RAFAEL SELVAGGIO VIÑAS

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL SOB A ÓTICA
DA LÓGICA DE CICLO DE VIDA

São Paulo

2012

RAFAEL SELVAGGIO VIÑAS

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL SOB A ÓTICA DA LÓGICA DE CICLO DE VIDA

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia

Área de Concentração: Engenharia Química

Orientador:

Prof. Dr. Gil Anderi da Silva

São Paulo

2012

RAFAEL SELVAGGIO VIÑAS

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL SOB A ÓTICA DA LÓGICA DE CICLO DE VIDA

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia

Área de Concentração: Engenharia Química

Orientador:

Prof. Dr. Gil Anderi da Silva

São Paulo

2012

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de outubro de 2012.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Viñas, Rafael Selvaggio

Indicadores de sustentabilidade ambiental sob a ótica da lógica de ciclo de vida / R.S. Viñas. -- ed.rev. -- São Paulo, 2012. 114 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química.

1.Sustentabilidade (Indicadores) 2.Meio ambiente 3.Ciclo de vida I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial meus avós,
Francisco Viñas Grañé e Angela Barberá de Viñas

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer às seguintes pessoas por suas contribuições ao longo do processo de completar este documento.

Prof. Gil Anderi da Silva, meu orientador, obrigado pelo seu apoio e orientação ao longo do último ano. Você me ajudou a perseguir um tema de pesquisa que estava fora do meu alcance de experiência e eu sou grato pelo o que eu aprendi por causa disso. Você também me deixou discutir e discordar de você de uma maneira que outros professores poderiam não ter apreciado. Enquanto suas tentativas de controlar minhas enfáticas e bizarras declarações podem não ter sido totalmente bem sucedidas, elas certamente são notáveis e apreciadas.

Prof. Luiz Alexandre Kulay, sua compreensão da estrutura universitária com enfoque em questões políticas e acadêmicas prestou equilíbrio para o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, sua previsão de como a pesquisa se desenvolveria (incluindo o uso de provas lógicas) pode parecer ter sido negligenciada por mim, mas era correta.

Gostaria de agradecer a Carol por me aturar nesses últimos anos. Foi uma vivência inenarrável até agora.

Finalmente, gostaria de agradecer a meus amigos, família e seres imaginários por me permitir usar termos inesperados em uma conversa casual.

“Desejo apenas que te afastes do meu Sol”
atribuído à Diógenes (444-365 a.C.)

RESUMO

Sob um escopo abrangente, o desafio associado à busca do desenvolvimento sustentável pode ser interpretado como o desafio de realizar decisões baseadas em algumas concisas informações. Diversas informações são publicadas utilizando técnicas para mensuração de desempenho ambiental, a exemplo dos indicadores de sustentabilidade, de forma a entender “o que está acontecendo” e auxiliar tomadas de decisão. O objetivo da dissertação pode ser descrito como avaliar a hipótese que um indicador de sustentabilidade ambiental deve ser calculado através de Lógica de Ciclo de Vida. Neste contexto uma forma simplificada de conceituar sustentabilidade é garantir que o consumo de recursos naturais não esgote sua disponibilidade. Uma vez que as necessidades humanas (manutenção do bem-estar humano) são atendidas por meio de produtos, compreende-se que todo o consumo de recursos naturais ocorre ao longo do ciclo de vida de um produto (bem ou serviço). Este trabalho define Indicador de Sustentabilidade (Ambiental) como a reunião de parâmetros que represente a informação sobre consumo de recursos naturais devido a toda interação antrópica com o meio ambiente. São necessárias ferramentas quantitativas que auxiliem tomadores de decisão a compreender o consumo de recursos naturais ao longo do ciclo de vida de produtos. A Lógica de Ciclo de Vida - LCV - oferece uma imagem diferenciada e completa da remoção de recursos da natureza, modificações do ambiente físico e deposição e estabilização de rejeitos devido a sua resolução sistêmica das causas responsáveis pelos impactos associados a todas às ações antrópicas do objeto de estudo ou análise em questão. Por conseguinte dos princípios de boas práticas oferecidos pela literatura, são oferecidos critérios de classificação e seleção de indicadores de sustentabilidade ambiental no contexto da tomada de decisão. A aplicação destes critérios torna possível observar o papel da LCV como suporte à tomada de decisão na discussão da sustentabilidade.

Palavras-chave: Indicadores de Sustentabilidade Ambiental; Lógica de Ciclo de Vida; Classes de indicadores de sustentabilidade ambiental; Critérios de Análise e Seleção de indicadores; Tomada de decisão; Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Under a wide view, the challenge associated to the search of sustainable development can be interpreted as the challenge to make decisions based on some concise information. Much information are published using techniques for measuring environmental performance, such as sustainable indicators, in a way for understand “what is happening” and complement decision making. The objective of this work is to evaluate the hypothesis that an environmental sustainability indicator should be calculated using Life Cycle Thinking. On this context, a definition of sustainability is to assure that natural resources’ consumption do not run out of its availability. Since human needs (maintenance of human well-being) are met through products, it is understood that all natural resources’ consumption occurs throughout products’ life cycle (good or service). This research defines (environmental) sustainability indicator like the gathering of parameters that represents the information on natural resources’ consume due the anthropic interaction with the environment. Quantitative tools are needed to help decision makers understand natural resources’ consumption thru all anthropic activities. The Life Cycle Thinking (LCT) offers an image that is different and complete about the removal of resources on nature, environment physical modification and deposition and stabilization of rejects due its systemic resolution on responsible causes for impacts associate to all human action to the study object or analysis in check. Therefore literature’s good practice principles, classification and selection criteria of environmental sustainability indicator are offered on the decision-making context. The application of these criteria make possible to observe the role of LCT as a structure to decision making in the discussion of sustainability.

Keywords: Environmental Sustainability Indicator; Life Cicle Thinking; Classes of Environmental Sustainability Indicator; Criteria of Analysis and Selection of Indicators; Decision Making; Sustainable Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação esquemática dos compartimentos ao longo do ciclo de um produto (Adaptado de Dewulf & Van Langenhove, 2002).....	37
Figura 2: Pirâmide de agregação de informação e a relação desta com o usuário. Baseado em Gomes (2011), Hammond et al. (1995) e Emmert et al. (1996).....	42
Figura 3: Representação esquemática do ciclo de vida de um produto (UNEP, 2005) .	54
Figura 4: Radiação emitida por área contra Tempo após perturbação (IPCC, 2009)...	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Princípios de Mensuração e Avaliação da Sustentabilidade (Sustainability Assessment and Measurement Principles - STAMP), adaptado de Pintér et al., 2011 . 48

Tabela 2: Critérios de análise de indicadores de sustentabilidade ambiental..... 71

Tabela 3: Aplicação do método de análise de indicadores de sustentabilidade ambiental..... 72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
AICV	Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida
Bovespa	Bolsa de Valores de São Paulo
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
EEA	European Environment Agency
EU	European Union
FAO	Food and Agriculture Organization
GEE	Gases de Efeito Estufa
GP2	Grupo de Prevenção da Poluição
GRI	Global Reporting Initiative
GWP	Global Warming Potential
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
IMF	International Monetary Fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Standardization Organization
ISI	Institute for Scientific Information
LCV	Lógica de Ciclo de Vida (tradução livre do inglês Life Cycle Thinking)
MAB	Man and the Biosphere
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNUD	Programa Das Nações Unidas Para O Desenvolvimento
SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
STAMP	Sustainability Assessment and Measurement Principles
TBL	Triple Bottom Line
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNESCO	United Nations Education, Science and Culture Organization
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WCED	World Commission on Environment and Development
WWF	World Wildlife Fund

SUMÁRIO

I.	INTRODUÇÃO	14
II.	OBJETIVOS	17
III.	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS METODOLÓGICAS	18
III.1.	LEVANTAMENTO DA BASE CONCEITUAL.....	18
III.2.	MAPEAMENTO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	21
III.3.	CLASSIFICAÇÃO EM INDICADORES-CHAVE.....	22
III.4.	CONSTRUÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE	23
III.5.	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE	24
III.6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	24
IV.	SUSTENTABILIDADE	25
IV.1.	ORIGEM DO TERMO E MARCOS HISTÓRICOS	25
IV.2.	ASPECTOS RELACIONADOS À BUSCA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL....	33
IV.3.	O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE SEGUNDO A LÓGICA DE CICLO DE VIDA	35
V.	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	40
V.1.	DEFINIÇÕES E CONCEITOS ACERCA DE UM INDICADOR QUANTITATIVO	41
V.2.	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	45
V.3.	BOAS PRÁTICAS NA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES.....	47
V.4.	O PAPEL DA LÓGICA DO CICLO DE VIDA (LIFE CYCLE THINKING)	53
VI.	MÉTODO DE ANÁLISE	59
VI. 1.	CLASSIFICAÇÃO EM INDICADORES-CHAVE.....	59
VI. 2.	CRITÉRIOS DE ANÁLISE	67
VI. 3.	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE	71
VII.	DISCUSSÃO DE RESULTADOS	77
VIII.	AVALIAÇÃO DA HIPÓTESE	82
IX.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
	REFERÊNCIAS.....	86
	GLOSSÁRIO.....	95
	APÊNDICE A: MÉTODO DE MENSURAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – PEGADA DE CARBONO.....	97
	ANEXO A: METODOLOGIA – PEGADA ECOLÓGICA E BIOCAPACIDADE NACIONAL	103
	ANEXO B: PRÁTICA DA PUBLICAÇÃO DE RELATÓRIOS CORPORATIVOS DE SUSTENTABILIDADE NO BRASIL.....	107

I. INTRODUÇÃO

Na última década, em busca de sensibilizar tomadores de decisão, diversas comunicações públicas e privadas realizaram-se por meios de literatura acadêmica, ou mesmo em formas de mídias de alcance popular, acerca do tema desenvolvimento sustentável. Técnicas para mensuração de desempenho ambiental também são incluídas a estas comunicações.

Cada vez mais, os tomadores de decisão e o público em geral estão sendo conscientizados que a humanidade é responsável por um desequilíbrio à natureza devido ao consumo excessivo de recursos renováveis e não renováveis (KITZES et al, 2009; WWF, 2010; HABERL et al, 2007; EWING et al, 2010b; KRAUSMANN et al, 2009; GILJUM et al, 2011). Reconhecer a necessidade de novas formas de medir o progresso não é novidade, porém a diferença entre a prática tradicional de medir o progresso e aquilo que a opinião pública (e, cada vez mais, outros tomadores de decisão políticos) acredita que deve ser medido cresceu. Este desequilíbrio também possui a participação das diversas formas de interação do homem e seu ambiente.

Este desequilíbrio ocorre em escalas locais, regionais e globais. Atualmente verifica-se uma significativa demanda de gestores de organizações (públicas ou privadas), e da sociedade, por informações e ferramentas que permitam colocar em prática o conceito de desenvolvimento sustentável a partir de políticas, planos, programas e projetos. Este fenômeno vem acompanhado do reconhecimento da interdependência entre as diversas dimensões: ambiental, econômica e social. De forma crescente a temática da sustentabilidade tem trazido novas variáveis às discussões, e assim, a tomada de decisão passa a ser dependente da consideração das diversas variáveis dentro de um mesmo plano.

A recente crise econômica e financeira, iniciada em 2008, tem ajudado a redefinir o conceito de sustentabilidade econômica agora se centrando exclusivamente em seus próprios méritos, sem ligação aparente com a dimensão ambiental.

Sustentabilidade pode ser entendida como uma propriedade de um sistema e é por isso mesmo referida como uma de suas qualidades. Desta forma, sustentabilidade ambiental pode ser compreendida como a qualidade de manter ou melhorar a integridade dos sistemas de suporte à vida no planeta. O conceito evoluiu desde uma noção um tanto quanto vaga, e principalmente qualitativa, para especificações mais precisas definidas muitas vezes em termos quantitativos. Um aspecto importante explicitado por Moldan (2011) é estabelecer metas e, em seguida, "medir" a distância até um objetivo para obter as informações pertinentes sobre o estado atual ou sua tendência, visto que para este autor a ideia de desenvolvimento sustentável é pragmática e antropocêntrica, concentrada principalmente em pessoas e seu bem-estar. A base deste conceito de sustentabilidade são nossas necessidades.

