergia/unidade (Apêndice 14).

Considerando que, na operação do exercício de 2009 as empresas não utilizaram a totalidade dos recursos disponíveis, porque os itens de natureza permanente beneficiam vários exercícios sociais, o inventário de recursos em seJ/ano contemplou o percentual de utilização desses itens em conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 1976;1999).

A partir do inventário de recursos R, N e F, comparou-se a quantidade de recursos recebidos pelos clientes das empresas em comparação ao valor pago, em emergia (Apêndice 14), foram calculados os indicadores da contabilidade em emergia (EYR, ELR e SI) e construiu-se o diagrama ternário em emergia e suas linhas de sustentabilidade para melhor visualização do ranqueamento das empresas.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Limites do ISE, da Lei nº 10.165 e dos “indicadores de dimensão ambiental”

Embora não estabelecido no objetivo, o desenvolvimento deste trabalho envolvendo: pesquisa de ferramentas, técnicas, metodologias e indicadores na literatura para mensurar cientificamente a interferência dos setores do ISE na biosfera; cálculo de impacto da escala econômica dos setores; classificação dos “indicadores de dimensão ambiental” do ISE e da Lei nº 10.165 e ranqueamento dos setores empresariais do ISE, segundo a interferência na biosfera (dimensão ambiental), possibilitou avaliar de forma empírica os limites do ISE, da Lei nº 10.165 e dos “indicadores de dimensão ambiental” no macro contexto das atividades produtivas e suas relações com a biosfera.

A Figura 10 ilustra esses limites, cujas linhas pontilhadas sombreadas delimitam o alcance do sistema avaliado e suas interfaces com: os ecossistemas; os estoques de recursos R e N; os recursos F; os clientes (beneficiários); a geração de resíduos e os impactos.

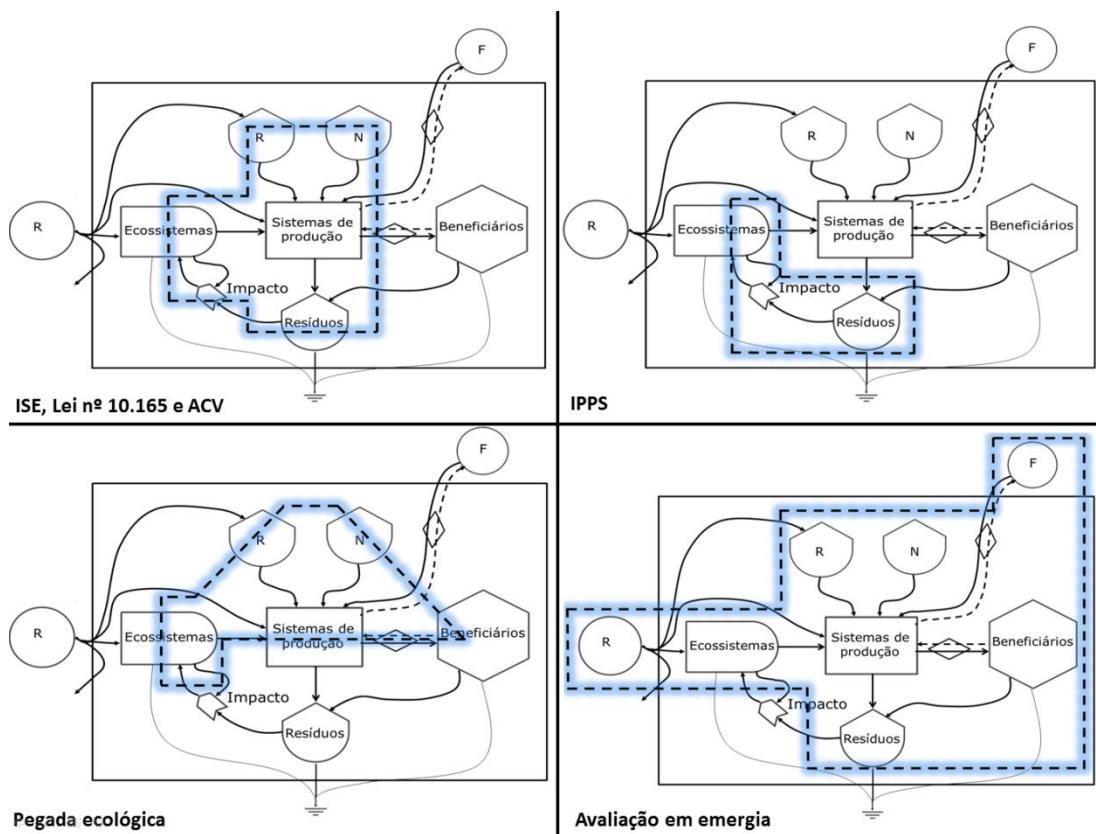


Figura 10. Limites das metodologias.

Os limites dos “indicadores de dimensão ambiental” da Figura 10 indicam que a avaliação em energia é a metodologia com maior alcance da interferência dos sistemas de produção com os ecossistemas naturais, com os estoques de recursos R e N da biosfera, com os recursos F da economia, com os clientes (beneficiários) e com a geração de resíduos e os impactos.

O ISE, a Lei nº 10.165, a ACV e a Pegada ecológica, apesar de alcançar os estoques de recursos N e R da biosfera, não segregam os recursos N e R; tratam-nos como recursos da biosfera em função do uso de energia, uso de água, área ocupada e emissões. A Figura 11 resume em parcial, não e sim o alcance de cada metodologia, cuja área demarcada representa a interferência direta do sistema de produção na dimensão ambiental.

Metodologia	R	N	F	Ecossistemas	Resíduos/ impactos	Beneficiários
ISE, Lei nº 10.165 e ACV	Parcial	Parcial	Não	Parcial	Parcial	Não
IPPS	Não	Não	Não	Parcial	Parcial	Não
Pegada ecológica	Parcial	Não	Não	Parcial	Não	Parcial
Avaliação em emergia	Sim	Sim	Sim	Sim	Parcial	Sim

Figura 11. Alcance das metodologias.

#### 4.2 Avaliação de conformidade

Adotou-se como padrão de conformidade os setores que apresentam mínimo de 70% de concordância das classificações intervalares relativas ( $B\downarrow, B\rightarrow, B\uparrow, M\downarrow, M\rightarrow, M\uparrow, A\downarrow, A\rightarrow, A\uparrow$ ) do ISE, da Lei nº 10.165 e dos “indicadores de dimensão ambiental”.

O Apêndice 10 mostra que, quando considerado o impacto (intensidade vezes escala econômica) de cada setor do ISE, apenas os setores Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário e Instituição Financeira não possuem conformidade de classificação relativa (inferior a 70%) entre a Lei nº 10.165, o ISE e os “indicadores de dimensão ambiental”. Dos 15 setores do ISE no biênio 2009/2010, 13 setores (87%) possuem conformidade de classificação relativa (área demarcada da segunda coluna na Tabela 14).

Quando avaliada a relação de conformidade entre a classificação original do ISE (sem considerar o impacto: intensidade vezes escala econômica), 5 setores (33%) possuem conformidade (acima de 70%) entre a Lei nº 10.165, o ISE e os “indicadores de dimensão ambiental” (área demarcada da terceira coluna na Tabela 14).

**Tabela 14. Conformidade de classificação.**

Setor do ISE	Conformidade de classificação	
	Com impacto*	Original do ISE**
Indústria de máquinas/ferramentas	S	N
Construção civil	S	?
Análises clínicas e medicina diagnóstica	S	S
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	S	N
Credenciamento de estabelecimento com cartões	S	?
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	S	N
Abastecimento de água e esgoto sanitário	N	N
Produção de aeronaves	S	N
Produção de papel e celulose	S	N
Indústria petroquímica	S	S
Produção de alimentos	S	S
Siderurgia e metalurgia	S	S
Serviços de telecomunicações	S	N
Geração e distribuição de energia elétrica	S	S
Instituição financeira	?	?

\*Intensidade x escala econômica.

\*\*Sem considerar impacto.

S = conforme.

N = não conforme.

? = sem classificação.

### 4.3 Ranqueamento setorial

A classificação relativa de impacto (intensidade vezes escala econômica) da dimensão ambiental de cada setor do ISE considerando a Lei nº 10.165, o ISE e os “indicadores de dimensão ambiental” pelo ranqueamento (Apêndice 13) está apresentada na Tabela 15.

**Tabela 15. Classificação e ranqueamento dos setores do ISE.**

Setor do ISE	Classificação relativa
Indústria de máquinas/ferramentas	B↓
Análises clínicas e medicina diagnóstica	B↓
Construção civil	B→
Credenciamento de estabelecimento com cartões	B↑
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	B↑
Abastecimento de água e esgoto sanitário	M↓
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	M↓
Produção de aeronaves	M→
Geração e distribuição de energia elétrica	M↑
Instituição financeira	M↑
Serviços de telecomunicações	A↓
Produção de papel e celulose	A↓
Produção de alimentos	A→
Indústria petroquímica	A↑
Siderurgia e metalurgia	A↑

Os setores na área demarcada da Tabela 15 são os que exigem maior atenção por parte dos *stakeholders* porque possuem classificação acima de média com tendência de alta (M↑) pelo ranqueamento da dimensão ambiental, quando mensurada a interferência do setor na biosfera pela Lei nº 10.165, pelo ISE e pelos “indicadores de dimensão ambiental”.

Ancorada na classificação da Tabela 15 e nos resultados do Apêndice 9, a Tabela 16 apresenta os setores do ISE que devem ser objeto de atenção por parte dos *stakeholders* em função de apresentarem fatores críticos contrários ao conceito de sustentabilidade ambiental.

**Tabela 16. Setores críticos do ISE que exigem atenção.**

Setor do ISE	Fator(es) crítico(s) de atenção
Siderurgia e metalurgia -A↑	Média geração de poluição tóxica (ar, terra e água), alta área ocupada, alto uso de recursos N, médio uso de recursos R, alto impacto Is, alto consumo de energia e água e alta emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Indústria petroquímica -A↑	Alta geração de poluição tóxica (ar, terra e água), alta área ocupada, alto uso de recursos N, médio uso de recursos R, alto impacto Is, alto consumo de energia e água e alta emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Produção de alimentos -A→	Média geração de poluição tóxica (ar, terra e água), médio uso de recursos N, médio impacto Is, alto consumo de energia, médio consumo de água e alta emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Produção de papel e celulose - A↓	Média área ocupada, alto uso de recursos N, médio uso de recursos R, médio impacto Is, alto consumo de energia e água e alta emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Serviços de telecomunicações - A↓	Alta geração de poluição tóxica (ar, terra e água), baixo uso de recursos R, alto uso de energia e água e média emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Instituição financeira -M↑	Baixo uso de recursos R, alta área ocupada, médio consumo de energia, alto consumo de água e média emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Geração e distribuição de energia elétrica -M↑	Médio uso de recursos N

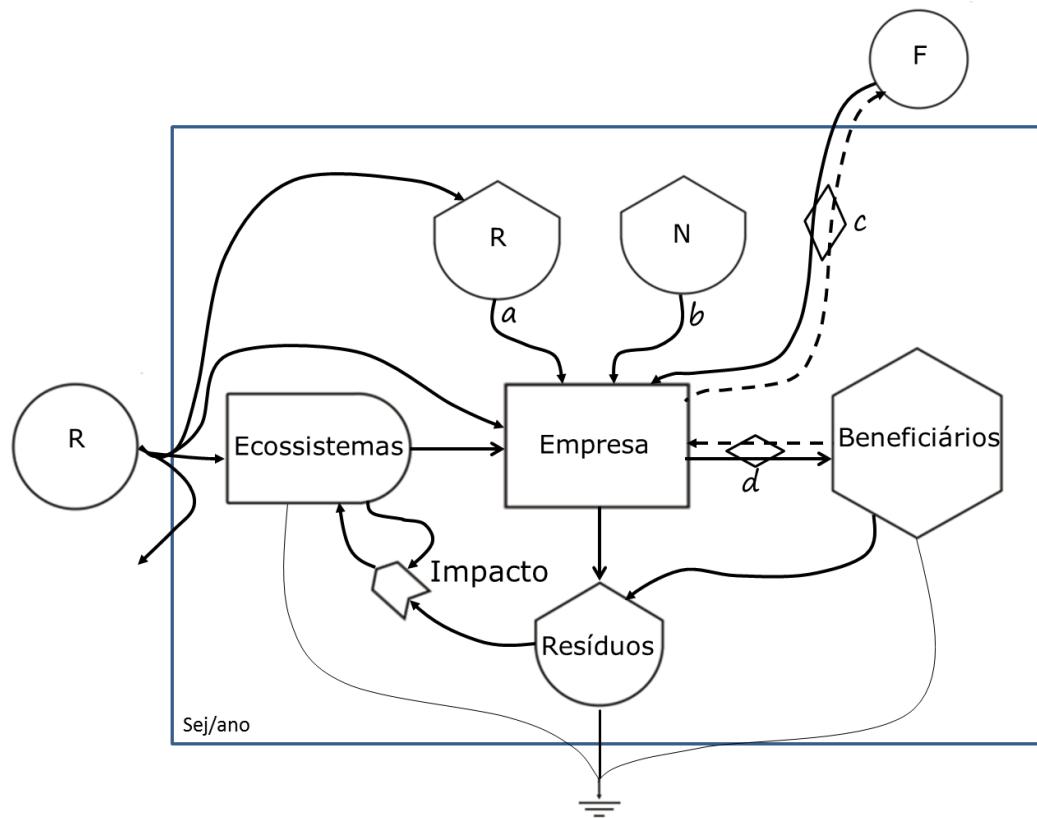
Ancorada na classificação da Tabela 15 e nos resultados do Apêndice 9, a Tabela 17 apresenta os setores do ISE que podem ser objeto de melhoria de performance nos fatores mensurados pelos “indicadores de dimensão ambiental”.

**Tabela 17. Setores do ISE e fatores objeto de melhoria.**

Setor do ISE	Fatores objeto de melhoria
Produção de aeronaves - M→	Alta geração de poluição tóxica (ar, terra e água), baixo uso de recursos R e médio consumo de energia e água
Produção de cosméticos e higiene/limpeza - M↓	Alta geração de poluição tóxica (ar, terra e água), médio uso de recursos N, baixo uso de recursos R, médio consumo de energia e água e média emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Abastecimento de água e esgoto sanitário - M↓	Média área ocupada, alto uso de recursos N, alto impacto Is, médio consumo de energia e alta emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Fabricação de painéis de madeira aglomerada - B↑	Alto uso de recursos N, alto impacto Is e médio consumo de água
Credenciamento de estabelecimentos com cartões de pagamento - B↑	Baixo uso de recursos R e médio consumo de água
Construção civil - B→	Médio uso de recursos N e R e média emissão de gases de efeito estufa em CO <sub>2e</sub>
Análises clínicas e medicina diagnóstica - B↓	Baixo uso de R e média geração de poluição tóxica (ar, terra e água)
Indústria de máquinas/ferramentas - B↓	Médio uso de recursos R, médio uso de recursos N e médio impacto Is

#### 4.4 Ranqueamento de empresas

A Figura 12 apresenta os fluxos de recursos R, N e F resumidos das empresas SABESP, COPASA, SANEPAR e CASAN inventariados, considerando as entradas de energia e materiais (Apêndice 14), a partir dos dados publicados nos demonstrativos financeiros anuais (balanços), do exercício de 2009.



a Sabesp =  $2,75 \times 10^{21}$  seJ/ano.  
 Copasa =  $6,16 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Sanepar =  $5,29 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Casan =  $1,60 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 b Sabesp =  $8,75 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Copasa =  $2,12 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Sanepar =  $1,70 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Casan =  $5,96 \times 10^{19}$  seJ/ano.

c Sabesp =  $2,30 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Copasa =  $5,57 \times 10^{19}$  seJ/ano.  
 Sanepar =  $4,47 \times 10^{19}$  seJ/ano.  
 Casan =  $1,57 \times 10^{19}$  seJ/ano.  
 d Sabesp =  $1,65 \times 10^{21}$  seJ/ano.  
 Copasa =  $3,15 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Sanepar =  $3,16 \times 10^{20}$  seJ/ano.  
 Casan =  $8,50 \times 10^{19}$  seJ/ano.