Em um “mundo vazio” (empty world), como até meados do século passado o mundo era encarado, ou seja, rico em ativos ambientais, mas pobre em pessoas e capital de origem humana, processos de decisão e de planejamento foram impulsionados por indicadores capazes de acompanhar os fatores limitantes da época (Daly, 1990). No entanto, a situação mudou e novas ferramentas passaram a ser necessárias para acompanhar os atuais fatores limitantes rumo a um maior desenvolvimento social e econômico: os recursos naturais. Boa governança depende agora de ferramentas para contabilizar estes recursos, além de indicadores tradicionais como o PIB e as contas financeiras.

A ideologia sustentável exercida como forma de desenvolvimento demanda mudanças nos processos de produção e consumo, inclusive ao comportamento individual, sendo este fator protagonista rumo a um ponto de equilíbrio socioeconômico e ambiental.

A fim de debater estas questões de forma eficaz, é preciso um processo coordenado e contínuo que promova simbioticamente a organização dos diferentes setores, compatibilize a capacidade de suporte dos ecossistemas, a demanda de recursos, e que assim, permita construir as bases do desenvolvimento socialmente justo, ambientalmente correto e economicamente viável.

Durante os anos após a sua introdução na década de 1980, a ideia do desenvolvimento sustentável evoluiu para especificações mais precisas cobrindo seus pilares

fundamentais. Organizações passaram a valer-se das diversas técnicas de identificação e avaliação dos efeitos adversos causados pelas atividades antrópicas sobre o meio ambiente propostas ao longo dos últimos trinta anos.

A implantação de um sistema de gestão ambiental, que possa integrar interesses de diferentes atores de forma simbiótica e avaliar políticas, nas escalas locais, regionais e nacionais representa alternativa inegável à construção de um desenvolvimento em bases sustentáveis. O conjunto de indicadores que compõe este sistema deve avaliar a disponibilidade de todos os recursos naturais envolvidos em quaisquer das atividades antrópicas. Assim, avaliar a hipótese que um indicador de sustentabilidade ambiental deve ser calculado através desta lógica oferece valor à avaliação de desempenho de iniciativas que visam o desenvolvimento sustentável.

A Lógica de Ciclo de Vida é o processo que auxilia a tomada de decisão que visa compreender quais são os recursos consumidos e quais os impactos ambientais e quais os de saúde que são de responsabilidade do ciclo de vida de um produto, considerando-se a extração de recursos, produção, uso, reutilização, transportes, reciclagem e destinação final de resíduos (UNEP, 2005).

Muitas definições são agora apresentadas em termos quantitativos, utilizando diferentes indicadores, logo a necessidade de uma análise de indicadores é, portanto, óbvia.

II. OBJETIVOS

O objetivo geral da dissertação pode ser descrito como avaliar a hipótese que um indicador de sustentabilidade ambiental deve ser calculado através da Lógica de Ciclo de Vida (Life Cycle Thinking).

Seguindo as classificações previstas por Lakatos e Marconi (1992), esta pesquisa é classificada como descritiva, na medida em que se pretende alcançar seu objetivo por meio da indicação e discussão de métodos de avaliação dos indicadores de sustentabilidade ambiental. Como forma de planejar as etapas operativas do trabalho este foi estruturado na forma de objetivos específicos. Tais objetivos assim como os marcos associados são:

- a) Levantamento da base conceitual de Sustentabilidade, Indicadores de Sustentabilidade Ambiental e Lógica de Ciclo de Vida;
 - i. Apresentar o conceito de sustentabilidade, explorando sua conotação sistêmica.
 - ii. Analisar a construção e utilização de indicadores ambientais e sua validação no auxílio à informação e tomada de decisão.
 - iii. Discutir no contexto o papel da lógica de ciclo de vida como abordagem de suporte à tomada de decisão no contexto da sustentabilidade.
- b) Mapeamento de indicadores de sustentabilidade ambiental e seleção de indicadores-chave, representativos no universo de indicadores existentes;
- c) Construção e aplicação do método de análise a partir da Lógica de Ciclo de Vida.
 - i. Evidenciar características dos indicadores-chave que avaliem a hipótese no objetivo proposto.
 - ii. Oferecer critérios e princípios de boas práticas na seleção de indicadores de sustentabilidade ambientais por parte do tomador de decisão a fim de investigar o quanto os indicadores ambientais conseguem cobrir todos os aspectos ambientais associados ao ciclo de vida de seu objeto de estudo.

III. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS METODOLÓGICAS

III.1. LEVANTAMENTO DA BASE CONCEITUAL

O bloco de base conceitual está composto de uma revisão bibliográfica. Os tópicos devem oferecer um arcabouço teórico-conceitual que relaciona três temas amplos, “Sustentabilidade”, “Indicadores de Sustentabilidade Ambiental” e “Lógica de Ciclo de vida”.

A pesquisa em literatura especializada teve por objetivo situar o trabalho no contexto internacional das pesquisas realizadas na área. O levantamento de indicadores busca fornecer informação acerca das características dos métodos como origem, responsáveis pelo seu uso, objetivos e metodologia propriamente dita, incluindo pegadas ambientais, políticas públicas e privadas para a avaliação de desempenho sustentável.

A análise bibliométrica de publicações permite analisar um amplo referencial teórico obtido dos bancos de dados, visando à busca de palavras-chave, autores relevantes e publicações que constam nos periódicos nacionais e internacionais, para gerar conhecimento suficiente a ser utilizado na pesquisa.

Nesta revisão bibliográfica, na qual as áreas temáticas e artigos foram pesquisados por meio de estudo bibliométrico, foram consultadas as seguintes fontes: A base de dados do Institute for Scientific Information (ISI), por meio do motor de busca ISI Web of Knowledge, que permite a recuperação de trabalhos publicados nos mais importantes periódicos internacionais, apresentando as referências bibliográficas contidas nos mesmos, informando ainda, sobre os trabalhos que os citaram, com referências a outros trabalhos. O período de abrangência estende-se de 1900 até o presente, incluindo o conteúdo da base "Century of Science" e compreendendo o Science Citation Index; Legislações ambientais brasileira e estrangeira (americana e européia) na internet, especialmente nas páginas da CETESB, da USEPA e da Comunidade Européia (em 2002); e consulta a periódicos relacionados com o escopo do trabalho, com acompanhamento mensal contínuo: International Journal of Life Cycle

Assessment (a partir de 2009); Journal of Cleaner Production e Journal of Industrial Ecology (a partir de 2010); Chemical Engineering and Processing (a partir de 2010, com algumas interrupções); Computers and Chemical Engineering (a partir de 2011, com algumas interrupções); Journal of Environmental Management e Ecological Indicators (a partir de 2011, com algumas interrupções); Building and Environment; Renewable & Sustainable Energy Reviews; Environmental Impact Assessment Review; Biomass and Bioenergy; Energy; International Business & Economics Research Journal. Além das tradicionais fontes de pesquisa para a revisão bibliográfica são ainda consultadas também publicações de órgãos reconhecidos internacionalmente no trato com os temas abordados, tais como: ONU, UNEP e WCED.

Neste procedimento, estabeleceu-se o conjunto de palavras-chave, para serem alocadas nos motores de busca. Diante deste passo, obtiveram-se os artigos que proporcionaram informações relevantes para a busca das palavras-chave relacionados aos temas centrais da pesquisa: avaliação de ciclo de vida (“life cycle assessment”); lógica de ciclo de vida (“life cycle thinking”); indicador de sustentabilidade (“sustainable indicator” e “sustainability indicator”) e; indicador de sustentabilidade ambiental (“environmental sustainability indicator”). No passo seguinte, a análise de referências, foram selecionadas publicações com base em aspectos como área temática, tipo de documento, periódico de publicação, número de citações.

Quanto ao tipo de documento, as publicações de artigos são o principal meio de publicação do assunto pesquisado. Foram analisados 112 artigos, buscando-se as lacunas diante da revisão da literatura. E com relação ao número de citações, diante da necessidade de encontrar as lacunas da revisão da literatura, procedeu-se à busca dos artigos mais citados sobre o assunto.

Tais levantamentos devem oferecer o estado da arte no qual se encontram, no momento, os temas em análise, bem como reflexões sobre formas pelas quais os mesmos têm sido abordados nas diferentes escalas (global, nacional, regional e local) e como podem ser relacionados.

Dessa forma, o primeiro capítulo de resultados da pesquisa concebe um delineamento acerca do tema sustentabilidade, suas várias dimensões, a evolução do conceito e da sua aplicação até atualmente alinhado à dimensão ambiental.

No segundo capítulo de resultados, conceitos para a compreensão do papel dos indicadores ambientais são oferecidos a fim de aferir a importância destes para a sustentabilidade, e os princípios para sua construção, bem como validação para que estes tenham potencial de embasar as tomadas de decisões sob a ótica da sustentabilidade.

Ao mesmo tempo, esta etapa permite compreender o progresso destas ferramentas no auxílio como informação para a tomada de decisão no que concerne a visão de sustentabilidade, servindo também de base à discussão para a aplicação do conceito apenas na dimensão ambiental. Visto que a busca pela sustentabilidade pode ser considerada em diferentes escalas, o papel do tomador de decisão segue satisfazer de uma forma contínua as necessidades da sociedade, mas também ampliar o foco de sua atuação para além dos seus limites. Limites em escalas menores como a definição de políticas públicas ou em escalas maiores como tomadas de decisões locais (empresas ou comunidades).

Por fim, ao levantamento do estado da arte da Lógica do Ciclo de Vida é dispensada a abordagem de cunho essencialmente conceitual. Esta será conduzida por meio de uma análise das publicações e de técnicas sobre o tema, e a partir do relato de especialistas que descrevem a que a LCV se destina. O conteúdo deste tópico fundamenta-se tanto nas publicações, normas e nos procedimentos que orientam sua aplicação, quanto em relatos de especialistas na matéria. O mesmo texto é complementado pelo glossário apresentado com os principais termos compreendidos pelo vocabulário técnico da Avaliação de Ciclo de Vida, principal ferramenta de aplicação da LCV.

III.2. MAPEAMENTO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A definição de Moldan (2011) de indicadores serem ferramentas populares para o estabelecimento de tabelas classificativas deixa a conotação que tais classificações possuem aqueles que defendem seu uso, no caso de seu princípio poder representar uma ferramenta eficaz e argumentativa de seleção (de medidas e/ou ações), bem como aqueles críticos ao seu uso, sendo a classificação apenas não suficiente para revelar muito sobre os mecanismos de desempenho rumo à sustentabilidade e permitir decidir qual ação tomar.

Considerando a grande quantidade e variabilidade de informações ambientais, dada à repartição de competências institucionais e a descentralização da gestão ambiental no globo, seria inviável e improdutivo mapeá-los na totalidade, ainda que restritamente. Por este motivo, optou-se por testar o procedimento metodológico de mapeamento nos indicadores de sustentabilidade ambiental pertinentes às escalas onde estes são aplicados com a finalidade de apresentar um produto útil e factível.

Tal estruturação demonstra a importância da análise de práticas de elaboração e seleção de indicadores de sustentabilidade ambiental que sejam pertinentes na tomada de decisão e que sejam cientificamente válidas. Para tanto é necessário que alguns princípios sejam considerados na seleção acerca da situação problema em questão.

Partindo do levantamento da base conceitual, encontrou-se referências descritivas de metodologias de avaliação de sustentabilidade de atividades antrópicas utilizando as palavras-chave indicador de sustentabilidade (“sustainable indicator” e “sustainability indicator”) e; indicador de sustentabilidade ambiental (“environmental sustainability indicator”). A análise de referências (947 coletadas no total) selecionou 102 publicações com base em aspectos como tipo de documento (artigo e manuais), periódico de publicação CAPES e citações recentes (dos últimos 10 anos).

Nesta pesquisa, publicações e respectivas fontes de informação foram consideradas como ponto norteador para o mapeamento dos indicadores ambientais a serem

discutidos, sendo trabalhados aqueles de propriedade voltados aos enfoques de sua utilização, contendo principalmente reflexões sobre a forma pela qual os mesmos têm descritas suas definições e recomendações de sua avaliação de sustentabilidade.

Mesmo que alguma publicação não tenha sido utilizada para o mapeamento por questão de não contemplarem o recorte da pesquisa, suas informações passaram por análise indiretamente, uma vez que estas se encontram inseridas nos outros materiais mapeados.

III.3. CLASSIFICAÇÃO EM INDICADORES-CHAVE

Partindo de uma descrição geral do apanhado de publicações selecionadas (102 lidas), que se utilizam da definição apresentada de indicadores de sustentabilidade ambiental, são destacadas abordagens semelhantes buscando informações referentes a métodos de comunicação e avaliação de desempenho ambiental. Em seguida são apresentados os fatores que conferem embasamento para os critérios de agregação em classes encontrados nos métodos para a avaliação coletados.

A discussão seguinte centra-se nos critérios utilizados para a classificação de métodos/seleção de indicadores-chave. São apresentados e descritos os indicadores chave de cada classe definidas, contendo aspectos estruturais envolvidos em sua metodologia.

Durante o processo de mapeamento de indicadores foram encontrados muitos índices e métodos para o cálculo de desempenho ambiental, sobreposições conceituais e interpretações. De todos os indicadores mapeados, devem ser selecionados aqueles cujas características se aproximam do contexto da análise; ou seja, que representam os enfoques de consumo antrópico de recursos naturais (Ex: produto, organização e população). Tal triagem dá origem a um conjunto de indicadores específico para a análise e discussão, aqui chamado de indicadores-chave. A composição destes indicadores-chave é baseada no quesito que a metodologia de sua produção seja pública e haja transparência em seu resultado.

Esta dependência se faz necessária uma vez que o objetivo desta pesquisa é investigar o quanto os indicadores ambientais conseguem cobrir todos os aspectos ambientais

associados ao ciclo de vida de seu objeto de estudo. O produto, portanto, desta triagem apresentar-se-á como classes de indicadores, de acordo com o critério de característica em comum (enfoque de consumo antrópico de recursos naturais), seguindo as indicações da bibliografia.

A partir desta estrutura, os indicadores podem ser avaliados sob a ótica da LCV, para cada uma das classes definidas na etapa de seleção, em que a coleta de características das metodologias de indicadores selecionadas e os resultados gerados permitirão uma discussão sobre a validade da hipótese sobre cálculos de desempenhos ambientais, objetivo do trabalho.

III.4. CONSTRUÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE

Uma vez conseguido o conjunto de indicadores-chave relevantes ao contexto, a pesquisa prossegue com o objetivo de formar uma base de análise suportada em boas práticas na construção e uso de indicadores inseridos na visão da sustentabilidade ambiental.

Uma vez que o desenvolvimento sustentável é um conceito integrador, qualquer avaliação do progresso em direção à sustentabilidade também deve ser um processo integrativo com uma estrutura correspondente para a tomada de decisões (GINSON, 2006).

Desta forma, são levantados e listados os requisitos colocados pela literatura especializada sobre o tema de boas práticas na construção de indicadores (princípios consagradas e diretrizes amplamente divulgadas) como essenciais para o perfil de um indicador ambiental ideal. Também é consultada a bibliografia de Lógica de Ciclo de Vida, cujos requisitos oferecidos pelas normas da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) auxiliam estabelecer a lista de critérios a serem utilizados na análise.

Por fim, este arrazoadado oferece como resultado os critérios que são utilizados para análise (segundo a LCV) de indicadores ambientais, ou seja, características evidenciadas do escopo da mensuração do desempenho sustentável com recorte para a dimensão ambiental para diferentes situações e objetivos almejados. Estas

características evidenciadas oferecem argumentos para verificar o objetivo proposto ao trabalho.

III.5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE

O conjunto de etapas metodológicas proposto pela pesquisa pode ser considerado capaz de garantir que os seus objetivos serão atingidos, isto é, capaz de formular um adequado método de análise e qualificação de indicadores de sustentabilidade ambiental, observando as práticas voltadas para a ótica oferecida pela LCV.

O produto desta análise apresentar-se-á como um quadro de indicadores, de acordo com a sua classificação e seguindo as indicações da bibliografia sobre cada um dos aspectos avaliados pelos critérios – definidos segundo a LCV e princípios de boas práticas na construção de indicadores.

Contudo, entende-se que, por sua flexibilidade de aplicação, tal conjunto metodológico também serve de guia de referência para trabalhos que busquem realizar uma análise da adequabilidade de indicadores de sustentabilidade ambiental e sua utilização no debate do atendimento de uma função, bem como a satisfação de uma necessidade.

III.6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O cabedal de informações gerado a partir das atividades anteriores é considerado como suficiente para a condução do projeto de avaliação da hipótese e, portanto, alcançar o objetivo proposto à dissertação.

Entretanto as conclusões da etapa de avaliação da hipótese incluem um parecer que aborda as limitações encontradas ao longo do trabalho, o cuidado no uso do método elaborado para análise de indicadores em estudos futuros e possíveis passos em busca da contínua melhoria da avaliação de desempenho sustentável ambiental.

IV. SUSTENTABILIDADE

Uma abordagem, conhecida como Pirâmide de Maslow, assume que os seres humanos são motivados por necessidades insatisfeitas. Certas necessidades básicas devem ser satisfeitas antes das necessidades mais elevadas poderem ser satisfeitas (Maslow, 1968, 1999). De acordo com Maslow, há necessidades universais (sobrevivência, fisiológicas, segurança, amor e autoestima) que devem ser cumpridas antes de uma pessoa possa agir de forma altruísta. Esta fundação para o comportamento altruísta certamente poderia então ser vista como uma das condições para realizar o desenvolvimento sustentável (MOLDAN, 2011).

Segundo Marc McGillivray (2007), vários autores têm apontado que o termo Qualidade de Vida trata de "um conceito ou abstração usado para se referir ao produto de uma avaliação da situação de vida de uma pessoa ou 'ser'". Outra leitura do mesmo conceito seria que a descrição do estado de satisfação de vida de um indivíduo, onde é possível afirmar que adequar o uso destes conceitos às peculiaridades das múltiplas esferas (governamentais, sociedade civil e empresas) e níveis (do local ao global) da antroposfera não representa obstáculos.

Os seres humanos são protagonistas no que se refere à intensidade dos impactos ambientais que causam sobre o meio ambiente. Além disto, é possível dizer que tais transformações surgem como resultado das interações entre o Homem e o meio em seu entorno na busca do atendimento de suas necessidades. Historicamente, estas interações ocorriam obedecendo a uma espécie de equilíbrio dinâmico, no qual a retirada dos recursos necessários para a nossa sobrevivência era compensada pela recomposição natural dos mesmos.

IV.1. ORIGEM DO TERMO E MARCOS HISTÓRICOS

Atualmente, o termo sustentabilidade e suas variações sinonímias se tornaram tão difundidos e bem conhecidos que podem ser tomados como o senso comum (MOLDAN, 2011). Além disso, é inevitavelmente incorporado em qualquer importante

política, negociação ou outro documento estratégico. Um exemplo citado por Moldan (2011) é a maioria dos documentos fundamentais da União Europeia, incluindo o recente Tratado de Lisboa (EU, 2007), o qual confere instituições e métodos de trabalho a fim de responder à questões como globalização, mudanças climáticas, segurança e energia. Escusado será dizer que, nos documentos citados, bem como em muitos outros (por exemplo em Bell e Morse, 1999), o significado de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade não é idêntico, embora o sentido fundamental seja basicamente o mesmo.

A pesquisa revela que a partir da segunda metade do século XX iniciou-se o que pode ser interpretado como um movimento global, fonte de inúmeros encontros e conferências, acordos e tratados entre organizações (como países) do mundo inteiro. Concomitantemente a participação popular observada obteve um incremento, principalmente através de ONGs ambientalistas, fortalecendo a iniciativa na elaboração de uma nova estratégia de desenvolvimento que contemplasse o meio ambiente como parte integrante e necessária de qualquer progresso humano, ou seja, desenvolvimento sustentável.

No início do seu ensaio conhecido como “A Tragédia dos Comuns”, Hardin (1968) oferece uma classe de problemas que não podem ser solucionados por meios técnicos, ou seja, distintos daqueles com soluções que exigem “somente uma mudança nas técnicas das ciências naturais, exigindo pouca ou nenhuma mudança nos valores humanos ou ideias de moralidade”. Hardin argumenta que esta classe de problemas inclui muitos daqueles levantados pelo crescimento da população humana e o uso dos recursos naturais da Terra.

A afirmativa que o autor defende que “é justo dizer que a maioria das pessoas que se angustiam com o problema populacional está tentando achar um modo de evitar os males da superpopulação, sem abrir mão dos privilégios que agora possuem” possibilita verificar a interpretação que os privilégios buscados são necessidades dos indivíduos de uma população.

Hardin ainda explora a afirmação de Malthus que a população tende naturalmente a crescer exponencialmente. De forma indutiva, afirmar que num mundo finito, a divisão

per capita dos bens mundiais deve decrescer constantemente não é surpresa para o leitor contemporâneo.

O termo ecodesenvolvimento é precursor do conceito de sustentabilidade considerado, porém, uma proposta mais crítica ao modelo desenvolvimentista do que a proposta mais conciliatória do desenvolvimento sustentável. Modelo este que torna a política econômica focada apenas no crescimento da produção industrial e da infraestrutura a fim do consequente aumento do consumo.

Turner (1987) estabelece uma tipologia para as distintas visões sobre o meio ambiente que se enfatizaram no debate mundial, a partir dos anos de 1970. O autor destaca duas visões principais: a tecnocentrista, considerada uma visão antropocêntrica - na qual o ser humano é centro e o senhor da existência, e os seres e processos da natureza são unicamente para utilidade humana - e a ecocentrista, que por sua vez, nega o antropocentrismo e deposita uma relação igualitária entre os seres e um valor intrínseco à natureza, independente da sua utilidade (TURNER, 1987).

Entre os principais marcos e enfatizando a gênese da preocupação no tema ambiental, a seguinte listagem se apresenta:

- ✓ 1962 é publicado o livro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, um relato sobre as consequências e impactos causados pelo uso de pesticidas, com destaque para o DDT. A ampla repercussão desta obra posiciona ações antrópicas como um dos grandes problemas ambientais no mundo.
- ✓ Em abril de 1968 ocorre a reunião do Clube de Roma composto de integrantes de dez países de importância científica, industrial e política com objetivo de discutir os dilemas da época e o futuro do homem. O Clube de Roma tinha em vista promover o entendimento da interdependência dos variados componentes (sociais, políticos, econômicos e ambientais) para os tomadores de decisão e o mundo inteiro, por meio de novas iniciativas e planos de ação (MEADOWS, 1973).
- ✓ Também no mesmo ano, a UNESCO promove em Paris a Conferência sobre a conservação e o uso racional dos recursos da biosfera, sendo base para o MAB (Man and the Biosphere), programa de cooperação científica internacional sobre as interações entre o homem e seu meio.