Figura 12. Fluxos resumidos de recursos das empresas em 2009.

Considerando o fluxo de trocas entre o meio ambiente e os sistemas de produção/consumo, a fim de verificar se os consumidores estão pagando, em seJ/J ou seJ/R\$, os recursos recebidos dos ecossistemas naturais

quando compram produtos e serviços pagos em dinheiro (ODUM, 1996), apresentam-se a Tabela 18.

**Tabela 18. Relação de troca entre o meio ambiente – empresa.**

Vantagem/desvantagem do consumidor (SeJ/ano)				
	SABESP	COPASA	SANEPAR	CASAN
Emergia paga pelos clientes	1,65E+21	3,51E+20	3,16E+20	8,50E+19
Emergia recebida pelos clientes (F+R)	3,85E+21	8,84E+20	7,44E+20	2,35E+20
<b>Pago/recebido (F+R)</b>	<b>43%</b>	<b>40%</b>	<b>42%</b>	<b>36%</b>
<b>Recebido (F+R)/pago pelos clientes</b>	<b>2,34</b>	<b>2,52</b>	<b>2,35</b>	<b>2,77</b>

A Tabela 18 mostra que:

- ✓ a razão média da quantidade de recursos em emergia recebida pelos clientes das empresas pela emergia paga, é de 2,50. Os clientes receberam em 2009, em média, 150% mais recursos em emergia do que pagaram em seJ;
- ✓ os consumidores do estado de Santa Catarina (CASAN) são os que menos pagam pelos serviços de tratamento de água e esgoto sanitário. Pagam 36% da emergia recebida ou recebem 177% a mais em recursos em emergia, indicando significativa vantagem para os consumidores;
- ✓ os consumidores do estado de São Paulo (SABESP) são os que mais pagam pelos serviços de tratamento de água e esgoto sanitário. Pagam 43% da emergia recebida ou recebem 134% a mais em emergia, indicando também significativa vantagem para os consumidores; e
- ✓ os clientes das empresas pagaram nas tarifas de água e tratamento de esgotos, em R\$ médios, 40% da emergia total recebida. Em emergia, houve uma relação de desvantagem entre a biosfera e o sistema de tratamento de água e esgotamento sanitário operado pelas empresas.

A Tabela 19 apresenta os percentuais de recursos R, N e F de cada empresa e os indicadores em emergia comparados.

**Tabela 19. Indicadores em emergia comparados.**

	SABESP			COPASA			SANEPAR			CASAN		
	R	N	F	R	N	F	R	N	F	R	N	F
	71%	23%	6%	70%	24%	6%	71%	23%	6%	68%	25%	7%
<b>ELR</b>	0,40			0,43			0,41			0,47		
<b>EYR</b>	16,74			15,88			16,65			15,00		
<b>SI</b>	41,61			36,64			41,10			31,88		
<b>SI Brasil</b>							9,53 (a)					
<b>ELR Brasil</b>							1 (b)					
<b>Lei nº 10.165</b>				Médio potencial de poluição e utilização de recursos ambientais (c)								
<b>ISE</b>				Alto impacto ao meio ambiente (d)								
<b>ISE</b>				M↓ (e)								

(a e b) Fonte: University of Florida/UNEP (2010).

(c) Potencial de poluição e utilização de recursos ambientais do setor Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário.

(d) Impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes pela classificação original do setor Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário.

(e) Setor Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário pelo ranqueamento considerando a classificação relativa de impacto (Tabela 15).

A Tabela 19 compara os indicadores em emergia com parâmetros do setor, da Lei nº 10.165 e do Brasil. Mostra que as empresas SABESP, COPASA, SANEPAR e CASAN apresentavam, em 2009, índices de sustentabilidade (SI) muito acima da média do Brasil, cargas ambientais (ELR) equivalentes a menos do que a metade do Brasil, apesar do setor de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário ter sido classificado originalmente como de alto impacto pelo ISE, de médio potencial de poluição e utilização de recursos naturais pela Lei nº 10.165 e M↓ pelo ranqueamento considerando a classificação relativa de impacto (Tabela 15).

A Figura 13 apresenta o diagrama ternário em emergia e linhas de sustentabilidade das empresas ranqueadas.

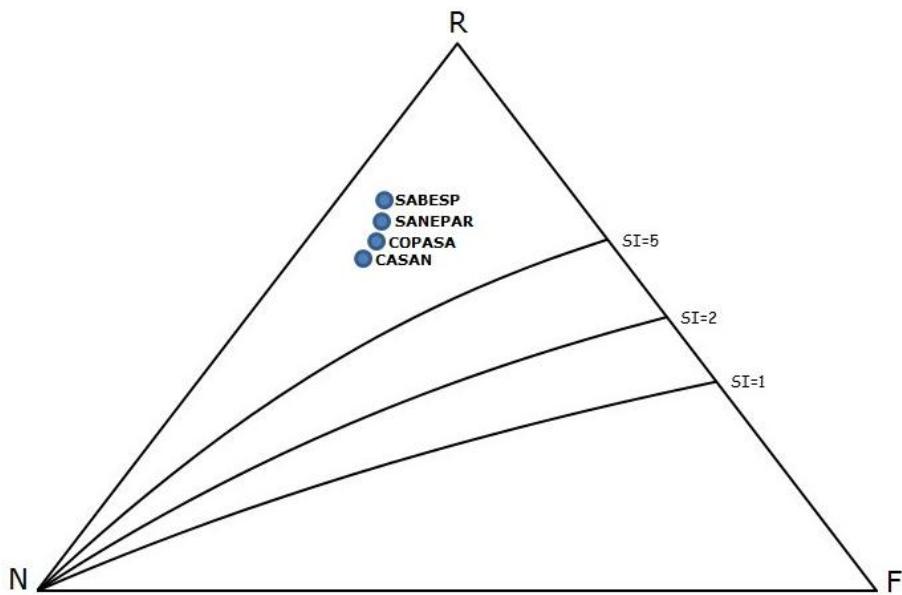


Figura 13. Ranqueamento das empresas pelo diagrama ternário em emergia.

Todas as empresas avaliadas apresentam sustentabilidade no longo prazo (BROWN & ULGIATI, 1997) porque apresentaram SI maior do que 5. A Tabela 20 apresenta a posição relativa de cada empresa para fins de ranqueamento, a partir da escala intervalar definida na Tabela 11.

**Tabela 20. Posição relativa das empresas.**

Empresa	SI	Classificação
SABESP	41,61	A↑
SANEPAR	41,10	A→
COPASA	36,64	A↓
CASAN	31,88	A↓

A partir da constatação que a CASAN possui a pior classificação no ranqueamento pelo SI, maior carga ambiental (ELR), menor uso de recursos R e maior emprego de recursos N em suas atividades operacionais, é possível ampliar e avaliar posições das empresas pelo impacto da escala econômica, conforme Tabelas 21 e 22 e Figuras 14 e 15.

**Tabela 21. Grandeza da escala econômica e do uso de N.**

	Grandeza	
	Escala econômica	Uso de N
SABESP	18,78	17,27
COPASA	5,94	5,71
SANEPAR	3,62	3,33
CASAN	1,00	1,00

A Tabela 21 mostra a grandeza admensional da escala econômica e do uso de N das empresas. A SABESP possui uma escala econômica 18,78 vezes a da CASAN e utiliza 17,27 vezes mais recursos N. A partir da CASAN como base 1, SANEPAR, COPASA e SABESP utilizam recursos N numa proporção menor do que o aumento da escala econômica.

A Figura 14 apresenta a área do uso de recursos N de cada empresa pela escala econômica.

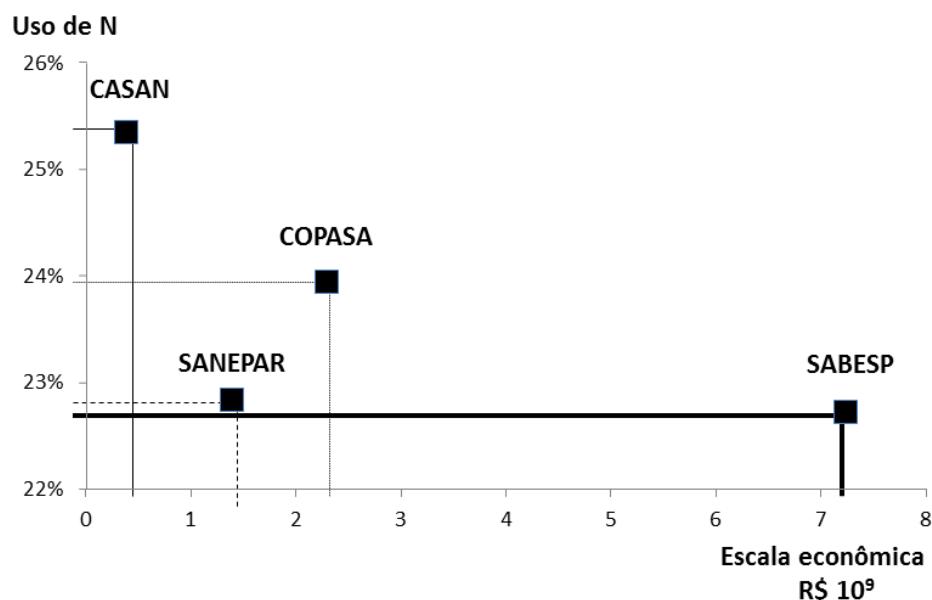


Figura 14.Uso de recursos N pela escala econômica.

Conforme com a posição relativa da Tabela 20, a Figura 14 mostra que a CASAN possui a área menos favorável ao conceito de sustentabilidade pelo uso de recursos N considerando a escala econômica. A área da SABESP é a mais favorável ao conceito de sustentabilidade.

**Tabela 22. Grandeza da escala econômica e do uso de R.**

	Grandeza	
	Escala econômica	Uso de R
SABESP	18,78	19,60
COPASA	5,94	6,12
SANEPAR	3,62	3,78
CASAN	1,00	1,00

A Tabela 22 mostra a grandeza adimensional da escala econômica e do uso de R das empresas. A SABESP possui uma escala econômica 18,78 vezes a da CASAN e utiliza 19,60 vezes mais recursos R. A partir da CASAN como base 1, SANEPAR, COPASA e SABESP utilizam recursos R numa proporção maior do que o aumento da escala econômica.

A Figura 15 apresenta a área do uso de recursos R de cada empresa pela escala econômica.

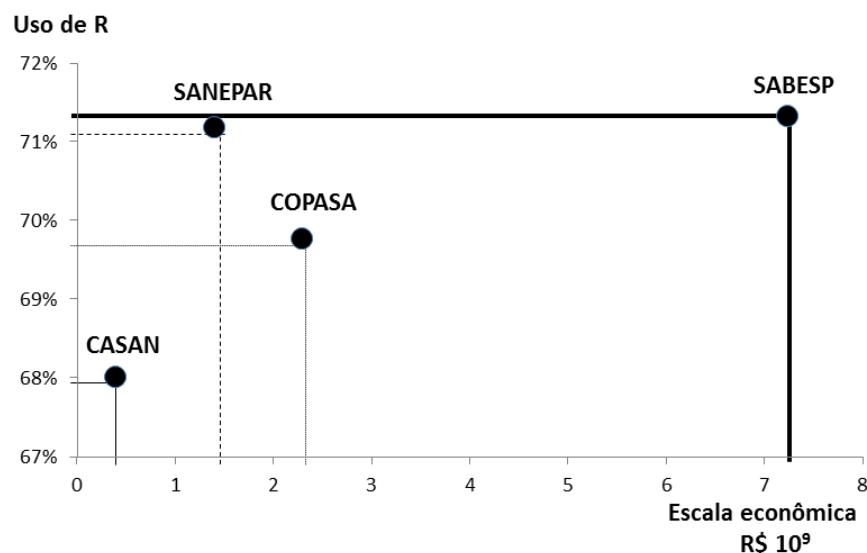


Figura 15.Uso de recursos R pela escala econômica.

Conforme com a posição relativa da Tabela 19, a Figura 15 mostra que a CASAN possui a área menos favorável ao conceito de sustentabilidade pelo uso de recursos R considerando a escala econômica. A área da SABESP é a mais favorável ao conceito de sustentabilidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi o de realizar um ranqueamento setorial da dimensão ambiental do ISE da BMF&BOVESPA no biênio 2009/2010 e uma forma de ranqueamento de empresas em conformidade com as determinações do Conselho Deliberativo do ISE. Segundo MEADOWS (1998), uma das maneiras mais eficientes de alterar o comportamento de um sistema é alterar os indicadores existentes, pois esses podem modificar a perspectiva que se tem sobre a realidade.

O cálculo do impacto (intensidade vezes escala econômica) dos setores e a avaliação pelos “indicadores de dimensão ambiental” ampliam a classificação original (baixo, médio e alto) do ISE e da Lei nº 10.165.

A utilização de ferramentas e metodologias que mensuraram cientificamente a interferência dos setores do ISE na biosfera (dimensão ambiental) é um desafio para os *stakeholders* na direção de avaliar a sustentabilidade em sua dimensão ambiental.

Os limites que delimitam o alcance das ferramentas e metodologias apresentadas na Figura 10 são importantes para seleção de ferramentas e metodologias para mensuração da interferência de empresas/setores na biosfera.

O ranqueamento dos setores do ISE (Tabela 15) ancorado na classificação relativa de impacto (intensidade vezes escala econômica) da dimensão ambiental de cada setor considerando o disposto na Lei nº 10.165, no ISE e na avaliação pelos “indicadores de dimensão ambiental”, deve ser considerado a partir dos seguintes aspectos:

- ✓ o ISE representa empresas com padrão de industrialização e escala econômica compatível com empresas lotadas nos EUA e Europa. Posição corroborada pelos coeficientes de correlação de Pearson ( $\rho$ ) das escalas econômicas dos setores do ISE com os setores NAICS (0,85) e com os setores COICOP (1);

- ✓ o ranqueamento é influenciado pela escala econômica do setor. Considerando que o impacto foi obtido pela intensidade vezes escala econômica, possíveis alterações na escala econômica podem mudar o ranqueamento. Alterações na escala econômica podem ocorrer em função da saída de empresas do ISE e entrada de novas participantes e por outros fatores diversos que alterem a escala econômica;
- ✓ a intensidade estabelecida em cada setor possui natureza mais perene do que a escala econômica, podendo ser alterada pela otimização de processos de produção, substituição de recursos N por recursos R e/ou por recursos N de reservas menos críticas, redução de impactos Is, redução do consumo de energia e água, redução de geração de poluição tóxica (ar, terra e água), menor utilização de área ocupada e diminuição de emissão de gases de efeito estufa em CO<sub>2e</sub>.

O ranqueamento das empresas SABESP, COPASA, SANEPAR e CASAN pela avaliação em emergia (Figuras 13, 14 e 15 Apêndice 14) mostrou que é possível avaliar a dimensão ambiental de forma científica, quando se considera o uso de recursos N e R, conforme determina o Conselho Deliberativo do ISE.

A avaliação em emergia e o diagrama ternário como ferramentas para mensurar de forma científica o impacto do uso dos recursos N e R nos sistemas de produção podem contribuir de forma significativa para que os *stakeholders* avaliem a dimensão ambiental da sustentabilidade, abrangendo limites da biosfera não considerados por outras metodologias.

## 6 CONTRIBUIÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Esta pesquisa não teve a pretensão de esgotar o tema. São muitas as possibilidades de ampliação, aprofundamento e desenvolvimento de metodologias e ferramentas científicas, nos campos teórico e empírico, para mensuração da interferência das atividades de produção na biosfera.

É inegável a convergência em relação à necessidade de se avaliar a dimensão ambiental de empresas/setores empresariais. As ferramentas e metodologias de mensuração científica que alcancem os limites dos ecossistemas naturais e mensurem fisicamente a interferência das atividades produtivas sobre a biosfera são o caminho mais seguro para avaliar a sustentabilidade na dimensão ambiental.

Em conformidade com a decisão do Conselho Deliberativo do ISE<sup>12</sup> e com o conceito e condições para definição dos limites sustentáveis de um sistema (DALY, 1996; BARRET & ODUM, 2007; McKELVEY, 1982; BROWN, 2009; GIANNETTI *in* DI AGUSTINI, 2009), ferramentas e metodologias que possibilitam realizar medições físicas da interferência das atividades produtivas sobre a biosfera, contemplando avaliação dos recursos N e R e impactos (Is) são o caminho mais seguro e consistente para tomada de decisões pelos *stakeholders* que exigem classificação e ranqueamento de setores/empresas.

Possíveis contribuições para pesquisas futuras:

- ✓ no campo jurídico, incorporar requisitos científicos de mensuração física do uso de recursos N, R e de impactos (Is) das atividades produtivas considerando a escala econômica em leis, normas e atributos legais de proteção jurídica aos ecossistemas naturais;
- ✓ no campo da comunicação, incorporar requisitos científicos de mensuração física do uso de recursos N, R e de impactos (Is) das

---

<sup>12</sup> A partir de 2008 passou a classificar como aspecto ambiental crítico os setores que utilizam intensivamente recursos N e usam poucos recursos R.

atividades produtivas considerando a escala econômica, nos processos de comunicação mitigando possíveis atributos ambientais não científicos, que podem confundir *stakeholders* nas decisões que exigem avaliação da dimensão ambiental da sustentabilidade;

- ✓ no campo dos investimentos de capital, incorporar requisitos científicos de mensuração física do uso de recursos N, R e de impactos (Is) das atividades produtivas considerando a escala econômica, para que investidores possam direcionar recursos para investimentos, que gerem maior sustentabilidade ambiental no longo prazo;
- ✓ no campo da gestão das empresas, incorporar requisitos científicos de mensuração física do uso de recursos N, R e de impactos (Is) das atividades produtivas considerando a escala econômica nas técnicas e ferramentas de gestão, e interiorizar na contabilidade financeira das empresas métricas, que ampliem os significados tradicionais de ativos e passivos contábeis, relacionando-os à preservação de toda biosfera, conforme conceitos de equilíbrio e *accountability* (KASSAI *et al.*, 2012);
- ✓ no campo da mensuração científica do uso de recursos N, R e de impactos (Is) das atividades produtivas considerando a escala econômica, aprofundar e ampliar o rigor científico para que a aplicabilidade das metodologias e ferramentas possam minimizar as limitações que há nas complexas relações entre as métricas para medição física da interferência dos sistemas produtivos sobre a biosfera.

Como afirma MEADOWS (1998), mensurar o que é imensurável pode ter um aspecto ambíguo: os indicadores podem ser profícuos ou perigosos na tomada de decisões, principalmente quando há superagregação subjetiva de muitos dados num único índice. Os “indicadores de dimensão ambiental” mitigam a agregação subjetiva aos indicadores porque são ancorados em metodologias científicas com medições físicas.

Para BOSSEL (1999), um indicador de sustentabilidade ambiental deve ser ancorado num arcabouço teórico conceitual que reflita a complexidade da operação do sistema avaliado (ver Figuras 10 e 11).

De acordo com JESIINGHAUS (1999), a principal limitação de um processo complexo de mensuração não se refere apenas como medir, mas como interpretar os indicadores e julgar sua significância para o sistema avaliado (ver Tabelas 15, 16, 17 e 20 e Figura 13). Em relação a indicadores de sustentabilidade ambiental, numerosos desafios acerca da mensuração somente podem ser vencidos com base científica.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040. Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura.**

Rio de Janeiro, 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14020: rótulos e declarações ambientais: princípios gerais.** Rio de Janeiro, 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001. Sistema de Gestão Ambiental: especificação e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044: Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações.** Rio de Janeiro, 2009.

ACKRILL, J. L. (ed.). **A new Aristotle reader.** Oxford: Clarendon Press, 1987.

ALMEIDA, C.M.V.B.; BARRELLA, F.A.; GIANNETTI, B.F. Emergetic ternary diagrams: Five examples for application in environmental accounting for decision-making. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p.63-74, 2007.

ANDRADE, A.; ROSSETTI, J.P. **Governança corporativa.** São Paulo: Editora Atlas, 2006.

ARIAS, M.E.; BROWN, M.T. Feasibility of using constructed treatment wetlands for municipal wastewater treatment in the Bogota Savannah, Colombia. **Ecological Engineering**, v. 35, p.1070-1078, 2009.

BACON, F. **Francis Bacon.** Polígrafa: Barcelona, 1995.

BARRELLA, F.A.; ALMEIDA, C.M.V.B.; GIANNETTI, B.F. Ferramenta para tomada de decisão considerando a interação dos sistemas de produção e o meio ambiente. **Revista Produção**, v. 15, n.1, p. 87-101, Jan/Abr. 2005.

BARRET, G.W.; ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia.** São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612 p.

BARTELMUS, P.S.; VAN, T. Integrated environmental and economic accounting: framework for a SNA satellite system. **The Review of Income and Wealth**, v. 37, n.2, 1991.

BARTELMUS, P.S. SEEA-2003: Accounting for sustainable development? **Ecological Economics**, v.61, i.4, p. 613-616, 2006.

BAUMANN, H.; TILLMAN, A.M. **The Hitch Hiker's Guide to LCA. An orientation in life cycle assessment methodology and application**. Lund: Studentlitteratur AB, 2004.

BERGSON, H. **La Philosophie de Claude Bernard**. Paris: Presses Universitaires de France, 2012.

BISHOP, J.; KAPILA, S.; HICKS, F.; MITCHELL, P.; VORHIES, F. **Building Biodiversity Business**. London, UK, and Gland, Switzerland: Shell International Limited and the International Union for Conservation of Nature, 2008. 164 pp.

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development: Theory, method, applications: A report to the Balaton Group**. Winnipeg: IISD, 1999.

BORNMMANN, L.; NAST, I.; DANIEL H.D. Do Editors and Referees Look for Signs of Scientific Misconduct when Reviewing manuscripts? A Quantitative Content Analysis of Studies that Examined Review Criteria and Reasons for Accepting and Rejecting. Manuscriptis Publication. **Scientometrics** v.77, n.3, p. 415-432, 2008.

BRASIL. Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976. **Características e Natureza da Companhia ou Sociedade Anônima**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 15 dez. 1976.

BRASIL. Instrução Normativa SRF nº162, de 31 de dezembro de 1998. **Fixa prazo de vida útil e taxa de depreciação dos bens que relaciona**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 7 jan. 1999.

BRASIL. Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000. **Altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 27 dez. 2000.

BRASIL. Altera e revoga dispositivos da Lei nº 6.404. Lei nº 11.638 de 28 de dezembro de 2007. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 28 dez. 2007.

BROWN, L. R. **Plano B 4.0. Mobilização para salvar a civilização.** São Paulo: New Content Editora, 2009.

BROWN, M. T.; BURANAKARN, V. Energy indices e ratios for sustainable material cycles options, **Resources Conservation & Recycling**, v.38, p.1-22, 2003.

BROWN, M. T.; McCLANAHAN, T. R. Energy analysis perspectives of Thailand and Mekong River dam proposals. **Ecological Modeling**, v.91, p.105-130, 1996.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. Energy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. **Ecological Engineering**, v. 9, p.51-69, 1997.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Energy Evaluations and Environmental Loading of Electricity Production Systems. **Journal of Cleaner Production**, v.10, p.321-334, 2002.

BUENFIL, A. **Energy evaluation of water.** Dissertation (Doctor of Philosophy) - University of Florida, Gainesville, 2001.

CATTON, W. **Carrying capacity and the limits to freedom.** In: XI World Congress of Sociology. Social ecology session, New Dehli, August 1986.

CETEA. **Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão.** Campinas: CETEA/ITAL, 2007. 75 p.

CHEHEBE, J.R.B. **Análise do Ciclo de Vidas dos Produtos.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 1998.

COLLEN, B.; GOLDFINGER, S.; KALTER, R.; McRAE, L.; KITZES, J., WACKERNAGEL, M. **2010 And Beyond - Rising to the biodiversity challenge.** Gland, Suíça: WWF. 2008.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E  
DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum.** 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro:  
Editora da Fundação Getulio Vargas, 1991.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 17 fev. 1986.

DALY, H. E. **Beyond growth**. Boston: Beacon Press Books, 1996.

DE CARLO, S. **Meio Ambiente**: sua integração nos sistemas de informações estatísticas. Textos para discussão no. 96. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Pesquisas, 1999.

DEAN, W. **A ferro e fogo. A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

DEMETRIO, F.J.C. **Avaliação da sustentabilidade ambiental do Brasil com a contabilidade em energia**. Tese (doutorado) – UNIP, São Paulo, 2011.

DEWEY, M. **Dewey Decimal Classification**, Edition 23, 2012. Dublin: Ed. OCLC, 2012.

DIAMOND, J. **Collapse**. Londres: Penguin, 2006.

DI AGUSTINI, C.A. **Mercado de capitais e análise de ações**. São Paulo: Globus Editora, 2009.

DI AGUSTINI, C.A.; VENDRAMETTO, L.P. **Análise de requisitos científicos com a dimensão ambiental do ISE da BM&FBOVESPA e de indicadores de sustentabilidade publicados nos relatórios de sustentabilidade anuais das empresas**. In: GIANNETTI, B.F.; ALMEIDA, C.M.V.B.; BONILLA, S.H. (editors): *Advances in Cleaner Production, Proceedings of the 3rd International Workshop*, UNIP, São Paulo, SP, Brazil. May 18-20, 2011.

DRUCKER, P. **El Arte de Gobernar**. Madrid: Editora Gestión, 2001.

EAGLETON, C. **Money: a history**. Richmond Hill, Ontario: Firefly Books, 2007.

EGAN, M. **Barry Commoner and the Science of Survival.** MIT Press, 2007.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21<sup>st</sup> century business.** Oxford: Capstone Publishing, 1997.

FERGUSON, N. **The ascent of money.** The Penguin Press, 2008.

FERNANDÉS-ARMESTO, F. **Os desbravadores.** São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

FERREIRA, M.E.T. **Literatura dos Descobrimentos e da Expansão Portuguesa,** Lisboa: Ulisseia, s/d.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2001.

FREEMAN, R. E.; REED, D.L. Stockholders and Stakeholders: A new perspective on Corporate Governance. **California Management Review.** v. 25 , p. 88-106, 1984.

FRIEDMAN, M. **Monetary Trends.** Chicago: University of Chicago Press, 1982.

GALLOPÍN, G. C. Environmental and Sustainability Indicators and the Concept of Situational Indicators. *A System Approach.* **Environmental Modelling & Assessment.** v.1, p.101-117, 1996.

GAYE, A. **Contribution to Beyond GDP “Virtual Indicator Expo“.** **Human Development Index (HDI).** In: INTERNATIONAL CONFERENCE BEYOND GDP. Measuring progress, true wealth, and the well being of nations Brussels. 19/20<sup>th</sup> November 2007. p. 1-4.

GASPARATOS, A.; EL-HARAM, M.; HORNER, M. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. **Environmental Impact Assessment Review.** v.28, p.286–311, 2008.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **Energy and Economic Myths.** New York: Pergamon Press, 1976.

GIANNETTI, B.F.; ALMEIDA, C.M.V.B. **Ecologia Industrial.** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

GIANNETTI, B.F.; BARRELLA, F.A.; BONILLA, S.H.; ALMEIDA, C.M.V.B.; Aplicações do diagrama emergético triangular na tomada de decisão ecoeficiente **Revista Produção**. v.17, n.2, São Paulo. May/Aug 2007a.

GIANNETTI, B. F.; NEIS, A. M.; BONILLA, S. H.; ALMEIDA, C. M. V. B. Decisões e Sustentabilidade Ambiental. In: COSTA NETO, P. L. O.. (Org.). **Qualidade e Competência nas Decisões**. 1 ed. São Paulo: Edgarg Blücher, 2007b, v. 01, p. 315-336.

HAES, H.A.U. The scientific Basis for SLCA. **International Journal of Life Cycle Assessment**. v. 13 n. 2, p. 95, 2008.

HAIR Jr., JOSEPH F.; BABIN, B.; MONEY, A.H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Bookman Cia. Editora, 2006.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. **Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development**. Washington, D.C.: World Resources Institute, 1995.

HARDI, P.; BARG, S. **Measuring sustainable development: Review of current practice**. Winnipeg: IISD, 1997.

HENDRIKSEN, E.S.; BREDA, M. F. Van. **Teoria da contabilidade**. São Paulo: Atlas, 1999.

HENDRICKSON, C.; HORVATH, A.; JOSHI, S.; LAVE, L. Economic Input-Output Models for Environmental Life-Cycle Assessment. **Policy Analysis**. v.32, I.7, p. 184 -191, 1998.

HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGNH, M.; WHEELER, D. **The Industrial Pollution Projection System**. Infrastructure and Agriculture Division, Policy Research Dept. World Bank. Dec 1994.

IBAÑEZ, T. **La Construcción del Conocimiento desde una Perspectiva Socioconstrucciónista**. In: MONTERO, M. (Org.). **Conocimiento, realidad e ideología**. Caracas: AVEPSO, 1994.

IMPEY, C. **O universo vivo**. São Paulo: Larouse, 2009.

JESINGHAUS, J. **Indicators for decision making.** European Comission, JRC/ISIS/MIA, TP 361, 1-21020 Ispra (VA), Draft, 1999.

KASSAI, J. R.; FELTRAN-BARBIERI, R.; CARVALHO, L.N. FOSCHINE, A. CINTRA, Y.C.; AFONSO, L. E. Balanço contábil das nações: reflexões sobre os cenários de mudanças climáticas globais. **Brazilian Business Review.** v.9, n.1. p.65-109. Vitória-ES. Jan-Mar 2012.

KERK, G.; MANUEL, A. **Contribution to Beyond GDP “Virtual Indicator Expo“ - Sustainable Society Index (SSI): a new comprehensive index for world-wide use.** In: Conference preceedings of Beyong GDP. Measuring progress, true wealth, and the well-being of nations. p. 1-4, 2008.