- ✓ Em 1972 o Clube de Roma publicou o relatório “Os Limites do Crescimento” (também conhecido como “Relatório Meadows”), prevendo que as tendências conduziram a uma carência potencial dos recursos naturais num prazo de 100 anos e que, até o ano de 2010, os alimentos e a produção industrial iriam declinar, culminando em uma diminuição da população em virtude da fome e poluição (DIAS, 2007).
- ✓ No mesmo ano as discussões sobre a preservação do meio ambiente ganharam força, culminando com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano na cidade de Estocolmo, onde, junto da influência do relatório Meadows, foi criado o UNEP, que apresentou novas estruturas de planejamento e estímulos às políticas ambientais, contornando resistências à sua aplicação nas políticas de desenvolvimento.
- ✓ Ainda em 1972, como membro das Nações Unidas, o Brasil participa da Conferência de Estocolmo. O país começou a se comprometer mais com a conservação e a proteção do meio ambiente. Esta disposição leva-o a participar de outras convenções e reuniões internacionais e a fazer parte de acordos e termos de responsabilidade entre países.
- ✓ Em 1973 houve a criação da SEMA. Estes acontecimentos marcam a percepção da importância em estabelecer a diferença entre crescimento econômico associado à degradação ambiental e uma nova proposta, de um modelo de desenvolvimento que equilibrasse o crescimento econômico com o aspecto social e fosse condizente com a percepção emergente da finitude dos recursos naturais.

Além disso, a repercussão destes eventos e documentos levou a introdução da dimensão ambiental na agenda política internacional, elevando o senso crítico sobre a questão ambiental no mundo (Kulay, 2004).

- ✓ Em 1981, no Brasil, o marco oficial da adesão a intenções com preocupações à conservação do meio ambiente ocorreu com a lei 6938, a qual dispõe sobre a PNMA.
- ✓ A formação, em 1983, da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD com sigla WCED em inglês), direciona as tomadas de decisão a formular propostas para tratar das questões críticas ambientais e

incentivar governos, empresas, organizações voluntárias e indivíduos a uma atuação maior na área ambiental.

- ✓ Em 1985 ocorre a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, quando aspectos ambientais globais são discutidos com a promoção da ONU.
- ✓ Em 1987 esta comissão apresenta a publicação “Nosso Futuro Comum”, conhecido também como Relatório Brundtland, o qual formalizou o conceito de desenvolvimento sustentável como “o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”.

Neste conceito, foram abordados os princípios da equidade e as limitações que a tecnologia e a sociedade implicam no meio ambiente; ou seja, as necessidades humanas são determinadas e sustentadas nos limites ecológicos (WCED, 1987). A partir daqui um novo paradigma pode ser observado, onde há a quebra do centro na manutenção do estado do ambiente natural, passando para a abordagem de desenvolvimento sustentável, o qual considera aspectos sociais e econômicos integrados ao aspecto ambiental.

- ✓ Em 1990, surgiu o IPCC, tendo como intenção alertar o mundo sobre o aquecimento do planeta.
- ✓ No mesmo ano, John Elkington, cofundador da ONG internacional SustainAbility, cunha o conceito de “triple bottom line” (TBL - People, Planet, Profit), correspondente aos resultados de uma organização medidos em termos sociais, ambientais e econômicos.
- ✓ Em 1992 houve a segunda Conferência Ambiental organizada pela ONU, conhecida como Eco-92 ou Rio 92, por ter sido sediada no Rio de Janeiro, reunindo chefes de Estado de 175 países com o objetivo de buscar meios que eliminassem as diferenças entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos, por meio de mecanismos que preservassem os recursos naturais.

A partir desta reunião vários documentos oficiais foram produzidos, dentre eles três convenções (biodiversidade, desertificação e mudanças climáticas) e a Agenda 21, um

documento com 2.500 recomendações para implantar a conservação do planeta dentro do conceito de desenvolvimento sustentável.

Para reiterar os compromissos assumidos, analisar a implementação do Programa da Agenda 21 e examinar se as metas estabelecidas pela Conferência do Rio-92 foram alcançadas, ocorreram outras três conferências, em Nova York e em Johannesburgo nos anos de 1997 (Rio + 5) e 2002 (Rio + 10) respectivamente, além da realização da mais recente no Rio de Janeiro em 2012 (Rio + 20). Uma nova perspectiva de sustentabilidade foi selada em 2002 na conferência de Johannesburgo (Rio +10) em face da evidente piora nos indicadores socioambientais dos países pobres. Esta nova perspectiva trouxe componentes como justiça social e governança, concentrando-se no objetivo de redução da pobreza e adquirindo então um caráter socioambiental, chamada de abordagem da ecologia política (JATOBÁ et al, 2009). A conferência Rio+20 representa a oportunidade para as organizações, do global à escala local, realizarem uma avaliação de seus sucessos e fracassos e as razões dos últimos vinte anos, além da atenção prestada em futuras questões (PINTÉR et al, 2011).

- ✓ No ano de 1996, é publicada a norma ISO 14001, referente a Sistemas de Gestão Ambiental, que sugere os requisitos para uma estrutura desenvolvida para que uma organização possa consistentemente controlar seus impactos significativos sobre o meio ambiente e melhorar continuamente as operações e negócios.
- ✓ No mesmo ano, no Brasil é elaborado Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos com o intuito de assegurar à atual e às futuras gerações água em qualidade e disponibilidade suficientes através da utilização racional e integrada, da prevenção e da defesa dos recursos hídricos contra eventos hidrológicos críticos. Tal sistema conta com instrumentos como planos e licenciamentos a serem empregados para o alcance destes seus objetivos.
- ✓ Em 1999, na Conferência sobre Mudanças Climáticas foi ratificado o Protocolo de Kyoto com o objetivo de apresentar métodos para combate do aquecimento global via mecanismos de controle das emissões de Gases de Efeito Estufa - GEEs, o qual entrou em vigor oficialmente somente em fevereiro de 2005. O documento determina que várias nações industrializadas reduzam suas emissões em 5,2%, em relação aos níveis de 1990, para o período de 2008- 2012 (LUDWIG, 2004).

- ✓ Em setembro de 2000, em Nova York, houve a Cúpula do Milênio das Nações Unidas, a qual originou a Declaração do Milênio das Nações Unidas e uma lista de objetivos, principais componentes para a agenda global do Século XXI (IPEA, 2007; PNUD, 2011). Os Objetivos do Milênio das Nações Unidas são:
 1. Erradicar a extrema pobreza e a fome;
 2. Atingir o ensino básico universal;
 3. Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres;
 4. Reduzir a mortalidade infantil;
 5. Melhorar a saúde materna;
 6. Combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças;
 7. Garantir a sustentabilidade ambiental e;
 8. Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.
- ✓ Em 2000 também são publicadas as Diretrizes GRI para elaborar relatórios de sustentabilidade, ou seja, orientações sobre a prática de medir, divulgar e prestar contas para intervenientes internos e externos do desempenho organizacional visando ao desenvolvimento sustentável segundo o TBL.

“Relatório de sustentabilidade” é um termo amplo considerado sinônimo de outros relatórios cujo objetivo é descrever os impactos econômicos, ambientais e sociais de uma organização (GRI, 2006).

- ✓ Em 2005 no Brasil, a Bovespa publica seu Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), reconhecendo que empresas sustentáveis geram valor para o acionista no longo prazo, pois estão mais preparadas para enfrentar riscos econômicos, sociais e ambientais. Posteriormente, o conselho responsável pelo índice passou a contar também com o UNEP em sua composição.

O ISE tem por objetivo refletir o retorno de uma carteira composta por ações de empresas com reconhecido comprometimento com a responsabilidade social e a sustentabilidade empresarial, e também atuar como promotor das boas práticas no meio empresarial brasileiro.

- ✓ Em 2006, é publicado “A Economia da Mudança Climática”, ou Relatório Stern, encomendado pelo governo Britânico e contem mais de 700 páginas sobre os

efeitos na economia mundial das alterações climáticas nos próximos 50 anos. Trata-se de um dos primeiros estudos encomendados por um governo sobre o assunto a um economista e não a um cientista da área.

Uma das principais conclusões a que chega o relatório é que os investimentos nos próximos 10-20 anos irão impactar profundamente no clima na segunda metade do século XXI e o próximo. As ações antrópicas podem criar um desequilíbrio econômico e social, similar às guerras mundiais.

- ✓ Em 2009 e 2010, ocorre no Brasil a atualização do marco oficial das preocupações à conservação do ambiente por meio de leis nacionais sobre Mudanças Climáticas (lei 12.187), além ainda da atualização da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A partir da linha do tempo dos principais marcos sobre o conceito de sustentabilidade, e relacionando-os à visão de meio ambiente apresentadas por Turner (1987), percebe-se que as visões de sustentabilidade que hoje possuem espaço em debates acadêmicos, na mídia e nas organizações são visões mutáveis, porém possuem elementos comuns.

O conceito de sustentabilidade explora amplamente a dimensão ambiental, visto que, em sua maioria, os modelos quantitativos seguem mais conhecidos e/ou explorados a esta dimensão. Este levantamento bibliográfico revela que o conceito de desenvolvimento sustentável consolidou-se somente depois de um período no qual os aspectos econômicos e sociais eram submissos aos ambientais, representando as preocupações com a aceleração do processo de industrialização e com crescimento econômico elevado do período pós-guerra, somado aos grandes desastres ambientais ocorridos e comunicados ao longo do séc XX.

Considerando todas estas diferentes abordagens, a sustentabilidade é entendida como um ideal na busca do bem-estar humano, porém o bem-estar comum – conjunto de necessidades e desejos da humanidade - deve se propor garantir a disponibilidade de recursos naturais de forma contínua (no presente e futuramente). Sendo assim, é

necessário adequar o uso deste conceito às peculiaridades das múltiplas organizações (governos, sociedades e empresas) e níveis (do local ao global) da antroposfera.

De qualquer maneira, não é suficiente apenas ter o conceito de sustentabilidade claro sem antes decidir quais ações devem ser realizadas a fim de alcançar este limite. Antes uma avaliação sobre o desempenho da estratégia selecionada para alcançá-la deve ocorrer para que haja um acompanhamento que ofereça correções de percurso na busca do desenvolvimento sustentável.

IV.2. ASPECTOS RELACIONADOS À BUSCA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em meio ao contexto antes apresentado surgem os “Princípios de Bellagio”, os quais representam a síntese consensual sobre os principais aspectos relacionados à avaliação do desenvolvimento sustentável. Estes princípios foram concebidos em 1996 por ocasião da reunião de especialistas e pesquisadores que ocorreu no Centro de Conferências de Bellagio na Itália, apoiado pela Fundação Rockefeller (HARDI e ZDAN,1997).

Segundo Hardi e Zdan (1997), os Princípios de Bellagio servem como guia para implantação e/ou avaliação de um processo que busque a sustentabilidade, desde a elaboração e seleção de indicadores, incluso sua interpretação, até a comunicação de resultados. Desta forma, uma avaliação do conjunto de decisões tomadas rumo à sustentabilidade pode seguir tais princípios. Os mesmos autores afirmam que estes princípios estão inter-relacionados e devem ser aplicados conjuntamente, orientando a melhoria dos processos de avaliação na sua aplicação.

A ideia por trás dos Princípios de Bellagio foi que a harmonização não é simplesmente uma questão de selecionar estruturas e indicadores comuns, mas de seguir uma abordagem comum de desenvolvimento e utilização de sistemas de medição como parte integrante de como as instituições e a sociedade funcionam (PINTÉR et al., 2011).

Seguir uma abordagem comum não significa levar diretamente a conjuntos de indicadores comuns, porém ajudar a orientar a seleção de indicadores e análises que ao longo do tempo, pode resultar em convergência e melhor transparência.

Recentemente um fórum de coordenação política global modernizou a descrição dos Princípios de Bellagio visando o uso de indicadores na condução de mudança de política compatível com o desenvolvimento sustentável. Uma vez renomeados de Princípios de Mensuração e Avaliação da Sustentabilidade (Sustainability Assessment and Measurement Principles, ou STAMP), Pintér et al (2011) comentam que os Princípios foram redigidos de forma mais sucinta a eliminar algumas das ambiguidades e duplicidades que estavam presentes no conjunto original e também alguns novos pontos de ênfase.