KOTAS, T. J. **The exergy method of thermal plant analysis.** London: Butterworks, 1985.

KRUSE, S. A.; FLYSJÖ, A.; KASPERCZYK, N.; SCHOLZ, A. Socioeconomic indicators as a complement to life cycle assessment: an application to salmon production systems. **International Journal of Life Cycle Assessment.** v. 14, n.1, p. 8-18, 2009.

KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolutions.** Chicago: The University of Chicago Press, 1970.

LEFROY, E.; RIDBERG, T. Energy evaluation of three cropping systems in southwestern Australia. **Ecological Modelling**, v.161, p.195-211. 2003.

LOVELOCK, J. **Gaia Um Novo Olhar sobre a Vida na Terra.** Lisboa: Edições 70, 1995.

LOVELOCK, J. Gaia: **Alerta Final.** Rio de Janeiro: Ed. Intrínseca Ltda., 2009.

LUBCHENCO, J. **Human Domination of Earth Ecosystems.** Science 25, v. 277, n. 5325, p. 494-499, July 1997.

MacCREADY, P. B. **Mean Wind Speed Measurements in Turbulence.** J. Appl. Meteor., v.5, p.219–225. 1966.

MARCONDES, A. W.; BACARJI, C. D. **ISE – Sustentabilidade no Mercado de Capitais.** São Paulo: BM&FBOVESPA, Report Editora, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1990.

McCORMICK, J. **Rumo ao paraíso: A história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.

McKELVEY, B. **Organizational systematics: taxonomy, evolution, classification**. Berkeley: University of California Press, 1982.

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development**. PO Box 174, Hartland Four VT 05049: The Sustainability Institute. 1998.

MEADOWS, D.; RANGERS, J.; MEADOWS, D. **Limites do crescimento. A atualização de 30 anos**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2007.

MIRANDA, E. E. de. **Natureza, conservação e cultura**. São Paulo: Metalivros, 2009.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico da pesquisa**. São Paulo: Pioneira, 2002. 152 p.

NASA. **NASA and NSF-Funded Research Finds First Potentially Habitable Exoplanet**. Available in : [http://www.nasa.gov/topics/universe/features/gliese\\_581\\_feature.html](http://www.nasa.gov/topics/universe/features/gliese_581_feature.html), accessed in 9 July 2011.

NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA, M.O. **Gestão agroindustrial**. 2ed. São Paulo: Atlas, 2001. v.1. 692p.

ODUM, E. **Ecological Vignettes**. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1998.

ODUM, H.T. **Environmental accounting – energy and environmental decision making**. New York: Ed. John Wiley & Sons Ltd., 1996.

PESSOA, F. Nótula Bibliográfica. 1ª. Publicação. **Revista de Comercio de Contabilidade No. 3**. Lisboa, 25 de março de 1926.

PECCEI, A. **Reflections of the president of the Club of Rome. Post a Comment**. New York: Pergamon Press, 1981.

PHYLLIS, D. Book Reviews: Modern Economic Growth: Rate, Structure and Spread". **The Economic Journal**, p.882-883, Dec. 1967.

POMEROY, S. B. **Ancient Greecy: a political, social and cultural history**. Oxford: Oxford University Press, 1988.

PULSELLI, M. F.; BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N.; TIEZZI, E. **The road to sustainability**. Boston: WIT Press, 2008.

PULSELLI, R.M.; SIMONCINI, E.; PULSELLI, F.M.; BASTIANONI, S. Energy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Embuilding indices to evaluate housing sustainability. **Energy and Buildings**. v.39, p. 620-628, 2007.

SAGAN, C. O. **Mundo Assombrado pelos Demônios. A Ciência Vista como uma Vela no Escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

SCHELLNHUBER, H. J.; CRUTZEN, P. J.; CLARK, W. C.; CLAUSSEN, M.; HELD, H. **Earth system analysis for sustainability**. London: The MIT Press, 2004.

SHERMER, M. **The Borderlands of Science: Where Sense Meets Nonsense**. New York: Oxford University Press, 2001.

SHIRREFF, D. **Dealing with financial risk**. Bloomberg Press, 2004.

SICHE, J.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. **Sustainability of nations by indices: Comparative study**. Ecological Economics, v.66, p. 628-637, 2007.

SMITH, R. Development of SEEA and its implementation. **Ecological Economics**, v. 61, i.4, p.592-599, 2007.

SOBEL, Dava. **Os planetas**. Companhia das Letras. São Paulo: 2006, 234 p.

SPECTOR, P.E. **Summated Rating Scale Construction: An Introduction. Series: Quantitative Applications in the Social Sciences**. London: Sage Publications, 1992.

STEVENS, C. Measuring Sustainable development. **Statistics Brief**, n.10 September 2005.

SWEARER, D. K. Buddhism and ecology: **Challenge and promise**. Yale School of Forestry & Environmental Studies, 2004.

TALBERTH, J. **Contribution to beyond GDP**. Virtual Indicator Expo – Genuine Progress Indicator (GPI). In: INTERNATION CONFERENCE BEYOND GDP. Measuring progress, true wealth, and the well being of nations Brussels. 19/20<sup>th</sup> November 2007. p. 1-4A.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

TUNSTALL, D. **Development and Using Indicators of Sustainability in Africa: an Overview**. Prepared for the Network for Environment and Sustainable Development in Africa (NESDA). Thematic Workshop on Indicators of Sustainable Development. Banjul, The Gambia, May 16-18, 1994.

UN – United Nation. **Global Assessment of Environment Statistics** and Environmental-Economic Accounting Background document Statistical Commission Thirty-eight session 27 February-2 March 2007, available in [http://unstats.un.org/unsd/statcom/statcom\\_09/seminars/environment\\_eco\\_acctng/Analysis\\_SC%5B1%5D.pdf](http://unstats.un.org/unsd/statcom/statcom_09/seminars/environment_eco_acctng/Analysis_SC%5B1%5D.pdf). Accessed in 25 March 2011.

UNEP - United Nation Environmental Programme. **Finance Initiative Innovative financing sustainability**, UNEP 2008, PRI Report on Progress, 2008.

UNEP - United Nation Environmental Programme. **Finance Initiative** (2011). Na Investors' Perspective on Environmentsl Metrics for Property.

UKIDWE, N.U.; BAKSHI, B.R. Thermodinamic accounting of ecosystem contribution to economic sectors with application to 1992 U.S. economy. **Environmental Science & Technology**, v.38, n. 18, p. 4810-4827, 2004.

UKIDWE, N. U. **Thermodinamic input-output analysis of economic and ecological systems for sustainable engineering**. Dissertation (Doctor of Philosophy) - Ohio State University, Ohio, 2005.

VERNON, M.D. **Motivação Humana**. Petrópolis: Vozes. 1973.

WACKERNAGEL, M. Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A tool for Planning Toward Sustainability. 1988. Thesis (Doctor of philosophy) - The Swiss Federal Institute of Technology de Zürich, 1988.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint**. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT: New Society Publishers, 1996.

WIEDMANN, T.; MINX, J.; BARRET, J.; WACKERNAGEL, M. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis. **Ecological economics**, v.56, p. 28-48, 2006.

WILSON, J.; TYEDMERS, P.; PELOT, R. Contrasting and comparing sustainable development. **Ecological Indicators**, v. 7, i.2, p. 299-314, 2006.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our commonfuture**. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.

### Referências da internet

ACORDOS INSTITUCIONAIS. CNPQ. Disponível em <<http://lattes.cnpq.br/conteudo/acordos.htm>>. Acessado em 20 setembro 2011.

AWRAMIK, S. Astrobiology and the origins of life. BioForum 1997. Disponível em: <<http://www.gene.com/ae/bioforum/bf02/awramik/toc.html>>. Acessado 14 de novembro 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. MEIO CIRCULANTE. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/adm/mecir/Resposta.asp>. Acessado em 17 fevereiro 2012.

BM&FBOVESPA. Segmentos Empresariais ISE. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/ResumoISE.pdf>>. Acessado em 14 março 2009.

BM&FBOVESPA. Empresas. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/empresas/>>. Acessado em 11 agosto 2010.

BM&FBOVESPA. Resumo Taxas médias. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoTaxaMediaCrescimento.aspx?Indice=ISE&idioma=pt-br>>. Acessado em 29 janeiro 2011a.

BM&FBOVESPA. Questionário-base do ISE, 2008/2009, Dimensão Ambiental. Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/ISE\\_Questionario2009.pdf](http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/ISE_Questionario2009.pdf)>. Acessado em 18 outubro 2011b.

BM&FBOVESPA, 2012. Índice de Sustentabilidade Empresarial – ISE. Composição/Carteira do Índice. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoCarteiraQuadrimestreISE.aspx?Idioma=pt-br>. Acessado em 21 fevereiro 2012.

CAPES. Pesquisa. Disponível em: <<http://capesdw.capes.gov.br>>. Acessado em: 1 Abril 2011.

CAPES NOTÍCIAS. Disponível em: <http://capes.gov.br/servicos/sala-de-imprensa/36-noticias/3316-banco-de-teses-da-capes-possui-mais-de-450-mil-resumos>. Acessado em 20 setembro 2011.

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY (2011). Eiolca.net. Use standard model. Available in: <<http://www.eiolca.net/cgi-bin/dft/use.pl>> Accessed em 11 August 2011.

CASAN (2009). Investidores. DFP Legislação societária. Disponível em: <http://novo.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/investidores-2#610>. Acessado em 8 de março de 2011.

COPASA (2009). Demonstrações financeiras 2009. Disponível em: [http://www.copasa.com.br/ri/http://www.mzweb.com.br/copasa/web/arquivos/Demonstracoes\\_Financeiras\\_Anuais\\_31122009.pdf](http://www.copasa.com.br/ri/http://www.mzweb.com.br/copasa/web/arquivos/Demonstracoes_Financeiras_Anuais_31122009.pdf). Acessado em 13setembro 2010.

CER – Currency Exchange Rate. Taxa de câmbio. Conversor de moedas. Available in: <http://pt.rateq.com/historicalcurrency/2000> Accessed in 2nd July 2012.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. Available in: <[http://moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms\\_documents/PES\\_MATRIX\\_06-16-08\\_oriented.1.pdf](http://moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms_documents/PES_MATRIX_06-16-08_oriented.1.pdf)> Accessed in 22 September 2011.

IBGE. Contas nacionais, IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1452&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1452&id_pagina=1)>. Acessado em 22 setembro 2011.

INDECO. Indicadores econômicos, câmbio. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?INDECO>>. Acessado em 23 outubro 2011.

ISE METODOLOGIA (2012). Processo de seleção. Disponível em: <http://isebvmf.com.br/index.php?r=site/conteudo&id=9>. Acessado em 22 maio 2012.

KI-MOON, Ban. Message from the UN Secretary-General. Available in: <http://www.unpri.org/secretary-general-statement/index.php>, accessed in: 22/set/2011.

LAS CASAS, Origem da vida na Terra. Disponível em: <http://www.observatorio.ufmg.br/pas37.htm>. acessado em 25 janeiro 2011.

PAYMENTS FOR ECOSYSTEM SERVICES (PES) MARKETS. Available in: <[http://moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms\\_documents/PES\\_MATRIX\\_06-16-08\\_oriented.1.pdf](http://moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms_documents/PES_MATRIX_06-16-08_oriented.1.pdf)> Acesssed in 19 March 2011.

PAINEL LATTES. CNPQ. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/painelLattes/mapa/>>.Acessado em 13 março 2012.

PRI, 2012. Signatories to the Principles for Responsible Investment. Available in: <http://www.unpri.org/signatories/index.php?country=Brazil>. Accessed in 1 February 2012.

RAMSEY, M. Built Ford Tough, with Aluminum? The Wall Street Journal.<http://online.wsj.com/article/C46E47E2-CD54-4132-AAC6-6E56544E9A23.html#!C46E47E2-CD54-4132-AAC6-6E56544E9A23>Accesssed in 26th july 2012.

RATED, 2012. Disponível em: <<http://pt.rateq.com/historicalcurrency/2000>>. Acessado em 22 abril 2012.

SABESP (2009). Demonstrações financeiras 2009. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidoresnovo&pub=T&db=&docid=C5DF6A78AC3CC3FB832575B700803B53&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho0>>. Acessado em: 17 outubro 2011.

SABESP (2010). Informações financeiras e operacionais. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=investidoresnovo&pub>>. Acessado em: 19 agosto 2011.

SABESP (2011). Informações financeiras e operacionais. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=investidoresnovo&pub>>. Acessado em: 27 janeiro 2012.

SANEPAR (2009). Relatório anual de administração e demonstrações contábeis 2009. Disponível em:

[http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/investidores\\_rel\\_ian\\_dfp\\_itr/ian-dfp-itr/rel\\_Relat%C3%B3rios%20Trimestrais2010-03-19.pdf](http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/investidores_rel_ian_dfp_itr/ian-dfp-itr/rel_Relat%C3%B3rios%20Trimestrais2010-03-19.pdf).  
Acessado em 8 setembro 2010.

SCIRUS. Scirus for scientific information only. Advanced search. Available in: <<http://www.scirus.com>>. Accessed in: 21<sup>st</sup> April 2011.

SCOPUS. Search. Available in:<<http://www.scopus.com>>. Accessed in: 1<sup>st</sup> April 2011.

UN United Nation. Integrated environmental and economic accounting (SEEA) 2003 – Handbook of National Accounting – Integrated Environmental and Economic Accounting. Available in: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>. Accessed in 29 August 2009.

UN – United Nations. General Assembly. 29 January 1993. Forty-seventh session. Agenda item 79. RESOLUTION ADOPTED BY THE GENERAL ASSEMBLY.[on the report of the second Committee (A/47/719)]47/191. Institutional arrangements to follow up the United Nations Conference on Environment and Development. Available in: <http://www.un.org/documents/ga/res/47/ares47-191.htm/>

UNIVERSITY OF FLORIDA/UNEP, 2010. Environmental Accounting and Systems Synthesis of Land Management Interventions at Multiple Scales in the Sahel Region of West Africa. Database Resources. Brazil (2000). University of Florida/UNEP. Available in: [http://sahel.ees.ufl.edu/database\\_resources.php?search\\_type=basic&country=BRA](http://sahel.ees.ufl.edu/database_resources.php?search_type=basic&country=BRA). Accessed in 18 February 2010.

VALÉRY, P. La conquête de l'ubiquité. 1944. Disponível em [http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques\\_des\\_sciences\\_sociales/index.html](http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques_des_sciences_sociales/index.html). Acessado em 22 dezembro 2011.

## 8 ADENDOS

### Anexo 1. Atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais.

Categoria	Descrição	Pp/urn*
Extração e tratamento de erais	Pesquisa mineral com guia de utilização; lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento; lavra subterrânea com ou sem beneficiamento, lavra garimpeira, perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural	Alto
Indústria de produtos minerais não metálicos	Beneficiamento de minerais não metálicos, não associados a extração; fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos tais como produção de material cerâmico, cimento, gesso, amianto, vidro e similares	Médio
Indústria metalúrgica	Fabricação de aço e de produtos siderúrgicos, produção de fundidos de ferro e aço, forjados, arames, relaminados com ou sem tratamento; de superfície, inclusive galvanoplastia, metalurgia dos metais não-ferrosos, em formas primárias e secundárias, inclusive ouro; produção de laminados, ligas, artefatos de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia; relaminação de metais não-ferrosos, inclusive ligas, produção de soldas e anodos; metalurgia de metais preciosos; metalurgia do pó, inclusive peças moldadas; fabricação de estruturas metálicas com ou sem tratamento de superfície, inclusive; galvanoplastia, fabricação de artefatos de ferro, aço e de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia, témpera e cementação de aço, recozimento de arames, tratamento de superfície	Alto
Indústria mecânica	Fabricação de máquinas, aparelhos, peças, utensílios e acessórios com e sem tratamento térmico ou de superfície	Médio
Indústria de material elétrico, eletrônico e comunicações	Fabricação de pilhas, baterias e outros acumuladores, fabricação de material elétrico, eletrônico e equipamentos para telecomunicação e informática; fabricação de aparelhos elétricos e eletrodomésticos	Médio
Indústria de material de transporte	Fabricação e montagem de veículos rodoviários e ferroviários, peças e acessórios; fabricação e montagem de aeronaves; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes	Médio
Indústria de madeira	Serraria e desdobramento de madeira; preservação de madeira; fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada; fabricação de estruturas de madeira e de móveis	Médio

Indústria de papel e celulose	Fabricação de celulose e pasta mecânica; fabricação de papel e papelão; fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina, cartão e fibra prensada	Alto
Indústria de borracha	Beneficiamento de borracha natural, fabricação de câmara de ar, fabricação e recondicionamento de pneumáticos; fabricação de laminados e fios de borracha; fabricação de espuma de borracha e de artefatos de espuma de borracha, inclusive látex	Baixo
Indústria de couros e peles	Secagem e salga de couros e peles, curtimento e outras preparações de couros e peles; fabricação de artefatos diversos de couros e peles; fabricação de cola animal	Alto
Indústria têxtil, de vestuário, calçados e artefatos de tecidos	Beneficiamento de fibras têxteis, vegetais, de origem animal e sintéticos; fabricação e acabamento de fios e tecidos; tingimento, estamparia e outros acabamentos em peças do vestuário e artigos diversos de tecidos; fabricação de calçados e componentes para calçados	Médio
Indústria de produtos de matéria plástica	Fabricação de laminados plásticos, fabricação de artefatos de material plástico	Baixo
Indústria do fumo	Fabricação de cigarros, charutos, cigarrilhas e outras atividades de beneficiamento do fumo	Médio
Indústrias diversas	Usinas de produção de concreto e de asfalto	Baixo
Indústria química	Produção de substâncias e fabricação de produtos químicos, fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, de rochas betuminosas e da madeira; fabricação de combustíveis não derivados de petróleo, produção de óleos, gorduras, ceras, vegetais e animais, óleos essenciais, vegetais e produtos similares, da destilação da madeira, fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos, fabricação de pólvora, explosivos, detonantes, munição para caça e desporto, fósforo de segurança e artigos pirotécnicos; recuperação e refino de solventes, óleos minerais, vegetais e animais; fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos; fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas; fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes; fabricação de fertilizantes e agroquímicos; fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários; fabricação de sabões, detergentes e velas; fabricação de perfumarias e cosméticos; produção de álcool etílico, metanol e similares	Alto

Indústria de produtos alimentares e bebidas	Beneficiamento, moagem, torrefação e fabricação de produtos alimentares; matadouros, abatedouros, frigoríficos, charqueadas e derivados de origem animal; fabricação de conservas; preparação de pescados e fabricação de conservas de pescados; beneficiamento e industrialização de leite e derivados; fabricação e refinação de açúcar; refino e preparação de óleo e gorduras vegetais; produção de manteiga, cacau, gorduras de origem animal para alimentação; fabricação de fermentos e leveduras; fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais; fabricação de vinhos e vinagre; fabricação de cervejas, chopes e maltes; fabricação de bebidas não alcoólicas, bem como engarrafamento e gaseificação e águas minerais; fabricação de bebidas alcoólicas	Médio
Serviços de utilidade	Produção de energia termoelétrica; tratamento e destinação de resíduos industriais líquidos e sólidos; disposição de resíduos especiais tais como: de agroquímicos e suas embalagens; usadas e de serviço de saúde e similares; destinação de resíduos de esgotos sanitários e de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas; dragagem e derrocamentos em corpos d'água; recuperação de áreas contaminadas ou degradadas	Médio
Transporte, terminais, depósitos e comércio	Transporte de cargas perigosas, transporte por dutos; marinas, portos e aeroportos; terminais de minério, petróleo e derivados e produtos químicos; depósitos de produtos químicos e produtos perigosos; comércio de combustíveis, derivados de petróleo e produtos químicos e produtos perigosos	Alto
Turismo	Complexos turísticos e de lazer, inclusive parques temáticos	Baixo
Uso de recursos naturais	Silvicultura; exploração econômica da madeira ou lenha e subprodutos florestais; importação ou exportação da fauna e flora nativas brasileiras; atividade de criação e exploração econômica de fauna exótica e de fauna silvestre; utilização do patrimônio genético natural; exploração de recursos aquáticos vivos; introdução de espécies exóticas ou geneticamente modificadas; uso da diversidade biológica pela biotecnologia	Médio

\* Pp/urn= potencial de poluição e utilização de recursos ambientais.

Fonte: adaptado de BRASIL (2000).

## Apêndice 1 – Poluição incorporada

**Tabela 1. Setores do ISE associados aos do IPPS/ISIC.**

ISE	IPPS	ISIC
Indústria de máquinas/ferramentas	<i>Machinery &amp; equipment</i>	3829
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	<i>Wooden &amp; cane containers and small cane ware</i>	3312
Produção de cosméticos e higiene/limpeza	<i>Soap, cleaning preps, perfumes &amp; toilet preps</i>	3523
Produção de aeronaves	<i>Aircraft</i>	3845
Produção de papel e celulose	<i>Pulp, paper &amp; paperboard</i>	3411
Indústria petroquímica	<i>Petroleum refineries</i>	3530
Produção de alimentos	<i>Meat products</i>	3111
Siderurgia e metalurgia	<i>Iron and steel</i>	3710
	<i>Radio, TV &amp; communication equipment</i>	
Serviços de telecomunicações	<i>equipment</i>	3832
Análises clínicas e medicina diagnóstica	<i>Professional &amp; scientific equipment</i>	3851
Construção e engenharia civil	<i>Structural clay products</i>	3691

**Tabela 2. Poluição tóxica por setor (ISIC) nos EUA.**

Setor	ISIC	Total	%	Ar	Terra	Água
<i>Iron and steel</i>	3710	6.982	31%	985	5.647	350
<i>Pulp, paper &amp; paperboard</i>	3411	6.508	29%	3.627	1.672	1.209
<i>Petroleum refineries</i>	3530	3.228	14%	608	2.574	46
<i>Radio, TV &amp; communication equipment</i>	3832	1.399	6%	732	661	6
<i>Structural clay products</i>	3691	1.369	6%	949	418	2
<i>Soap, cleaning preps, perfumes &amp; toilet preps</i>	3523	985	4%	364	616	5
<i>Aircraft</i>	3845	923	4%	608	315	1
<i>Machinery &amp; equipment</i>	3829	700	3%	472	213	15
<i>Professional &amp; scientific equipment</i>	3851	458	2%	307	150	1
<i>Meat products</i>	3111	99	0%	47	44	7
<i>Wooden &amp; cane containers and small cane ware</i>	3312	9	0%	9	1	0
<b>Total</b>		<b>22.661</b>	<b>100%</b>			

Fonte: HETTIGE *et al.*, 1994.

**Tabela 3. Impacto de potencial de poluição tóxica equivalente dos setores do ISE.**

	<b>Escala econômica do ISE (US\$10<sup>6</sup> 2009)</b>	<b>Pounds/ISE US\$ 10<sup>6</sup></b>
Indústria petroquímica	7.634	53.300.788
Serviços de telecomunicações	25.939	35.516.903
Produção de cosméticos e higiene/limpeza	2.124	13.821.506
Produção de aeronaves	4.012	12.951.696
Produção de alimentos	7.963	11.143.028
Siderurgia e metalurgia	18.756	8.589.833
Análises clínicas e medicina diagnóstica	695	684.628
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	720	664.401
Produção de papel e celulose	4.983	493.279
Indústria de máquinas/ferramentas	238	166.617
Construção e engenharia civil	585	5.264
<b>Total</b>	<b>73.649</b>	<b>137.337.943</b>

O total em *pounds*/ISE US\$10<sup>6</sup> foi obtido pela multiplicação do total de poluição tóxica em *pound* por setor (ISIC) nos EUA vezes escala econômica do ISE (US\$10<sup>6</sup> em 2009).

**Tabela 4. Base de dados.**

Setor do ISE	NAICS	Setor ISIC	Poluição tóxica (pounds) por US\$ 1987					
			ISIC	Total	Ar	Terra	Água	
a	332997	<i>Machinery &amp; equipment</i>	3829	<b>700</b>	3%	<b>472</b>	<b>213</b>	<b>15</b>
b	321999	<i>Wooden &amp; cane containers and small cane wa</i>	3312	<b>9</b>	0%	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
c	325620	<i>Soap, cleaning preps, perfumes &amp; toilet preps</i>	3523	<b>985</b>	4%	<b>364</b>	<b>616</b>	<b>5</b>
d	336411	<i>Aircraft</i>	3845	<b>923</b>	4%	<b>608</b>	<b>315</b>	<b>1</b>
e	3221A0	<i>Pulp, paper &amp; paperboard</i>	3411	<b>6.508</b>	29%	<b>3.627</b>	<b>1.672</b>	<b>1.209</b>
f	325110	<i>Petroleum refineries</i>	3530	<b>3.228</b>	14%	<b>608</b>	<b>2.574</b>	<b>46</b>
g	311611	<i>Meat products</i>	3111	<b>99</b>	0%	<b>47</b>	<b>44</b>	<b>7</b>
h	331111	<i>Iron and steel</i>	3710	<b>6.982</b>	31%	<b>985</b>	<b>5.647</b>	<b>350</b>
i	513300	<i>Radio, TV &amp; communication equipment</i>	3832	<b>1.399</b>	6%	<b>732</b>	<b>661</b>	<b>6</b>
j	621B00	<i>Professional &amp; scientific equipment</i>	3851	<b>458</b>	2%	<b>307</b>	<b>150</b>	<b>1</b>
k	230120	<i>Structural clay products</i>	3691	<b>1.369</b>	6%	<b>949</b>	<b>418</b>	<b>2</b>
<b>Total</b>				<b>22.661</b>	<b>100%</b>			

a = Indústria de máquinas/ferramentas

b = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

c = Produção de cosméticos e higiene/limpeza

d = Produção de aeronaves

e = Produção de papel e celulose

f = Indústria petroquímica

g = Produção de alimentos

h = Siderurgia e metalurgia

i = Serviços de telecomunicações

j = Análises clínicas e medicina diagnóstica

k = Construção e engenharia civil

## Apêndice 2 – Pegada ecológica

**Tabela 1. Setores do COICOP associados aos do ISE.**

COICOP	ISE
29 <i>Machinery and equipment</i>	Indústria de máquinas/ferramentas
45 <i>Construction</i>	Construção e engenharia civil
41 <i>Water</i>	Abastecimento de água e esgoto sanitário
21-22 <i>Pulp, paper, printing and publishing</i>	Produção de papel e celulose
24 <i>Chemicals and man-made fibres</i>	Indústria petroquímica
27-28 <i>Basic metals and metal products</i>	Siderurgia e metalurgia
64 <i>Post and telecommunications</i>	Serviços de telecomunicações
40.1 <i>Electricity</i>	Geração e distribuição de energia elétrica
65-67 <i>Financial intermediation</i>	Instituição financeira

**Tabela 2. Escala econômica dos setores COICOP em dólares.**

ISE	COICOP	UK 2000 Escala econômica (£10 <sup>6</sup> )	UK 2000 Escala econômica (US\$10 <sup>6</sup> )
Indústria de máquinas/ferramentas	29 <i>Machinery and equipment</i>	823	1.358
Siderurgia e metalurgia	27-28 <i>Basic metals and metal products</i>	1.066	1.759
Abastecimento de água e esgoto sanitário	41 <i>Water</i>	1.323	2.183
Construção civil	45 <i>Construction</i>	1.826	3.013
Produção de papel e celulose	21-22 <i>Pulp, paper, printing and publishing</i>	1.914	3.158
Indústria petroquímica	24 <i>Chemicals and man-made fibres</i>	2.470	4.076
Instituição financeira	65-67 <i>Financial intermediation</i>	6.144	10.138
Serviços de telecomunicações	64 <i>Post and telecommunications</i>	11.910	19.652
<b>Total</b>		<b>27.476</b>	<b>45.335</b>

**Tabela 3. Impacto de pegada ecológica dos setores do COICOP e do ISE.**

	Escala econômica			
	UK 2000		ISE	
Gha/cap/£10 <sup>6</sup> *	US\$10 <sup>6</sup>	Gha/cap/US\$10 <sup>6</sup>	US\$10 <sup>6</sup>	Gha/cap/US\$10 <sup>6</sup>
64 Post and telecommunications	3,2	19.652	5,28	25.939
65-67 Financial intermediation	3,8	10.138	6,27	116.393
41 Water	4,8	2.183	7,92	2.456
24 Chemicals and man-made fibres	4,9	4.076	8,09	7.634
27-28 Basic metals and metal products	5,0	1.759	8,25	18.756
45 Construction	5,2	3.013	8,58	585
29 Machinery and equipment	5,2	1.358	8,58	238
21-22 Pulp, paper, printing and publishing	5,5	3.158	9,08	4.983
				14,32

\*WIEDMANN *et al.* 2006 (ecological footprint) - Tab. 5 (Capital investment).