Assim, os Princípios de Bellagio ou os STAMP podem ser interpretados como conjuntos de metas, ações, que são necessárias para a mensuração do progresso rumo à sustentabilidade. Desta forma, estes representam fundamentação importante para a definição de critério para análise de indicadores de sustentabilidade ambiental. O capítulo de “Boas Práticas de Construção de Indicadores” oferece uma digressão conceitual dos princípios dentro do contexto tema do trabalho.

O objetivo de uma análise de indicadores é, sim, obter um conjunto de indicadores que dão um "alerta" para situações que representem um risco elevado de “não-sustentabilidade”(STIGLITZ et al., 2009). O desenvolvimento sustentável é, como já se observou, acerca de olhar para o futuro, um exercício, por definição, atormentado por riscos e incertezas. Estes precisam ser reconhecidos, enfrentados e incluídos numa avaliação, assim como os efeitos das atividades que ultrapassam as fronteiras da produção do objeto desta avaliação.

Segundo Redclift (2007) e Veiga (2005), de maneira geral, as taxas de produção e consumo atuais e futuras devem ser sustentáveis. Para os autores o aumento da população em nível global ocasionará o aumento das demandas aos recursos naturais, fato que deveria ser incorporado na definição do conceito de desenvolvimento sustentável.

É por estes motivos que o desenvolvimento sustentável é considerado fator indutor do ponto de equilíbrio ambiental, e por consequência, socioeconômico e implica em mudanças nos processos de produção e consumo.

Através de suas observações, Sheng (1999) expressa que o produto de um sistema de informação de uma sociedade é representado pelos indicadores de sustentabilidade. Informação pode ser entendida como o que pessoas ou organizações precisam para serem capazes de realizar suas atividades. As informações são organizadas, analisadas e interpretadas em conjunto (sistema) de forma a terem significado nas práticas de trabalho nas quais estão embutidas. Estes sistemas de informação adquirem relevância de seu uso nas práticas de trabalho para explorar oportunidades ou resolver problemas.

Estes indicadores devem expressar os valores de aspectos ambientais, sociais e econômicos colocados para tomadores de decisão em escalas local, nacional e global e devem ser desenvolvidos e utilizados a fim de fazer cumprir os representativos valores da sociedade.

Enfrentar os problemas relacionados à busca do desenvolvimento sustentável requer a compreensão e análise da dinâmica e interações dentro do sistema e dos riscos e incertezas (Meadows, 2008). A abordagem oferecida pela Lógica do Ciclo de Vida pode identificar os componentes do sistema, olhando para uma ampla gama de preocupações sociais, econômica e ambiental.

IV.3. O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE SEGUNDO A LÓGICA DE CICLO DE VIDA

Promover a melhoria das condições ambientais, sociais e econômicas em todo o ciclo de vida de um produto pode ser interpretado como um importante objetivo da busca pelo desenvolvimento sustentável, neste tema bem-estar humano é um conceito central que precisa ser definido e articulado. Bem-estar é entendido como um ato de consumo, que inclui o gozo de quaisquer bens ou serviços. McGillivray (2007)

apresenta as dimensões de bem-estar. Alkire (2002) explicita o conceito da seguinte forma:

Qualidade de Vida é um conceito multidimensional. As dimensões são variadas e abrangem determinados aspectos que vão desde o conhecimento, amizade, auto-expressão, afiliação, integridade física, saúde, segurança econômica, liberdade, carinho, riqueza e de lazer (Alkire, 2002).

Conforme visto, o termo "Sustentabilidade" possui diversas definições. A definição de Brundlandt em 1987 é atual e amplamente aceita, porém a mesma definição levanta questões filosóficas, econômicas, científicas, políticas, sociais e naturais.

Segundo Klöpffer e Ciroth (2011), "Desenvolvimento" sempre conteve uma dimensão econômica no conceito de Desenvolvimento Sustentável mencionado no relatório. O método "Produktlinienanalyse" (Projektgruppe ökologische Wirtschaft 1987) consiste em uma "proto-ACV" (Klöpffer 2006), uma avaliação econômica e social com base em um inventário de ciclo de vida (ICV) para as três dimensões. Tal método, segundo os autores, foi base para a elaboração do Relatório Brundtland supracitado.

A partir da mesma definição do Relatório, Dewulf et al. (2000) esclarecem que o desenvolvimento sustentável apenas pode ser alcançado se for abordado de forma multidisciplinar. Nesta visão, as ciências naturais são muito importantes, pois geram a tecnologia para a fabricação de bens para a sociedade, a partir de recursos naturais. Mesmo que se considere que as "ciências aplicadas" ou tecnologias sejam essenciais para a entrega de mercadorias, elas oferecem, simultaneamente, riscos às gerações atuais e futuras. A Figura 1 a seguir ilustra um modelo para a compreensão das interações que cercam esta visão.

Figura 1: Representação esquemática dos compartimentos ao longo do ciclo de um produto
(Adaptado de Dewulf & Van Langenhove, 2002)

Segundo Dewulf, a ameaça causada pela tecnosfera pode ser direta (perigo agudo ou toxicidade) ou indireta, representando um risco às futuras gerações em uma escala de tempo mais longo. A tecnosfera interage com a ecosfera através de dois mecanismos. Ela extrai recursos materiais e energéticos da ecosfera. Assim, a primeira ameaça da tecnologia na sustentabilidade reside na taxa de consumo de recursos. Se a taxa de consumo desses recursos em aplicações tecnológicas é maior do que a taxa de produção de recursos na ecosfera, em seguida, as necessidades da humanidade no futuro podem estar em perigo. Em segundo lugar, a tecnosfera gera resíduos na ecosfera. Isto significa que estas emissões, nas mais diversas formas de agregação, podem danificar os mecanismos ecológicos e, portanto, a capacidade de produção (ou regeneração) de recursos da ecosfera.

Dewulf et al. (2000) defendem que desenvolvimento sustentável só pode ser garantido se um número de condições de contorno, provenientes de diferentes campos da ciência, são cumpridas. Do parágrafo anterior, duas condições de contorno direto podem ser mencionadas: recursos necessários para a produção de bens não devem se esgotar e as emissões da tecnosfera não devem oferecer perigo ao sistema ecológico, visto que as consequências afetam a produção de recursos naturais.

Klöpffer e Ciroth (2011) sugerem uma equação simbólica que melhor expressa uma avaliação da sustentabilidade de ciclo de vida (do inglês Life Cycle Sustainability Assessment - LCSA). Esta leva em consideração o efeito sinérgico que há nas avaliações econômica e social que sejam consistentes com a metodologia da ACV, que apenas considera aspectos ambientais. Porém os mesmos autores revelam que o desenvolvimento da LCSA depende principalmente da melhoria dos métodos de ciclo de vida. Enquanto que a ACV é padronizada internacionalmente, este não é ainda o caso das avaliações econômica e social. No entanto progressos em direção a esta padronizações têm sido feitos por ambos os métodos (Klöpffer & Ciroth, 2011), observado que há orientação para a dimensão econômica na forma do “Custeio de Ciclo de Vida”, disponível como um SETAC "Code of Practice" (Hunkeler et al. 2011).

Logo, estas duas condições de contorno apresentadas são importantes também no que se reflete à Lógica de ciclo de vida. (Wenzel & Hauschild, 1997; Hauschild & Wenzel, 1997; Dewulf et al., 2000). A partir delas, é evidente que uma tecnologia sustentável deve ser a mais eficiente possível. Alta eficiência reduzir a quantidade necessária de recursos de entrada e saída de emissões geradas. A eficiência pode ser vista como uma terceira condição indireta de sustentabilidade para a tecnosfera (Hinderink, 1999). Neste sentido, van den Berg et al. (1999) identificam três aspectos relevantes na busca da sustentabilidade: uso de recursos renováveis, eficiência de processos e emissões.

Dewulf et al. (2000) observam que a condição de sustentabilidade requer primeiramente uma visão sobre os diferentes recursos disponíveis no ecossistema. Primeiro, os recursos minerais disponíveis, por exemplo, minérios de metal, óleos minerais, que precisam de milhões de anos para ser gerado e, portanto, não são renováveis para nosso horizonte temporal. Estas reservas podem ser vistas como depósitos naturais. Em segundo lugar, existem os chamados recursos renováveis, que são entregues pela ecosfera numa escala de tempo mais restrita e acessível e podem ser considerados como fundos.

A segunda condição para uma tecnosfera sustentável destacada por van den Berg (1999) é a prevenção de emissões de processos da tecnosfera causadoras de interferência aos processos da ecosfera. Emissões de produtos nocivos, como os

clorofluorcarbonos e dioxinas, devem ser evitadas. Na verdade, a capacidade de assimilação da ecosfera para estes tipos de compostos é muito limitada. No entanto, o mesmo pré-requisito pode ser insatisfatório para atender a segunda condição: as taxas de emissão muito elevadas de compostos considerados “inofensivos” podem perturbar a ecosfera (por exemplo, CO₂). A segunda condição para a sustentabilidade implica também que a produção de resíduos potencialmente “inofensivos” não pode exceder a taxa de captação de assimilação destes compostos na ecosfera. Logo buscar rotas de produção que evitem intermediários ou produtos químicos muito tóxicos torna-se também uma ação desejada. Apesar de procedimentos de segurança poderem ser adotados, é certo que não haverá risco de acidentes ou incidente se a substância não for produzida.

Dewulf et al. (2000) unificam os dois pontos anteriores em uma condição global: estimular o ciclo fechado solar dos fluxos de matéria entre ecosfera e tecnosfera. De forma a ilustrar esta afirmação, o autor sugere um exemplo: produtos de alta qualidade emitidos pela ecosfera como madeira e trigo, são consumidos pela tecnosfera e, posteriormente, devolvidos à ecosfera como rejeitos de baixa qualidade, dióxido de carbono e água. Graças à energia solar, a ecosfera é capaz de assimilar esses resíduos de produtos e oferecer produtos de alta qualidade.

Desta forma também é necessário avançar na compreensão dos processos antrópicos e naturais, bem como as relações dos compartimentos ambiental, econômico e social para que seja possível colocar em prática o conceito de desenvolvimento sustentável.

Assim, a fim de avaliar o desempenho sustentável de ações antrópicas, são necessárias ferramentas quantitativas – definições e medições confiáveis – que auxiliem tomadores de decisão a compreender o consumo de recursos naturais ao longo do ciclo de vida de produtos. Os indicadores de sustentabilidade ambiental são desenvolvidos a fim de atender esta demanda. O método de cada indicador define funções para as quais estes foram desenvolvidos, propriedades próprias e serviços para os quais sua interpretação pode ser utilizada.

V. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Compreender a necessidade de um conjunto de indicadores possui caráter argumentativo. São necessárias ferramentas que possam ajudar os tomadores de decisão a investigar o impacto humano sobre o ambiente devido às atividades de produção e consumo.

A ausência de informações definitivas sobre a qualidade e disponibilidade de recursos naturais possibilita ignorar a impossibilidade de crescimento infinito e a permanência do envolvimento em debates meramente ideológicos sobre a “acessibilidade da sustentabilidade”. São necessárias métricas claras a fim de alterar estes debates ideológicos em discussões com base em fatos empíricos. Desta forma haverá uma compreensão de quais são os reais riscos e, então, facilitar a construção de consenso sobre as ações necessárias para enfrentá-los (EWING et al, 2010a; KITZES et al., 2009).

A informação é um fator crítico para o sucesso do gerenciamento das constantes mudanças e inovações que ocorrem no desenvolvimento, seja esta informação integrada ou mesmo por dimensões (social, ambiental, econômico, outros) (Gomes, 2011).

Até este ponto, um conjunto de indicadores poderia servir melhor a necessidade de explicar as consequências ambientais das ações antrópicas e até que ponto é possível conduzir esta forma de desenvolvimento sem exceder os limites da ecosfera. A forma como as atividades antrópicas estão ligadas umas às outras e afetam diferentes compartimentos do planeta tem de ser compreendida previamente (Vörösmarty et al, 2000; Weisz e Lucht, 2009).