**Tabela 4. Impacto de pegada ecológica dos setores do ISE.**

Setor do ISE	US\$10 <sup>6</sup>	Gha/cap/US\$10 <sup>6</sup>
Indústria de máquinas/ferramentas	238	1,50
Construção civil	585	1,67
Serviços de telecomunicações	25.939	6,97
Abastecimento de água e esgoto		
sanitário	2.456	8,91
Produção de papel e celulose	4.983	14,32
Indústria petroquímica	7.634	15,14
Instituição financeira	116.393	71,99
Siderurgia e metalurgia	18.756	87,98
<b>Total</b>	<b>176.984</b>	<b>208,00</b>

**Tabela 5. Base de dados.**

<i>Ecological footprint ) - Tab . 5 (Capital investment )</i>	Gha/cap/MM£	Escala econômica 10 <sup>6</sup>					
		COICOP	UK 2000		Gha/cap/US\$	ISE	
			UK 2000 £	UK 2000 US\$		US\$	Gha/cap/US\$
Serviços de telecomunicações	3,2	a	11.910	19.652	5,28	25.939	6,97
Instituição financeira	3,8	b	6.144	10.138	6,27	116.393	71,99
Abastecimento de água e esgoto sanit	4,8	c	1.323	2.183	7,92	2.456	8,91
Indústria petroquímica	4,9	d	2.470	4.076	8,09	7.634	15,14
Siderurgia e metalurgia	5	e	1.066	1.759	8,25	18.756	87,98
Construção civil	5,2	f	1.826	3.013	8,58	585	1,67
Indústria de máquinas/ferramentas	5,2	g	823	1.358	8,58	238	1,50
Produção de papel e celulose	5,5	h	1.914	3.158	9,08	4.983	14,32
			<b>27.476</b>	<b>45.335</b>		<b>176.984</b>	<b>208</b>

a = 64 Post and telecommunications

b = 65-67 Financial intermediation

c = 41 Water

d = 24 Chemicals and man-made fibres

e = 27-28 Basic metals and metal products

f = 45 Construction

g = 29 Machinery and equipment

h = 21-22 Pulp, paper, printing and publishing

Gha/cap = global hectares per capita

<http://pt.rateq.com/historicalcurrency/2000>

1£ = 1,65 US\$

### Apêndice 3 – Avaliação em emergia

**Tabela 1. Setores do ISE associados aos do NAICS.**

Setor do ISE	Ukidwe	NAICS
Instituição financeira	<i>Monetary authorities and depositary credit intermediation</i>	52A000
Geração e distribuição de energia elétrica	<i>Power generation and supply</i>	221100/S00101
Serviços de telecomunicações	<i>Telecommunications</i>	513300
Siderurgia e metalurgia	<i>Iron and steel mills</i>	331111
Produção de alimentos	<i>Animal, except poultry, slaughtering</i>	311611
Indústria petroquímica	<i>Petrochemical manufacturing</i>	325110
Produção de papel e celulose	<i>Paper and paperboard mills</i>	3221A0
Produção de aeronaves	<i>Aircraft manufacturing</i>	336411
Abastecimento de água e esgoto sanitário	<i>Water and sanitary service</i>	221300
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	<i>Cleaning and toilet preparations</i>	325620
Credenciamento de estabelecimento com cartões de pagamento	<i>Data processing services</i>	514200
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	<i>Miscellaneous wood product manufacturing</i>	321999
Análises clínicas e medicina diagnóstica	<i>Other ambulatory health care services</i>	621B00
Construção e engenharia civil	<i>New construction</i>	230120
Indústria de máquinas/ferramentas	<i>Industrial pattern manufacturing</i>	332997

**Tabela 2. Escala econômica dos setores do ISE e NAICS.**

Setor do ISE	2009 (US\$10 <sup>6</sup> )	NAICS	1997 (US\$10 <sup>6</sup> )
Instituição financeira	116.393	<i>Monetary authorities and depositary credit intermediation</i>	343.510
Geração e distribuição de energia elétrica	34.089	<i>Power generation and supply</i>	212.961
Serviços de telecomunicações	25.939	<i>Telecommunications</i>	277.605
Siderurgia e metalurgia	18.756	<i>Iron and steel mills</i>	57.132
Produção de alimentos	7.963	<i>Animal, except poultry, slaughtering</i>	52.915
Indústria petroquímica	7.634	<i>Petrochemical manufacturing</i>	18.357
Produção de papel e celulose	4.983	<i>Paper and paperboard mills</i>	68.053
Produção de aeronaves	4.012	<i>Aircraft manufacturing</i>	54.867

Abastecimento de água e esgoto sanitário	2.456	<i>Water and sanitary service</i>	5.904
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	2.124	<i>Cleaning and toilet preparations</i>	23.124
Credenciamento de estabelecimento com cartões de pagamento	1.213	<i>Data processing services</i>	35.812
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	720	<i>Miscellaneous wood product manufacturing</i>	3.780
Análises clínicas e medicina diagnóstica	695	<i>Other ambulatory health care services</i>	75.161
Construção e engenharia civil	585	<i>New construction</i>	26.234
Indústria de máquinas/ferramentas	238	<i>Industrial pattern manufacturing</i>	659
<b>Total</b>	<b>227.800</b>		<b>1.256.073</b>

**Tabela 3. Inventários em seJ/US\$ N, R, I(s) por setor NAICS.**

<b>Setor do NAICS</b>	<b>SeJ/US\$</b>			
	<b>N</b>	<b>R</b>	<b>I(s)</b>	<b>Total</b>
<i>Monetary authorities and depository credit intermediation</i>	9,35E+10	1,74E+09	2,95E+09	9,82E+10
<i>Power generation and supply*</i>	1,38E+12	5,24E+12	0,00E+00	6,62E+12
<i>Telecommunications</i>	2,44E+11	4,27E+09	5,71E+09	2,54E+11
<i>Iron and steel mills</i>	9,29E+12	1,36E+10	1,16E+11	9,42E+12
<i>Animal, except poultry, slaughtering</i>	1,18E+12	3,66E+11	3,35E+10	1,58E+12
<i>Petrochemical manufacturing</i>	4,12E+12	1,30E+10	8,72E+10	4,22E+12
<i>Paper and paperboard mills</i>	3,37E+12	4,96E+10	6,99E+10	3,49E+12
<i>Aircraft manufacturing</i>	7,05E+11	2,60E+09	1,61E+10	7,24E+11
<i>Water and sanitary service</i>	7,11E+11	1,91E+13	1,90E+11	2,00E+13
<i>Cleaning and toilet preparations</i>	6,11E+11	6,29E+09	1,54E+10	6,33E+11
<i>Data processing services</i>	1,55E+11	1,80E+09	4,91E+09	1,62E+11
<i>Miscellaneous wood product manufacturing</i>	2,03E+12	8,52E+10	1,78E+10	2,13E+12
<i>Other ambulatory health care services</i>	3,79E+11	4,43E+09	1,01E+10	3,94E+11
<i>New construction</i>	2,47E+12	2,29E+11	1,78E+10	2,72E+12
<i>Industrial pattern manufacturing</i>	6,12E+11	5,44E+09	1,44E+10	6,32E+11
<b>Total</b>	<b>2,73E+13</b>	<b>2,51E+13</b>	<b>6,02E+11</b>	<b>5,31E+13</b>

\*Os dados de N, R e Impactos do setor Geração e Distribuição de Energia Elétrica foram adaptados segundo o estudo realizado por BROWN & ULCIATI (2002), *Energy evaluations and environmental loading of electricity production system* porque a energia elétrica brasileira é gerada, principalmente, nas usinas hidrelétricas, usando o potencial energético da água.

Fonte: UKIDWE (2005).

**Tabela 4. Inventários em seJ/US\$ N, R, I(s) adaptados por setor do ISE.**

Setor do ISE	ISE (US\$ 2009)/NAICS (US\$ 1997)	SeJ/US\$			
		N	R	I(s)	Total
Instituição financeira	0,34	3,17E+10	5,90E+08	1,00E+09	3,33E+10
Geração e distribuição de energia elétrica	0,16	2,21E+11	8,38E+11	0,00E+00	1,06E+12
Serviços de telecomunicações	0,09	2,28E+10	3,99E+08	5,34E+08	2,37E+10
Siderurgia e metalurgia	0,33	3,05E+12	4,46E+09	3,81E+10	3,09E+12
Produção de alimentos	0,15	1,78E+11	5,51E+10	5,04E+09	2,38E+11
Indústria petroquímica	0,42	1,71E+12	5,41E+09	3,63E+10	1,76E+12
Produção de papel e celulose	0,07	2,47E+11	3,63E+09	5,12E+09	2,55E+11
Produção de aeronaves	0,07	5,16E+10	1,90E+08	1,18E+09	5,29E+10
Abastecimento de água e esgoto sanitário	0,42	2,96E+11	7,95E+12	7,90E+10	8,32E+12
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	0,09	5,61E+10	5,78E+08	1,41E+09	5,81E+10
Credenciamento de estabelecimento com cartões de pagamento	0,03	5,25E+09	6,10E+07	1,66E+08	5,48E+09
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	0,19	3,87E+11	1,62E+10	3,39E+09	4,06E+11
Análises clínicas e medicina diagnóstica	0,01	3,50E+09	4,10E+07	9,34E+07	3,64E+09
Construção e engenharia civil	0,02	5,51E+10	5,11E+09	3,97E+08	6,06E+10
Indústria de máquinas/ferramentas	0,36	2,21E+11	1,97E+09	5,20E+09	2,28E+11
<b>Total</b>		<b>6,54E+12</b>	<b>8,88E+12</b>	<b>1,77E+11</b>	<b>1,56E+13</b>

Os dados de inventário de N, R e Impactos em seJ/US\$ por setor da Tabela 4 foram obtidos dividindo o ISE (US\$ 2009) pelo NAICS (US\$ 1997), resultado este que foi utilizado para calcular as relações percentuais correspondentes para cada N, R e I(s).

## Uso de recursos N

Os recursos N são relevantes nos processos de produção porque possuem quantidade limitada na biosfera. O uso contínuo de recursos N pode levar reservas a extinção, comprometendo não somente os sistemas de produção, mas também os ecossistemas naturais e suas inter-relações complexas com o meio ambiente. O uso intensivo de recursos N leva o setor em direção contrária ao conceito de sustentabilidade (DALY, 1996 e GIANNETTI *et al.* 2007b).

Considerando que a quantidade de recursos N utilizados no Brasil por ano é de  $34,95 \cdot 10^{23}$  seJ/US\$ ano (a), que o PIB do País em 2009 foi de R\$  $3,143 \cdot 10^{12}$  (b), obtém-se a razão de N seJ/US\$  $10^9$  do Brasil. A cotação média da paridade US\$/R\$ em 2009 foi de 1,9974 (c), ao se dividir o PIB do Brasil em 2009 em R\$ pela paridade média do R\$/US\$, obtém-se o PIB de 2009 em US\$  $1,5710^{12}$ . Ao se dividir o total de recursos N utilizados no Brasil pelo PIB 2009 em US\$, obtém-se a razão N/PIB do Brasil de  $2.2210^9$  seJ/US\$ ano.

- (a) DEMETRIO (2011).
- (b) IBGE (2011).
- (c) INDECO (2011).

Todos os setores do ISE utilizaram recursos N acima da média brasileira em seJ/US\$ ano, conforme Figura 1.

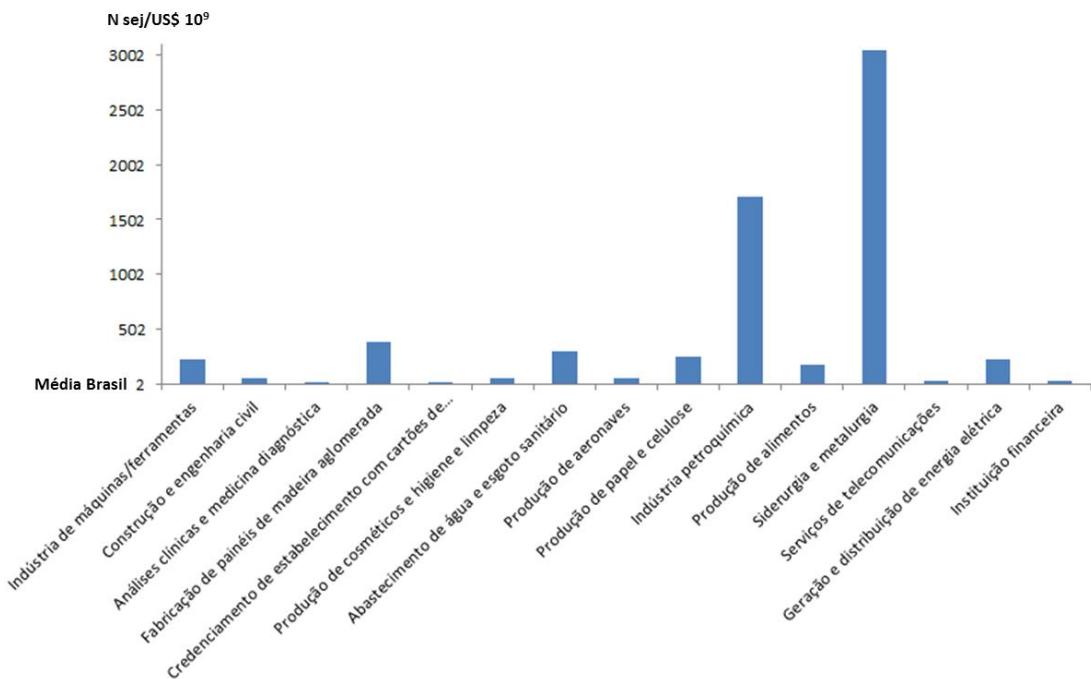


Figura 1.Utilização de recursos N pelos setores do ISE.

## Uso de recursos R

Os recursos R são fundamentais e importantes nos processos de produção porque não se esgotam na biosfera. O uso intensivo de recursos R leva o setor direção favorável ao conceito de sustentabilidade (DALY, 1996 e GIANNETTI *et al.* 2007b).

Considerando que a quantidade de recursos R utilizados no Brasil por ano é de  $31,09 \cdot 10^{23}$  seJ/US\$ ano (a), que o PIB do País em 2009 foi de R\$  $3,143 \cdot 10^{12}$ (b), obtém-se a razão de R seJ/US\$ $10^9$  do Brasil. A cotação média da paridade US\$/R\$ em 2009 foi de 1,9974(c), ao se dividir o PIB do Brasil em 2009 em R\$ pela paridade média do US\$/R\$, obtém-se o PIB de 2009 em US\$  $1,57 \cdot 10^{12}$ . Ao se dividir o total de recursos R utilizados no Brasil pelo PIB 2009 em US\$, obtém-se a razão R/PIB do Brasil de  $1.980 \cdot 10^9$  seJ/US\$ ano.

(a) DEMETRIO (2011).

(b) IBGE (2011).

(c) INDECO (2011).

Somente o setor Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário utilizou recursos R acima da média brasileira em seJ/US\$ ano, conforme Figura2.

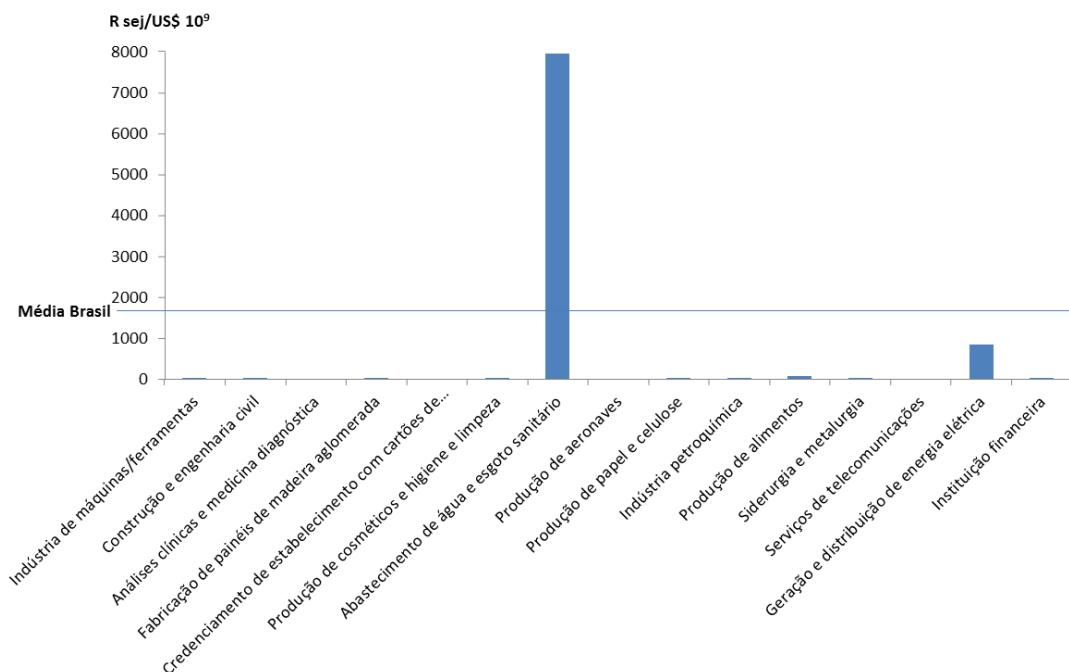


Figura2.Utilização de recursos R pelos setores do ISE.