Aceitando a premissa que não há método que combine quantitativamente duas ou mais dimensões da sustentabilidade, a afirmação da EEA (2003) que a comunicação da informação é a principal função dos indicadores ambientais é mais bem compreendida. Afinal são eles que fornecem conhecimento sobre questões e/ou fenômenos considerados importantes para os seus diversos usuários, subsidiando os processos de planejamento e gestão ambiental, favorecendo o controle e monitoramento do

ambiente, bem como o aumento da participação da sociedade na gestão pública (SANTOS, 2004).

Desse modo os indicadores de sustentabilidade que são utilizados pelas empresas tendem a contabilizar apenas os impactos na cadeia produtiva, por exemplo: Pegada de Carbono (PAS 2050, ISO 14067, GHG Protocol Supply Chain), Pegada Hídrica (em elaboração pela ISO), etc. A ACV também se aplica à Rotulagem Ambiental que consiste de declarações dos atributos ambientais associados a cada produto e a necessidade das organizações em se comunicar com a sociedade via os assim denominados “selo verde” nos seus diversos tipos.

Resolver o desafio da sustentabilidade exige uma nova abordagem holística que considera o impacto humano sobre a atmosfera como apenas um dos vários impactos. Uma abordagem sistêmica e integrada é necessária a fim de resolver várias questões ao mesmo tempo, e ajudar a evitar custos adicionais sem desfazer inadvertidamente algum progresso em certo setor devido à falta de conhecimento das implicações diretas e indiretas das ações em outro setor. (ROBINSON ET AL, 2006.; TURNER, 2008).

Portanto é possível verificar que por intermédio de indicadores de sustentabilidade ambiental fortalece-se a compreensão das interações dos compartimentos mencionados anteriormente, pois as informações oferecidas não se resumem apenas a um exercício teórico de aproximação da realidade.

Feito este preâmbulo, passa-se agora a expor a compreensão do autor sobre o que são indicadores de sustentabilidade ambiental, sua importância e seu papel no suporte à tomada de decisão.

V.1. DEFINIÇÕES E CONCEITOS ACERCA DE UM INDICADOR QUANTITATIVO

Em resposta aos compromissos estabelecidos na Agenda 21, a formulação e operação de indicadores de sustentabilidade iniciaram-se com a Conferência das Nações Unidas em 1992, com a difusão do conceito de "desenvolvimento sustentável" como forma de monitorar o progresso tendo em vista este conceito.

A Figura 2 abaixo ilustra a visão deste trabalho acerca das pirâmides apresentadas por Hammond et al. (1995) - sobre a estrutura de agregação de dados - e aquela de autoria de Emmert et al. (1996), onde são relacionadas a agregação de dados e o usuário da informação. A partir de sua interpretação tem-se que a eficácia e a utilidade de um indicador dependem de sua relação com o usuário.

Figura 2: Pirâmide de agregação de informação e a relação desta com o usuário. Baseado em Gomes (2011), Hammond et al. (1995) e Emmert et al. (1996)

A base da pirâmide corresponde aos dados desagregados, compreensíveis e necessários por quem busca informação de qualidade técnico-científica, enquanto o topo o grau máximo de agregação de dados, utilizados por tomadores de decisão e o público em geral devido à sua objetividade e concisão.

A diversidade de indicadores que a pesquisa de seu termo revela pode oferecer um risco à interpretação e à utilização dos mesmos, visto que muitas vezes o termo representa um sinônimo de “dados, informação, parâmetro ou variáveis”.

Para Braganza (2004), a informação é entendida como aquilo que pessoas ou sistemas solicitam a fim de realizar suas atividades. As informações são organizadas, analisadas e interpretadas de forma a terem significado nas práticas de trabalho nas quais estão embutidas. Adquirem relevância de seu uso nas práticas de trabalho para explorar oportunidades ou resolver problemas (Brown & Dunguid, 1991). Além disso, podem ser transmitidas com pouca perda quando pessoas de diferentes comunidades

funcionais sabem as regras sintáticas necessárias para interpretá-las (Kogut & Zander, 1992).

Os dados, por sua vez, constituem os elementos da informação. Dados incluem algoritmos e fórmulas inseridas [ou não] em softwares (Braganza, 2004).

Assim, um dado torna-se um indicador quando sua compreensão ultrapassa o número, a mensuração, no sentido de adquirir significado por meio da informação interpretada. Da mesma forma é importante lembrar que há diferentes visões, interpretações, usos e destinações, quando dados ou informações são analisados (OECD, 1993).

No caso específico do indicador de sustentabilidade ambiental, não se considera como indicador a simples mensuração de um parâmetro (valor), mas sim a informação resultante da interpretação do significado desta mensuração, possibilitando, portanto avaliar a situação e as tendências das atividades ocorridas nos compartimentos do planeta e suas interações.

Em outra visão, Gallopín (1997) define o indicador como uma variável, a qual é uma representação operacional de um atributo (característica, propriedade do sistema), sendo que esta variável transmite informação da condição e/ou tendência do atributo. Ainda segundo o autor, a variável ilustra o processo de observação do atributo.

Ao comparar a visão explorada anteriormente com a de Gallopín (1997), observa-se que se tratam de abordagens distintas para compreender um indicador, sendo a segunda uma abordagem de concepção, enquanto outras definições tentam apresentar uma estrutura de formação de um indicador (Gomes, 2011).

Portanto a característica essencial, comum às visões apresentadas, que um indicador possui é a sua capacidade de transmitir informação sobre os atributos ou consequências de uma característica dos compartimentos que compõe um sistema. Porém, a mesma pesquisa denota dúvidas devido a diferenças entre indicador e índice.

Para Khanna (2000) um índice é composto de indicadores (suas variáveis) e resulta em um valor agregado final baseado em todo um procedimento de cálculo. Um índice pode descrito como um indicador de alta agregação de informação e salienta-se ainda que um índice possa compor outros índices. Desta forma, a subjetividade contida em

um índice pode prejudicar a tomada de decisão, caso esta não considere a composição do mesmo índice. Já o termo indicador se refere a um parâmetro específico, que segundo Siche et al. (2007), pode ser considerado isoladamente ou em combinação com outros indicadores com intuito de refletir as condições do objeto em análise.

Assim, um Indicador de Sustentabilidade pode ser definido como a reunião de parâmetros (ou mesmo outros indicadores) contendo informação que possibilite avaliar a situação e as tendências das atividades ocorridas nos compartimentos do planeta e suas interações.

A concisão da informação contida em um índice pode ser explicitada a partir da afirmativa de Van Bellen (2005), de que estes são necessários para informar sobre os problemas complexos do desenvolvimento sustentável, pois os tomadores de decisão podem se utilizar destes no processo decisório.

Contudo, alguns autores indicam que ainda que o alto nível de agregação intensifique a percepção dos problemas, tal agregação faz com que sejam perdidas ou escondidas informações em cada estágio de agregação; informações estas potencialmente valiosas na orientação de ações para a sustentabilidade ou solução de problemas (MEADOWS, 1998; BOSSEL, 1999; GALLOPÍN, 1997; SANTOS, 2004; REED et al., 2006; GOMES, 2011).

Deste modo, as principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público que não se interessa por detalhes e prefere quadros resumidos dos principais fatos, além do fato de representar diversas variáveis em um único número. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais, não substituindo uma avaliação detalhada de um construto (Gomes, 2011).

Baseando nas visões observadas, evidencia-se que as diferenças entre os termos (índice e indicador) encontram-se apenas em sua apresentação estrutural, pois ambos cumprem sua função informacional, seja para um público geral, seja para tomadores de decisão.

V.2. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Por pelo menos três décadas, reconhecem-se em publicações redefinições do objetivo do desenvolvimento em crescimento para o bem-estar e sustentabilidade (PINTÉR et al., 2011) e este requer uma revisão sistêmica de nosso monitoramento de coleta de dados, estatística e sistemas de informação. Centenas, senão milhares, de tais projetos foram iniciados e mais nascem todos os dias (IISD, 2009; OECD, 2009).

Sobre o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, Quiroga (2001) destaca Canadá e Nova Zelândia pela qualidade de suas propostas em escalas diversas, representando desde um fenômeno ambiental complexo (sistema florestal, aquático), até uma dimensão reduzida (ambiente contaminado em um setor produtivo). Na América Latina as iniciativas de México, Chile, Costa Rica e Brasil são destacadas também pelo autor.

O Banco Mundial apresenta com frequência um levantamento de Indicadores de Desenvolvimento Mundial que traz dados e informações sobre indicadores de mais de 180 países, dentre os quais se encontra o Brasil. Este trabalho é fruto das contribuições das diversas organizações nacionais e internacionais, governamentais e não governamentais distribuídas entre os países participantes. São estas: FAO, IMF, UNESCO, UNEP, dentre outras (THE WORLD BANK, 2006).

Como exemplo de indicador, Heller e Ribeiro (2004) destacam o desenvolvimento da “Pegada Ecológica”, do inglês “Ecological Footprint”, definido por um método que calcula a quantidade necessária de recursos naturais para sustentar um estilo de vida. O mesmo considera a capacidade que o planeta tem de oferecer e renovar tais recursos bem como sua capacidade de absorção de resíduos gerados.

Rees (1992) ainda explica que a metodologia original da Pegada Ecológica estabelece uma matriz que relaciona o consumo e uso de planeta Terra, onde são contemplados:

- Cinco categorias principais do consumo (alimento, moradia, transporte, bens de consumo e serviços); e
- Seis categorias principais do uso da terra (energia da terra, ambiente (degradado) construído, jardins, terra fértil, pasto e floresta sob controle).

Ou seja, o índice oferecido pela Pegada Ecológica ao público em geral e/ou aos tomadores de decisão em específico deveria informar os impactos resultantes caso o padrão de consumo de uma amostra antrópica (indivíduos ou não) fosse comum a toda a população mundial e confrontá-los com os recursos da ecosfera.

Outros índices também seguiram a terminologia das pegadas e podem ser encontrados em uma classe sugerida Comissão Europeia como Família de Pegadas (Galli et al 2011). Estas, inclusive, podem ser aplicadas para diferentes escalas (local ou regional).

Mais um índice a ser citado como de grande importância na discussão em pequenas escalas sobre a sustentabilidade é o ISE (Índice de Sustentabilidade Ambiental) o qual mede a magnitude dos impactos sobre o sistema ambiental, considerando o esgotamento dos recursos naturais e as taxas de poluição de países. Sua estrutura é baseada em uma média ponderada de 21 indicadores (com 76 variáveis) que resumizam 5 componentes temáticos (ESTY et al., 2005).

Além destes são muitos os índices e indicadores que surgiram depois do Relatório Brundlant, ou seja, depois da oficialização do conceito de desenvolvimento sustentável, que aliás, ganharam maior força com a Agenda 21.

Indicadores ambientais são ferramentas que podem fornecer informações ao longo do tempo em uma variedade de escalas espaciais que podem mostrar as tendências ambientais, sendo, por tais propriedades, cada vez mais usados como uma maneira simples de observar o complexo ambiente, avaliar o impacto das atividades e direcionar respostas a estes problemas (Gomes, 2011).

Afirmção sobre tais indicadores denota-se a importância da análise de práticas de elaboração e seleção de indicadores de sustentabilidade ambiental que sejam pertinentes na tomada de decisão e que sejam ao mesmo tempo cientificamente válidas. Para tanto é necessário que alguns princípios sejam considerados.