A classificação original do ISE em relação aos impactos e aspectos ambientais relevantes não diferencia o que é impacto e quais são os critérios para aspectos ambientais relevantes. O uso intensivo de recursos R, por não se esgotarem na biosfera, leva o setor em direção favorável ao conceito de sustentabilidade, desde que não comprometa a 1<sup>a</sup> condição da sustentabilidade (DALY, 1996 e GIANNETTI *et al.* 2007b).

**Tabela 5. Base de dados.**

Setor do ISE	ISE - Escala econômica (2009)		NAICS
	R\$	US\$	
A	232.485.039.000	116.392.860.278	<i>Monetary authorities and depositary credit intermediation</i>
B	68.089.561.000	34.088.811.882	<i>Power generation and supply*</i>
c	51.811.641.000	25.939.325.462	<i>Telecommunications</i>
d	37.464.190.000	18.756.321.916	<i>Iron and steel mills</i>
e	15.905.776.000	7.963.173.766	<i>Animal, except poultry, slaughtering</i>
f	15.248.336.000	7.634.028.620	<i>Petrochemical manufacturing</i>
g	9.952.352.000	4.982.611.874	<i>Paper and paperboard mills</i>
h	8.014.230.000	4.012.297.551	<i>Aircraft manufacturing</i>
i	4.905.960.000	2.456.152.530	<i>Water and sanitary service</i>
j	4.242.057.000	2.123.771.705	<i>Cleaning and toilet preparations</i>
k	2.423.344.000	1.213.239.101	<i>Data processing services</i>
l	1.437.796.000	719.827.778	<i>Miscellaneous wood product manufacturing</i>
m	1.388.313.000	695.054.278	<i>Other ambulatory health care services</i>
n	1.168.205.000	584.857.942	<i>New construction</i>
o	475.434.000	238.024.448	<i>Industrial pattern manufacturing</i>
	<b>455.012.234.000</b>	<b>227.800.359.131</b>	

a = Instituição financeira

b = Geração e distribuição de energia elétrica\*

c = Serviços de telecomunicações

d = Siderurgia e metalurgia

e = Produção de alimentos

f = Indústria petroquímica

g = Produção de papel e celulose

h = Produção de aeronaves

\*Adaptado de Brown & Ulgiati, 2002, *Emergency evaluations and environmental loading of electricity production system*

i = Abastecimento de água e esgoto sanitário

j = Produção de cosméticos e higiene e limpeza

k = Credenciamento de estabelecimentos com cart

l = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

m = Análises clínicas e medicina diagnóstica

n = Construção e engenharia civil

o = Indústria de máquinas/ferramentas

## Apêndice 4 - ACV

**Tabela 1. Setores econômicos do ISE associados aos NAICS do EIO-LCA.**

ISE	NAICS	EIO-LCA
Indústria de máquinas/ferramentas	33329A	<i>Industrial machinery manufacturing</i> <i>Residential permanent site single- and multi-family structures</i>
Construção e engenharia civil	230201	
Análises clínicas e medicina diagnóstica	621B00	<i>Healthcare and social assistance</i>
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	321992	<i>Prefabricated wood building manufacturing</i>
Credenciamento de estabelecimento com cartões de pagamento	518200	<i>Data processing, hosting, and related services</i>
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	325620	<i>Toilet preparation manufacturing</i>
Abastecimento de água e esgoto sanitário	221300	<i>Water, sewage and other systems</i>
Produção de aeronaves	336411	<i>Aircraft manufacturing</i>
Produção de papel e celulose	322120	<i>Paper mills</i>
Indústria petroquímica	325110	<i>Petrochemical manufacturing</i>
Produção de alimentos	31161A	<i>Animal, except poultry, slaughtering</i>
Siderurgia e metalurgia	331110	<i>Iron and steel mills</i>
Serviços de telecomunicações	517000	<i>Telecommunications</i>
Instituição financeira	52A000	<i>Monetary authorities and depositary credit intermediation</i>

**Tabela 2. Setor do ISE – entradas e saídas do EIO-LCA.**

Setor do ISE	Escala econômica (US\$ 2009 10 <sup>6</sup> )	Energia (J 10 <sup>3</sup> /US\$ 10 <sup>6</sup> )	Uso de água (gal 10 <sup>3</sup> )	Gases de efeito estufa (ton de CO <sub>2e</sub> )
Indústria de máquinas/ferramentas	238	154	19.000	4.350
Construção civil	585	1.320	69.200	82.100
Análises clínicas e medicina diagnóstica	695	238	68.800	6.920
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	720	839	119.000	7.670
Credenciamento de estabelecimento com cartões de pagamento	1.213	271	76.000	6.430
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	2.124	5.040	198.000	268.000
Abastecimento de água e esgoto sanitário	2.456	8.900	0	1.510.000
Produção de aeronaves	4.012	1.420	73.500	31.500
Produção de papel e celulose	4.983	115.000	23.100.000	3.170.000
Indústria petroquímica	7.634	81.000	14.600.000	4.400.000
Produção de alimentos	7.963	14.500	1.550.000	3.090.000
Siderurgia e metalurgia	18.756	564.000	70.900.000	48.600.000
Serviços de telecomunicações	25.939	26.500	8.830.000	1.220.000
Instituição financeira	116.393	13.100	3.460.000	718.000
<b>Total</b>	<b>193.712</b>	<b>832.282</b>	<b>123.063.500</b>	<b>63.114.970</b>

Fonte: CARNEGIE MELLON UNIVERSITY (2011).

**Tabela 3. Base de dados.**

Setor do ISE	ISE US\$ 2009 10 <sup>6</sup>	Escala econômica	EIO-LCA			
			Sector	Energy	Water use	Greenhouse gases
				Total energy TJ	Kgal	Total T CO2e
a	238	33329A	<i>Industrial machinery manufacturing</i>	154	19.000	4.350
b	585	230201	<i>Residential permanent site single-family</i>	1.320	69.200	82.100
c	695	621B00	<i>Healthcare and social assistance</i>	238	68.800	6.920
d	720	321992	<i>Prefabricated wood building manufacturing</i>	839	119.000	7.670
e	1.213	518200	<i>Data processing, hosting, and related activities</i>	271	76.000	6.430
f	2.124	325620	<i>Toilet preparation manufacturing</i>	5.040	198.000	268.000
g	2.456	221300	<i>Water, sewage and other systems</i>	8.900	-	1.510.000
h	4.012	336411	<i>Aircraft manufacturing</i>	1.420	73.500	31.500
i	4.983	322120	<i>Paper mills</i>	115.000	23.100.000	3.170.000
j	7.634	325110	<i>Petrochemical manufacturing</i>	81.000	14.600.000	4.400.000
k	7.963	31161A	<i>Animal, except poultry, slaughter and butchering</i>	14.500	1.550.000	3.090.000
l	18.756	331110	<i>Iron and steel mills</i>	564.000	70.900.000	48.600.000
m	25.939	517000	<i>Telecommunications</i>	26.500	8.830.000	1.220.000
n	116.393	52A000	<i>Monetary authorities and deposit-taking corporations</i>	13.100	3.460.000	718.000
				832.282	123.063.500	63.114.970

a = Indústria de máquinas/ferramentas

b = Construção e engenharia civil

c = Análises clínicas e medicina diagnóstica

d = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

e = Credenciamento transações comerciais e financeiras cartões de pagamento

f = Produção de cosméticos e higiene e limpeza

g = Abastecimento de água e esgotamento sanitário

h = Produção de aeronaves

i = Produção de papel e celulose

j = Indústria petroquímica

k = Produção de alimentos

l = Siderurgia e metalurgia

m = Serviços de telecomunicações

n = Instituição financeira

Dólar médio 1997: 1,078

PIB Brasil 1997 R\$: 866.680.000.000

PIB Brasil 1997 US\$: 804.080.000.000

Fonte: [http://www.receita.fazenda.gov.br/Historico/Arrecadacao/Carga\\_Fiscal/1997/info\\_ad.htm](http://www.receita.fazenda.gov.br/Historico/Arrecadacao/Carga_Fiscal/1997/info_ad.htm), consulta em 19/abr/2011.

## Apêndice 5 – ISE

Setor	Escala econômica (2009 10 <sup>6</sup> )			
	R\$	US\$	Peso	Impacto
Indústria de máquinas/ferramentas	475	238	9	2.142
Análises clínicas e medicina diagnóstica	1.388	695	3	2.085
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	1.438	720	9	6.478
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	4.242	2.124	9	19.114
Abastecimento de água e esgoto sanitário	4.906	2.456	9	22.105
Produção de aeronaves	8.014	4.012	9	36.111
Produção de papel e celulose	9.952	4.983	9	44.844
Indústria petroquímica	15.248	7.634	9	68.706
Produção de alimentos	15.906	7.963	9	71.669
Siderurgia e metalurgia	37.464	18.756	9	168.807
Serviços de telecomunicações	51.812	25.939	3	77.818
Geração e distribuição de energia elétrica	68.090	34.089	9	306.799
Instituição financeira	232.485	116.393	S/c	S/c

## Apêndice 6 – Lei nº 10.165

Setor do ISE	Escala econômica		
	(2009 US\$ 10 <sup>6</sup> )	Peso	Impacto
Indústria de máquinas/ferramentas	238	6	1.428
Construção civil	585	3	1.755
Análises clínicas e medicina diagnóstica	695	S/c	S/c
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	720	6	4.319
Credenciamento transações comerciais e financeiras			
cartões de pagamento	1.213	S/c	S/c
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	2.124	9	19.114
Abastecimento de água e esgoto sanitário	2.456	6	14.737
Produção de aeronaves	4.012	6	24.074
Produção de papel e celulose	4.983	9	44.844
Indústria petroquímica	7.634	9	68.706
Produção de alimentos	7.963	6	47.779
Siderurgia e metalurgia	18.756	9	168.807
Serviços de telecomunicações	25.939	6	155.636
Geração e distribuição de energia elétrica	34.089	6	204.533
Instituição financeira	116.393	S/c	S/c

## Apêndice 7 – Base de dados

Setor do ISE	Escala econômica do ISE (US\$ 10 <sup>9</sup> )	Classificação original		Lei nº 10.165 (a)	ISE(b)	Lei nº 10.165 (a)	ISE(b)	Impacto (intensidade x escala)														
		Lei nº 10.165(a)	ISE(b)					Poluição incorporada			Pegada Ecológica(d)	Avaliação em energia(e)			Avaliação de ciclo de vida(f)							
								Banco Mundial(c)	Pounds	Gha/cap		N(e1)	R(e2)	I(e3)	Sej 10 <sup>3</sup>	J 10 <sup>3</sup>	Gal 10 <sup>3</sup>	Co2e(f3)	Ton			
a	238	Médio	Alto	0%	0%	166.617	1,50	221	2	5	154	19.000	4.350									
b	585	Baixo	S/c	0%	S/c	5.264	1,67	55	5	0	1.320	69.200	82.100									
c	695	S/c	Baixo	S/c	0%	684.628	S/c	4	0	0	238	68.800	6.920									
d	720	Médio	Alto	1%	1%	664.401	S/c	387	16	3	839	119.000	7.670									
e	1.213	S/c	S/c	S/c	S/c	S/c	S/c	5	0	0	271	76.000	6.430									
f	2.124	Alto	Alto	3%	2%	13.821.506	S/c	56	1	1	5.040	198.000	268.000									
g	2.456	Médio	Alto	2%	3%	S/c	8.91	296	7.946	79	8.900	0	1.510.000									
h	4.012	Médio	Alto	3%	4%	12.951.696	S/c	52	0	1	1.420	73.500	31.500									
i	4.983	Alto	Alto	6%	5%	493.279	14,32	247	4	5	115.000	23.100.000	3.170.000									
j	7.634	Alto	Alto	9%	8%	53.300.788	15,14	1.713	5	36	81.000	14.600.000	4.400.000									
k	7.963	Médio	Alto	6%	9%	11.143.028	S/c	178	55	5	14.500	1.550.000	3.090.000									
l	18.756	Alto	Alto	22%	20%	8.589.833	87,98	3.050	4	38	564.000	70.900.000	48.600.000									
m	25.939	Médio	Baixo	21%	9%	35.516.903	6,97	23	0	1	26.500	8.830.000	1.220.000									
n	34.089	Médio	Alto	27%	37%	S/c	S/c	221	838	-	S/c	S/c	S/c									
o	116.393	S/c	S/c	S/c	S/c	S/c	S/c	71,99	32	1	1	13.100	3.460.000	718.000								
	227.800				100%	137.337.943	208,48	6.540	8.877	175	832.282	123.063.500	63.114.970									

a = Indústria de máquinas/ferramentas

b = Construção civil

c = Análises clínicas e medicina diagnóstica

d = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

e = Credenciamento de estabelecimento com cartões

f = Produção de cosméticos e higiene e limpeza

g = Abastecimento de água e esgoto sanitário

h = Produção de aeronaves

i = Produção de papel e celulose

j = Indústria petroquímica

k = Produção de alimentos

l = Siderurgia e metalurgia

m = Serviços de telecomunicações

n = Geração e distribuição de energia elétrica

o = Instituição financeira

S/c = sem classificação.

(a) Lei 10.165: Potencial de poluição e utilização de recursos naturais.

(b) ISE: Impactos ao meio ambiente e aspectos ambientais relevantes.

(c) Poluição incorporada (Banco Mundial): Poluição tóxica gerada (ar, terra e água).

(d) Pegada ecológica: Uso de energia e área ocupada (área cultivada, pastagens, área construída, mar e florestas).

(e) Avaliação em energia.

(e1) Utilização de recursos N.

(e2) Utilização de recursos R.

(e3) impactos nocivos à saúde humana (poluentes gerados: SO2, NO2, PM10 e CO2).

(f) Avaliação de ciclo de vida:

(f1) Energia equivalente consumida em J (biomassa, petróleo, gás natural, não fóssil e carvão).

(f2) Uso de água em gal.

(f3) Emissão de gases de efeito estufa em CO2 equivalente.