Mais recentemente, a mensuração da Ecological Footprint passou a considerar os elementos ambientais separadamente, devido à complexidade das redes relacionadas aos ciclos de vida dos insumos e produtos – tanto os utilizados pelas pessoas, quanto pelas empresas. Outra abordagem possível diz respeito ao plantio e recuperação de áreas iguais ou superiores às áreas utilizadas pelas empresas para suas atividades, nos mais diversos segmentos (mineração, papel e celulose, entre outros). O exemplo mais

conhecido de pegadas é a Carbon Footprint, que considera o total das emissões de carbono associadas a uma operação, empresa, país ou outro recorte predeterminado.

Um sem número de abordagens disponíveis para medir o bem-estar e desenvolvimento sustentável já existe, sem um consenso sobre qual é o correto em um nível/escala geral (KULIG et al., 2010). Por conseguinte, compreender quais as práticas utilizadas na construção destes indicadores oferece substrato para a discussão da relevância de seus produtos uma vez definidos os objetivos do tomador de decisão.

V.3. BOAS PRÁTICAS NA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES

Buscar melhores abordagens de mensuração, capacidade e práticas em vigor é parte do desafio associado ao consumo de recursos de forma sustentável. Os STAMP oferecem um projeto de transição dos Princípios de Bellagio desde as práticas atuais de indicadores para práticas melhor adaptadas aos desafios que se apresentam no momento (PINTÉR et al., 2011).

Pintér et al (2011) descrevem que os STAMP se baseiam em uma tradição científica, política e de gestão crescente que se estabeleceu como marco o relatório da Comissão Brundtland, em 1987.

Os estudos de caso da literatura demonstraram não só a ampla aplicabilidade dos Princípios de Bellagio em diversos setores e etapas do ciclo de governança, mas também a sua utilização prática em situações reais (HARDI e ZDAN, 1997).

Os autores dos STAMP distinguem pesquisadores e tomadores de decisão e reconhecem três audiências distintas que poderiam se beneficiar da aplicação dos Princípios em suas respectivas práticas de acompanhamento e de avaliação: (1) comunidades envolvidas no desenvolvimento de sistemas alternativos de métricas, (2) comunidades focadas em avaliações e relatórios integrados, e (3) aqueles cuja prática/elaboração de projetos ou de política está focada na avaliação.

A seguir, na Tabela 1 são exibidos os oito princípios de forma a explicitar os tópicos relevantes à pesquisa de critérios para a análise proposta no presente trabalho:

Tabela 1: Princípios de Mensuração e Avaliação da Sustentabilidade (Sustainability Assessment and Measurement Principles - STAMP), adaptado de Pintér et al., 2011

Princípio	A avaliação do progresso rumo à sustentabilidade deve:
I. Visão Guia e Metas	<ul style="list-style-type: none"> • ser guiada por uma visão clara do que seja sustentabilidade e das metas que definem esta visão.
II. Elementos Essenciais	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar os subsistemas ambiental, social e econômico, seu estado atual como um todo, bem como sua dinâmica e tendências, e interações entre as suas partes. • Considerar riscos, incertezas e atividades que possam ter um impacto além das fronteiras da avaliação do (conjunto de) indicador(es); • Considerar as implicações para a tomada de decisão, incluindo os trade-offs e sinergias.
III. Escopo Adequado	<ul style="list-style-type: none"> • Adotar um horizonte de tempo adequado para capturar os efeitos de curto e longo prazo das decisões políticas atuais e as atividades humanas; • Adotar um escopo geográfico adequado;
IV. Estrutura e Indicadores	<p>Ser baseada em:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uma estrutura conceitual que relacione as visões e metas dos indicadores e os critérios de avaliação. • Uma padronização dos métodos de mensuração quando possível a fim de permitir comparações. • Uma comparação, se possível, dos valores dos indicadores com as metas.
V. Transparência	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar que dados utilizados e indicadores estejam acessíveis ao público. • Tornar explícitos todos os julgamentos, hipóteses e incertezas nos resultados e nas interpretações. • Divulgar fontes de dados e métodos;
VI. Comunicação efetiva	<p>No interesse de uma comunicação eficaz, para atrair o público mais amplo possível e minimizar o risco de utilização indevida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar linguagem clara e simples; - Apresentar informações de forma justa e objetiva, que ajuda a construir a confiança; - Usar ferramentas inovadoras visuais e gráficas para facilitar a interpretação e contar uma história;
VII. Participação ampla	<p>Para reforçar a sua legitimidade e relevância, a avaliação deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encontrar formas adequadas para refletir as opiniões do público-alvo, oferecendo uma liderança ativa; - Envolver desde o início os usuários da avaliação (tomadores de decisão) para que melhor se adapte às suas necessidades.

VIII. Capacidade de Continuidade da Avaliação	Exigir: <ul style="list-style-type: none"> - Medições iterativas; - Resposta à mudança; - Investimentos para desenvolver e manter a capacidade adequada; - Aprendizagem e melhoria contínua.
--	--

A interpretação do princípio I – Visão Guia e Metas – permite verificar que existe espaço para diferentes conotações de “sustentabilidade” e de “desenvolvimento sustentável”, porém a conotação utilizada pela avaliação realizada pelo indicador deve ser conhecida e bem descrita. A justificativa deste princípio pode ser melhor compreendida pela afirmação da Comissão Stiglitz-Sen-Fitoussi que diz que "no mínimo, a fim de medir a sustentabilidade, o que precisamos são indicadores que nos informam sobre a alteração nas quantidades de diferentes fatores que importam para o futuro bem-estar" (STIGLITZ et al., 2009).

Estes diferentes fatores citados, podem ser entendidos por meio do princípio II, Elementos Essenciais. Afinal, atingir o desenvolvimento sustentável depende de uma miríade de fatores interligados e o sistema socioecológico inteiro precisa ser considerado como um todo (PINTÉR et al., 2011). Muitas abordagens diferentes podem ser encontradas para identificar os componentes dos compartimentos (ecosfera, tecnosfera e antroposfera), porém, independente de como as partes são rotuladas, é importante considerar todas as causas de preocupações sociais, econômicas e ambientais, assim como tendências e mudanças, visto tratar-se de um sistema altamente complexo. Finalmente, é importante não perder de vista o propósito da avaliação. Ela precisa ser uma ferramenta útil para auxiliar a tomada de decisões, seja através de influência direta na formulação de projetos e/ou estratégias ou através de uma influência mais difusa sobre o público em geral.

O princípio III – Escopo adequado – abrange desafios importantes de qualquer planejamento para o desenvolvimento sustentável: as escalas temporais – visão de longo prazo incorporado no próprio conceito de desenvolvimento sustentável – e geográficas. A escala temporal deve incluir na avaliação um horizonte de tempo apropriado a fim de capturar tanto os efeitos de curto quanto aqueles de longo prazo

em decisões e atividades humanas (atuais e futuras), assim como as mudanças nos ecossistemas que podem em muito transcender a extensão de tempo de uma geração (PINTÉR et al., 2011). Questão semelhante surge na avaliação do desempenho sustentável sobre a escala espacial. Os autores afirmam que, em uma abordagem integrativa, a sustentabilidade deve estender-se à escala global, mesmo que as ações sejam locais. Assim, a cobertura geográfica apropriada de uma avaliação pode abranger tanto a escala local como a global, dependendo de seu objetivo, para abranger não apenas impactos locais, mas também impactos de longa distância sobre os compartimentos do planeta (ecosfera, tecnosfera e antroposfera).

Quanto à forma na qual a avaliação de um indicador é sistematizada, o princípio IV – Estrutura e Indicadores – realça o foco prático que tal método deve possuir. Por meio deste princípio, compreende-se a importância de definir questões a serem medidas, prioridades para o público-alvo (estabelecidas segundo o objetivo), ações que devem ser avaliadas e domínios específicos que o indicador deve cobrir. Uma vez que, auxiliados por (conjuntos de) indicadores bem selecionados, tomadores de decisão são mais bem suportados em seu papel, pois, assim como Pintér et al.(2011) afirmam, estes tomadores possuem informações factuais para guiá-los até qual ponto podem, de forma mais efetiva, ser implantados seus esforços. O indicador também representa uma ferramenta para indicar o progresso e estabelecer metas, por meio da comparação de seus resultados com metas e padrões de referência. Isso só é possível se as medidas são comparáveis e padronizadas.

O princípio V – Transparência – aborda duas questões cruciais: A importância da compreensão dos métodos empregados, dados e hipóteses nos quais o processo de avaliação é construído; e a garantia de que os resultados das avaliações são confiáveis e representativas segundo critérios científico-técnicos explícitos. Caso as opções (hipóteses e premissas) selecionadas para realizar a avaliação não forem transparentes, a interpretação de seus resultados pode ser enganosa ou, em casos extremos, simplesmente falsa. Da mesma forma, conforme afirmam os autores de STAMP, se as limitações na seleção de dados, a falta de fontes relevantes de dados e o uso de dados secundários não são revelados, as incertezas nas avaliações finais podem ser facilmente esquecidas, levando a decisões inadequadas ou erradas. Assim, é

importante declarar todas as condições por meio das quais se alcançou o resultado do indicador, permitindo revisões críticas por parte do usuário desta informação.

O valor da comunicação proativa tem sido apontado por diversos autores com relação à sustentabilidade e meio ambiente, onde as questões são muitas vezes caracterizadas não só por alto grau de complexidade e incerteza, mas também pela relevância para a política e a vida cotidiana do público (PINTÉR et al., 2011). O princípio VI – Comunicação Efetiva – aborda a “embalagem” e apresentação das informações. Para fazer bom uso de indicadores e as suas avaliações, as pessoas precisam confiar neles. Assim a comunicação deve ser projetada para atender às necessidades do público-alvo e do grupo de usuários da informação; ser executada de forma que os indicadores e as ferramentas estimulem e engajem os tomadores de decisão e; utilizem linguagem clara e simples, tornando os dados disponíveis confiáveis.

O aspecto de engajamento é coberto pelo princípio VII – Participação ampla – no qual se destaca que quaisquer iniciativas de mensuração e avaliação de longo prazo necessitam de uma liderança forte, coordenação e mecanismos de gestão equilibrados, com participação das partes interessadas significativa; principalmente aquelas com utilidade pública (a exemplo de políticas). Encontrar o equilíbrio certo é um assunto delicado e desenvolver este processo requer sensibilidade cultural, social e política (PINTÉR et al., 2011). Devido a esta variedade de intervenientes interessados no resultado da avaliação, é importante encontrar formas adequadas para refletir as opiniões deste público-alvo, garantindo assim a participação dos tomadores de decisão e assegurando coerência aos usos pretendidos dos resultados do indicador. Afinal a ausência da participação pode simplificar o processo de medição, mas também pode resultar em legitimidade reduzida e, até, inutilização dos resultados. Assim a participação deste público também é importante para tornar a aplicação do indicador mais relevante e aumentar a legitimidade dos resultados nos olhos das pessoas envolvidas.

Por fim, o princípio VIII - Capacidade de continuidade da avaliação – explicita que além de sistemas de monitoramento e coleta de dados, indicadores necessitam de estabilidade e consistência. Assim é aconselhado considerar revisões periódicas e

ajustes para se certificar de que estes indicadores abrangem potenciais impactos importantes e não alocam recursos para a coleta de dados irrelevantes. As medidas para melhorar ou manter esta capacidade incluem que a avaliação seja iterativa, adaptativa e responsiva às mudanças, pois os compartimentos do planeta são complexos e se alteram frequentemente.

Com relação à aplicação destes princípios, na opinião de seus autores, os Princípios de Bellagio, assim como os STAMP, não têm sido aplicados no mundo dos negócios para avaliar o desempenho sustentável de empresas, além de estes exercerem pouca influência sobre a avaliação de setores empresariais. Uma das razões apresentada pelos autores para este fracasso é que as empresas se concentram na gestão de questões que são centradas no sistema de mercado.

A interpretação padrão de negócio de desenvolvimento sustentável, ajudado pelo conceito do Triple Bottom Line, levou à aplicação da estrutura sugerida pela Global Reporting Initiative (GRI) (GRI, 2006). Também conhecida como G3, esta estrutura para elaboração de relatórios é destinada a todos os tipos de organização. A adoção das diretrizes pelas organizações é vista como um processo gradual e de contínuo aperfeiçoamento. O Anexo B apresenta um extrato descritivo desta prática da publicação de Relatórios Corporativos de Sustentabilidade no Brasil.