## Apêndice 8 – Base de dados – escala intervalar

Setor do ISE	Escala	
	econômica (US\$ 10 <sup>6</sup> )	Lei nº ####
Indústria de máquinas/ferramentas	238	0%
Construção civil	585	0%
Análises clínicas e medicina diagnóstica	695	S/c
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	720	1%
Credenciamento de estabelecimento com cartões	1.213	S/c
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	2.124	3%
Abastecimento de água e esgoto sanitário	2.456	2%
Produção de aeronaves	4.012	3%
Produção de papel e celulose	4.983	6%
Indústria petroquímica	7.634	9%
Produção de alimentos	7.963	6%
Siderurgia e metalurgia	18.756	22%
Serviços de telecomunicações	25.939	21%
Geração e distribuição de energia elétrica	34.089	27%
Instituição financeira	116.393	S/c
	<b>227.800</b>	<b>100%</b>

=PERCENTIL.INC	0,33	2,63%
	0,67	7,11%

B = baixo

A = alto

M = médio

S/c = sem classificação

## Apêndice 9 – Base de dados – escala intervalar relativa

Setor do ISE	Impacto (intensidade x escala econômica)									
	Lei nº	ISE	Poluição incorporada Pounds 10 <sup>3</sup>	Pegada Ecológica Gha/cap	Avaliação em emergia			Avaliação de ciclo de vida		
					N SeJ 10 <sup>3</sup>	R J 10 <sup>3</sup>	Is Gal 10 <sup>6</sup>	Energia Ton 10 <sup>3</sup>	Água	Co2e
Indústria de máquinas/ferramentas	B↓	B↓	B→	B↓	M↑	M→	M↑	B↓	B→	B↓
Construção civil	B↓	?	B↓	B↓	M↓	M↓	B↓	B↑	B↑	M↓
Análises clínicas e medicina diagnóstica	?	B↓	M↓	?	B↓	B↓	B↓	B↓	B↑	B↓
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	B→	B↓	B↑	?	A↓	A↓	M↑	B↑	M↓	B↓
Credenciamento de estabelecimento comercial	?	?	?	?	B↓	B↓	B↓	B↓	M↓	B↓
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	M↓	B↑	A↓	?	M↓	B↓	B↑	M→	M↓	M→
Abastecimento de água e esgoto sanitário	B↑	M↓	?	M↓	A↓	A↑	A↑	M↑	B↓	A↓
Produção de aeronaves	M→	M→	A↓	?	B↑	B↓	B↑	M↓	M↓	B↑
Produção de papel e celulose	M↑	M→	B↑	M↑	A↓	M↑	M↑	A→	A→	A↓
Indústria petroquímica	A↓	M↑	A↑	A↓	A↑	M↓	A→	A→	A→	A↓
Produção de alimentos	M↑	A↓	M↑	?	M↑	A↓	M↑	A↓	M→	A↓
Siderurgia e metalurgia	A↑	A→	M↑	A↑	A↑	M↑	A→	A↑	A↑	A↑
Serviços de telecomunicações	A↑	A↓	A↑	B↑	B→	B↓	B↑	A↓	A↓	M↑
Geração e distribuição de energia elétrica	A↑	A↑	?	?	M↑	A→	B↓	?	?	?
Instituição financeira	?	?	?	A↑	B↑	B↓	B↑	M↓	A↓	M↑

## Apêndice 10 – Base de dados – conformidade

Setor do ISE	Lei nº 10.165	ISE	Poluição incorporada		Pegada Ecológica Gha/cap	emergia			Avaliação de ciclo de vida			Conformidade	ISE*
			Pounds 10 <sup>3</sup>	SeJ 10 <sup>3</sup>		N	R	Is	J 10 <sup>3</sup>	Gal 10 <sup>6</sup>	Ton 10 <sup>3</sup>		
a	B↓	B↓	B→	B↓	M↑	M→	M↑		B↓	B→	B↓	7 de 10 70%	A
b	B↓	?	B↓	B↓	M↓	M↓	B↓		B↑	B↑	M↓	7 de 9 78%	?
c	?	B↓	M↓	?	B↓	B↓	B↓		B↓	B↑	B↓	7 de 8 88%	B
d	B→	B↓	B↑	?	A↓	A↓	M↑		B↑	M↓	B↓	6 de 9 67%	A
e	?	?	?	?	B↓	B↓	B↓		B↓	M↓	B↓	6 de 6 100%	?
f	M↓	B↑	A↓	?	M↓	B↓	B↑		M→	M↓	M→	8 de 9 89%	A
g	B↑	M↓	?	M↓	A↓	A↑	A↑		B↓	A↓		4 de 9 44%	A
h	M→	M→	A↓	?	B↑	B↓	B↑		M↓	M↓	B↑	8 de 9 89%	A
i	M↑	M→	B↑	M↑	A↓	M↑	M↑		A→	A→	A↓	8 de 10 80%	A
j	A↓	M↑	A↑	A↓	A↑	M↓	A→		A→	A→	A↓	8 de 10 80%	A
k	M↑	A↓	M↑	?	M↑	A↓	M↑		A↓	M→	A↓	9 de 9 100%	A
l	A↑	A→	M↑	A↑	A↑	M↑	A→		A↑	A↑	A↑	8 de 10 80%	A
m	A↑	A↓	A↑	B↑	B→	B↓	B↑		A↓	A↓	M↑	8 de 10 80%	B
n	A↑	A↑	?	?	M↑	A→	B↓		?	?	?	4 de 5 80%	A
o	?	?	?	A↑	B↑	B↓	B↑		M↓	A↓	M↑	3 de 7 43%	?

a = Indústria de máquinas/ferramentas

b = Construção civil

c = Análises clínicas e medicina diagnóstica

d = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

e = Credenciamento de estabelecimento com cartões

f = Produção de cosméticos e higiene e limpeza

g = Abastecimento de água e esgoto sanitário

h = Produção de aeronaves

i = Produção de papel e celulose

j = Indústria petroquímica

k = Produção de alimentos

l = Siderurgia e metalurgia

m = Serviços de telecomunicações

n = Geração e distribuição de energia elétrica

o = Instituição financeira

\*Classificação original

## Apêndice 11 – Base de dados – média

Setor do ISE	Impacto (intensidade x escala econômica)			Avaliação em emergia N SeJ 10 <sup>3</sup>	Avaliação em emergia R SeJ 10 <sup>3</sup>			Avaliação de ciclo de vida			
	Lei nº 10.165	ISE	Poluição incorporada Pounds 10 <sup>3</sup>		Pegada Ecológica Gha/cap	emergia		Energia J 10 <sup>3</sup>	Água Gal 10 <sup>6</sup>	Co2e Ton 10 <sup>3</sup>	
						R	Is				
a	1	1	2	1	1	6	5	6	1	2	1
b	1	2,67	1	1	1	4	6	1	3	3	4
c	2,63	1	4	2,63	1	9	1	1	3	1	1
d	2	1	3	3,78	7	7	6	3	4	1	1
e	2,83	2,83	2,83	2,83	1	9	1	1	4	1	1
f	4	3	7	4,67	4	9	1	5	4	5	
g	2	4	4,56	4	7	1	9	6	1	7	
h	5	5	7	4,78	3	9	3	4	4	3	
i	6	5	3	6	7	4	6	8	8	7	
j	7	6	9	7	9	6	8	8	8	7	
k	6	7	6	6,33	6	7	6	7	5	7	
l	9	8	6	9	9	4	8	9	9	9	
m	9	7	9	3	2	9	3	7	7	6	
n	9	9	5,4	5,4	6	2	1	5,4	5,4	5,4	
o	5,86	5,86	5,86	9	3	9	3	4	7	6	

a = Indústria de máquinas/ferramentas

b = Construção civil

c = Análises clínicas e medicina diagnóstica

d = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

e = Credenciamento de estabelecimento com cartões

f = Produção de cosméticos e higiene e limpeza

g = Abastecimento de água e esgoto sanitário

h = Produção de aeronaves

i = Produção de papel e celulose

j = Indústria petroquímica

k = Produção de alimentos

l = Siderurgia e metalurgia

m = Serviços de telecomunicações

n = Geração e distribuição de energia elétrica

o = Instituição financeira

## Apêndice 12 – Base de dados – produtório

Setor do ISE	Impacto (intensidade x escala econômica)		Avaliação em emergia			Avaliação de ciclo de vida			Produtório		
	Lei nº 10.165	ISE	Poluição incorporada Pounds 10 <sup>3</sup>	Pegada Ecológica Gha/cap	N	R	Is	Energia J 10 <sup>3</sup>	Água Gal 10 <sup>6</sup>		
					SeJ 10 <sup>3</sup>						
a	1	1	2	1	6	5	6	1	2	1	720
b	1	2,67	1	1	4	6	1	3	3	4	2.307
c	2,63	1	4	2,63	1	9	1	1	3	1	747
d	2	1	3	3,78	7	7	6	3	4	1	80.015
e	2,83	2,83	2,83	2,83	1	9	1	1	4	1	2.309
f	4	3	7	4,67	4	9	1	5	4	5	1.412.208
g	2	4	4,56	4	7	1	9	6	1	7	386.104
h	5	5	7	4,78	3	9	3	4	4	3	3.252.312
i	6	5	3	6	7	4	6	8	8	7	40.642.560
j	7	6	9	7	9	6	8	8	8	7	512.096.256
k	6	7	6	6,33	6	7	6	7	5	7	98.485.178
l	9	8	6	9	9	4	8	9	9	9	816.293.376
m	9	7	9	3	2	9	3	7	7	6	27.005.076
n	9	9	5,4	5,4	6	2	1	5,4	5,4	5,4	4.463.084
o	5,86	5,86	5,86	9	3	9	3	4	7	6	24.645.047

a = Indústria de máquinas/ferramentas

b = Construção civil

c = Análises clínicas e medicina diagnóstica

d = Fabricação de painéis de madeira aglomerada

e = Credenciamento de estabelecimento com cartões

f = Produção de cosméticos e higiene e limpeza

g = Abastecimento de água e esgoto sanitário

h = Produção de aeronaves

i = Produção de papel e celulose

j = Indústria petroquímica

k = Produção de alimentos

l = Siderurgia e metalurgia

m = Serviços de telecomunicações

n = Geração e distribuição de energia elétrica

o = Instituição financeira

## Apêndice 13 – Base de dados – ranqueamento setorial

Setor do ISE	Rankeamento pelo produtório		
Indústria de máquinas/ferramentas	720	<b>B</b>	<b>B↓</b>
Análises clínicas e medicina diagnóstica	747	<b>B</b>	<b>B↓</b>
Construção civil	2.307	<b>B</b>	<b>B→</b>
Credenciamento de estabelecimento com cartões	2.309	<b>B</b>	<b>B↑</b>
Fabricação de painéis de madeira aglomerada	80.015	<b>B</b>	<b>B↑</b>
Abastecimento de água e esgoto sanitário	386.104	<b>M</b>	<b>M↓</b>
Produção de cosméticos e higiene e limpeza	1.412.208	<b>M</b>	<b>M↓</b>
Produção de aeronaves	3.252.312	<b>M</b>	<b>M→</b>
Geração e distribuição de energia elétrica	4.463.084	<b>M</b>	<b>M↑</b>
Instituição financeira	24.645.047	<b>M</b>	<b>M↑</b>
Serviços de telecomunicações	27.005.076	<b>A</b>	<b>A↓</b>
Produção de papel e celulose	40.642.560	<b>A</b>	<b>A↓</b>
Produção de alimentos	98.485.178	<b>A</b>	<b>A→</b>
Indústria petroquímica	512.096.256	<b>A</b>	<b>A↑</b>
Siderurgia e metalurgia	816.293.376	<b>A</b>	<b>A↑</b>
	269.790		<b>=PERCENTIL.INC 0,33</b>
	26.320.668		<b>=PERCENTIL.INC 0,67</b>
	<b>B</b>	1.246	<b>=PERCENTIL.INC 0,33</b>
		2.308	<b>=PERCENTIL.INC 0,67</b>
	<b>M</b>	2.001.041	<b>=PERCENTIL.INC 0,33</b>
		4.075.637	<b>=PERCENTIL.INC 0,67</b>
	<b>A</b>	59.152.198	<b>=PERCENTIL.INC 0,33</b>
		379.740.711	<b>=PERCENTIL.INC 0,67</b>

### Apêndice 14 – Base de dados – ranqueamento de empresas

2009	Uni d.	Quantidade				Eme rgia seJ/ unid .	Unid.	Fonte	Vi da	SABESP		
		SABESP	COPAS A	SANEP AR	CASAN					R	N	F
Recursos R (água)	m <sup>3</sup>	5.642.0 00.000	1.200.4 20.000	1.081.9 81.700	291.06 6.005	2,92 E+11	SeJ/ m <sup>3</sup>	Buenfil, 2001 (média )	útil <sup>1</sup>	2,75 E+21	8,75 E+20	2,30 E+20
Recursos pagos (F)	seJ /R\$	2,28E+1 1	1,53E+ 11	2,27E+ 11	2,21E+ 11			Pulselli et al., 2007		1,65 E+21		
Custos e despesas	R\$	4.792.6 18.000	1.553.1 93.000	1.098.9 16.000	390.69 7.000		EmR\$ /ano	*	1	1,09 E+21	5,44 E+20	4,33 E+20 1,14 E+20
Impostos	R\$	564.050 .000	421.33 6.000	153.94 7.000	58.451. 000		EmR\$ /ano	*	1	1,28 E+20	6,41 E+19	5,10 E+19 1,33 E+19
Uso do estoque de ativos (F)												
Circulantes	R\$	2.528.0 08.000	1.228.5 36.000	422.10 7.000	129.53 3.000		EmR\$ /ano	*	1	5,76 E+20	2,87 E+20	2,28 E+20 6,01 E+19
Realizável LP	R\$	2.046.2 95.000	420.46 4.000	239.00 4.000	319.73 0.000		EmR\$ /ano	*	5	9,32 E+19	4,65 E+19	3,70 E+19 9,73 E+19
Permanentes												
Investimentos	R\$	4.334.0 00	13.761. 000	0	0		EmR\$ /ano	*	25	3,95 E+16	1,97 E+16	1,57 E+16 4,11 E+16
Participações	R\$	3.614.0 00	13.501. 000	2.952.0 00	242.00 0		EmR\$ /ano	*	25	3,29 E+16	1,64 E+16	1,31 E+16 3,44 E+16
	R\$	22.000	0	0	0		EmR\$	*	5	1,00	5,00	3,98 1,03 E+16

Depósitos compulsórios								/ano			E+15	E+14	E+14	E+14
Imobilizado	R\$	30.882. 112.000	4.398.1 21.000	3.908.6 68.000	949.67 1.000			EmR\$ /ano	*	25	2,81 E+20	1,40 E+20	1,12 E+20	2,9 E+19
Intangível	R\$	1.545.3 03.000	190.02 0.000	95.967. 000	0			EmR\$ /ano	*	10	3,52 E+19	1,76 E+19	1,40 E+19	3,6 E+19
<b>Total empregado (F)</b>	R\$	<b>42.366. 356.000</b>	<b>8.238.9 32.000</b>	<b>5.921.5 61.000</b>	<b>1.848.3 24.000</b>						<b>3,85 (R+F)</b>		<b>E+21</b>	
<b>Total empregado</b>	<b>SeJ /m<sup>3</sup></b>										<b>Buenfil, 2001</b>			
											(média )			
											<b>9,87 E+21</b>			

<b>Produção de água potável</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	2.853.0 00.000	597.00 0.000	611.97 5.215	203.51 9.136	3,20 E+11	SeJ/ m <sup>3</sup>	Buenfil, 2001	1	9,13 E+20
<b>Esgoto tratado</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	1.487.0 00.000	326.40 0.000	220.31 8.400	20.377. 791	1,05 E+11	SeJ/ m <sup>3</sup>	Brown, 2009	1	1,56 E+20
								Buenfil, 2001		
<b>Total Y</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>4.340.0 00.000</b>	<b>923.40 0.000</b>	<b>832.29 3.615</b>	<b>223.89 6.927</b>	<b>2,26 E+12</b>	<b>SeJ/ m<sup>3</sup></b>	<b>(Tampa Bay)</b>		<b>1,07 E+21</b>

<b>Pago pelos clientes</b>		7.236.2 18.000	2.291.0 61.000	1.394.7 63.183	385.38 9.000		EmR\$ /ano			1,65
<b>Tarifa média de água potável</b>	<b>R\$/ m<sup>3</sup></b>	2,54	3,84	2,28	1,89					1,80

1 Brasil: Instrução

Normativa da Receita  
Federal/98 e Lei 6.404/76  
\*University of  
Florida/UNEP,  
2010