De maneira ampla, podem ser observados benefícios à aplicação dos STAMP em indicadores de sustentabilidade, uma vez que estes princípios oferecem orientação e incentivam a pesquisa interdisciplinar e estruturas sistêmicas, bem como a implicações normativas explícitas. Tal incentivo ocorre de maneira semelhante àquele promovido pela recente LCV, a qual reconhece a necessidade de mapear todos os aspectos que comprometam a disponibilidade de recursos, ou seja, comprometam a sustentabilidade dos compartimentos do planeta.

A Comissão Europeia (2010) descreve que a LCV visa identificar as possíveis melhorias a bens e serviços sob a forma de menor impacto ambiental e redução do uso de recursos em todas as fases do ciclo de vida.

Embasadas também pelos Princípios de Bellagio acima, a Comissão Europeia (2010) sugere uma estrutura para selecionar conjuntos de indicadores de sustentabilidade em políticas públicas baseados na Lógica de Ciclo de Vida. Esta estrutura, que pode ser interpretada como referência, deve incluir:

- Indicadores de dissociação (indicadores de eficiência dos recursos), cujo o foco principal está sobre o indicador de eficiência ambiental global da União Europeia, que fornece novas formas de interpretar a dissociação de impactos ambientais do crescimento econômico;
- Indicadores de Cesta-de-produto, que refletem o impacto ambiental e os recursos utilizados que estão associados ao consumo final de um cidadão médio de 27 anos da União Europeia ao longo do ciclo de vida dos bens e serviços;
- Indicadores de gestão de resíduos, que avaliam os impactos ambientais relacionados com a gestão dos mais importantes fluxos de resíduos para o meio ambiente.

Dessa forma, a estrutura possui (conjunto de) indicadores das etapas de produção, uso e disposição final de um produto (bem ou serviço). Porém para melhor compreender esta estrutura é necessário conceituar LCV. O seguinte tópico busca apresentar algumas definições e termos relevantes acerca do tema.

V.4. O PAPEL DA LÓGICA DO CICLO DE VIDA (LIFE CYCLE THINKING)

O Life Cycle Thinking, ou Lógica do Ciclo de Vida, vai além do foco tradicional em locais de produção e processos de fabricação para que os impactos social, econômico e ambiental de um produto, durante seu ciclo de vida completo, incluindo o consumo e o fim da fase de uso, sejam levados em consideração. A Figura 3 abaixo ilustra qual o percurso de matéria e energia que estão contidas em um ciclo de vida de produto.

Figura 3: Representação esquemática do ciclo de vida de um produto (UNEP, 2005)

Os recursos naturais são extraídos do ambiente e inseridos no processo produtivo na forma de matéria-prima. A fim de satisfazer uma necessidade, as matérias-primas são beneficiadas com o objetivo de exercer uma função através de produtos, os quais são distribuídos e utilizados. Após a utilização do produto, as destinações finais dos rejeitos podem ser quatro, onde a escolha depende da viabilidade e valor a elas associadas: o retorno à etapa de uso de seu ciclo (reuso), a reciclagem de seus materiais, o reaproveitamento de sua matéria-prima ou a sua disposição final para assimilação ao meio-ambiente. Ao mesmo tempo, o ciclo de vida também envolve muitos atores diferentes, tais como designers, indústria, profissionais de marketing, varejistas e consumidores (UNEP, 2005).

O UNEP (2005) encara Lógica de Ciclo de Vida como o “processo realizado na tomada de decisão que considera, na medida do possível, todos os recursos consumidos e todos os impactos ambientais e de saúde que estão associados ao ciclo de vida de um produto”, considerando-se a extração de recursos, produção, uso, reutilização, transportes, reciclagem e destinação de resíduos final. Esse processo auxilia na compreensão de responsabilidades entre as fases do ciclo de vida, áreas geográficas, e, por exemplo, impactos ambientais e de saúde humana, tais como as Mudanças Climáticas, Acidificação, Depleção de Recursos Naturais, Efeitos Cancerígenos, etc.

Sendo o método quantitativo da Lógica de Ciclo de Vida, a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é internacionalmente padronizada pela norma ISO 14040 e pode oferecer uma compreensão de como se realiza a agregação de informação segundo a LCV, uma vez que a metodologia pode se utilizar de informações reunidas por outras técnicas de avaliação de desempenho ambiental.

A ACV favorece a implantação de medidas mais adequadas de combate e minimização dos impactos ambientais nos sistemas de produto de interesse. Isso se justifica pois esta ferramenta tem sido cada vez mais empregada como subsídio para a tomada de decisões visando ao desenvolvimento sustentável (NYLAND et al., 2003; CAMPOS, 2007; SCHMIDINGER e NARODOSLAWSKY, 2008; KLÖPFFER & CIROTH, 2011).

A Comissão Europeia (2010) escreve que além da crescente utilização que a ACV possui para desenvolvimento de produtos e decisões estratégicas em diversos setores de atividade nos últimos 15 a 20 anos, a técnica também adquiriu, com o tempo, maturidade para apoiar o desenvolvimento de novas políticas, incluindo aquelas de nível micro e macroeconômica. Nesse sentido, a mesma comissão declarou que “ACVs proporcionam a melhor estrutura para avaliar os potenciais impactos ambientais dos produtos atualmente disponíveis”.

Pela leitura da norma ABNT ISO 14040 (2009a), entende-se que a ferramenta quantifica aspectos e impactos ambientais, segundo a etapa de Definição de Objetivo e de Escopo do estudo – na qual se aborda a motivação e a abrangência do estudo, bem como aspectos metodológicos a serem considerados. Esta quantificação combina a etapa de Inventário de Ciclo de Vida - de coleta de dados de emissões e consumos de recursos ao longo do ciclo de vida – à etapa de AICV, ponto crítico em que são mensurados os impactos dessas emissões e consumos de recursos sobre os compartimentos do planeta. Em paralelo a todo estudo, ocorre a etapa de Interpretação do Ciclo de Vida, envolvendo a combinação dos resultados das fases anteriores, visando alcançar conclusões e recomendações para os tomadores de decisão, bem como análise da consistência do estudo.

Segundo a norma ABNT ISO 14040 (2009a), a ACV pode subsidiar desde a seleção de indicadores de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição, além também

do nível de informação dos tomadores de decisão na indústria e nas organizações governamentais ou não governamentais (visando o planejamento estratégico, à definição de prioridades ou ao projeto ou reprojeção de produtos ou processos).

Assim, interpreta-se que os princípios da avaliação, expressados nesta norma, podem oferecer critérios para a análise proposta neste trabalho. Os princípios são:

- Foco ambiental – aspectos econômicos e sociais, tipicamente, estão fora do escopo da avaliação.
- Prioridade de abordagem científica – as decisões em uma ACV são preferencialmente embasadas nas ciências naturais, porém outras abordagens científicas (derivadas das ciências econômicas e sociais) podem ser utilizadas.
- Perspectiva de ciclo de vida – de maneira sistêmica, devem ser consideradas todas as cargas ambientais potenciais (aspectos ambientais) desde a extração de matérias-primas até a disposição final de um produto (bem ou serviço).
- Abordagem relativa – a avaliação é, explicitamente, estruturada em torno de um objeto de estudo e referente a uma função a ser exercida (necessidade a ser satisfeita)
- Transparência – Devido à inerente complexidade da avaliação, este é um importante princípio orientador para assegurar uma interpretação adequada dos resultados.
- Completeza – A avaliação considera todos os atributos ou aspectos do ambiente natural, da saúde humana e dos recursos. Ao considerar todos os atributos e aspectos dentro de um estudo, em uma perspectiva que atravessa esses diferentes meios, potenciais compromissos podem ser identificados e avaliados.
- Abordagem iterativa – cada fase oferece resultado para outra, contribuindo assim, para a completeza e consistência do estudo e dos resultados relatados e podendo ser iteradas a fim de melhorar a interpretação de resultado.

Para Baumann e Tillman (2004), a ACV apresenta algumas limitações que devem ser encaradas como desafios, particularmente para a área acadêmica que tem sido a grande impulsionadora do desenvolvimento dessa ferramenta. Uma destas limitações

é a necessidade da coleta de grande número de dados para a execução dos estudos de ACV.

Desta forma, a fim de alcançar o objetivo e escopo, a ferramenta requer que a qualidade de dados utilizados seja especificada (ABNT ISO, 2009b). Ou seja, para a correta interpretação dos resultados de uma avaliação, quando mais uma avaliação comparativa, convém explicitar as seguintes qualidades de dados:

- a. Cobertura temporal – idade dos dados e período mínimo de tempo durante o qual os dados deveriam ser coletados;
- b. Cobertura tecnológica – tecnologia específica ou conjunto de tecnologias;
- c. Cobertura geográfica – área geográfica a partir da qual deveriam ser coletados dados para processos elementares de modo a satisfazer o objetivo e escopo;
- d. Precisão – medida da variabilidade dos valores de dados para cada dado expresso (por exemplo, variância);
- e. Completeza – porcentagem dos fluxos que é medida ou estimada;
- f. Representatividade – avaliação qualitativa do grau em que o conjunto de dados reflete a verdadeira população de interesse (por exemplo: cobertura geográfica, período de tempo e cobertura tecnológica);
- g. Consistência – avaliação qualitativa quanto à aplicação uniforme da metodologia do estudo aos diversos componentes da análise;
- h. Reprodutibilidade – avaliação qualitativa do grau em que as informações sobre a metodologia e os valores dos dados permitiriam a um executante independente reproduzir os resultados relatados no estudo;
- i. Fontes de dados e;
- j. Incerteza da informação (por exemplo, dados, modelos e pressupostos).

A norma ABNT ISO 14044 (2009b) também revela a importância de técnicas adicionais específicas para compreender melhor a significância, incerteza e sensibilidade dos resultados de uma avaliação:

- Análise de contribuição é um procedimento estatístico que identifica aqueles dados que possuem a maior contribuição para o resultado do indicador. Esses

itens podem então ser investigados com maior prioridade para assegurar a tomada de decisões corretas.

- Análise de incerteza é um procedimento para determinar como mudanças nos dados e pressupostos se propagam nos cálculos e como afetam a confiabilidade da avaliação.
- Análise de sensibilidade é um procedimento para determinar como mudanças nos dados e nas escolhas metodológicas afetam os resultados da avaliação.

Assim esta pesquisa da literatura oferece embasamento suficiente para estabelecer critérios para a etapa seguinte proposta, a análise de indicadores de sustentabilidade ambiental. Os critérios propostos para esta análise se utilizam de princípios da lógica de ciclo de vida, além também de se embasarem nos Princípios de Bellagio (ou STAMP) para boas práticas de construção e seleção de (conjunto de) indicadores.

VI. MÉTODO DE ANÁLISE

VI. 1. CLASSIFICAÇÃO EM INDICADORES-CHAVE

Em todas as áreas desde engenharia, especialmente química, até gestão pública observa-se a preocupação com as questões ambientais, promovendo o desenvolvimento de tecnologias e processo de gestão de recursos que visam proporcionar a sustentabilidade ambiental da indústria e outras interações antrópicas com o meio ambiente. A coleta de dados revela que existem vários (conjuntos de) indicadores desenvolvidos a fim de cumprir papéis diversos para a mensuração de uso e qualidade de recursos.

Também pela definição já apresentada, qualquer indicador pode ser visto como um recorte simplificado e modelagem de uma muito mais complexa realidade. Assim como os (conjuntos de) indicadores devem ser utilizados na tentativa de cobrir e acompanhar o funcionamento de um escopo maior da utilização antrópica dos recursos naturais disponíveis nos compartimentos da Terra.

Como semelhança em suas descrições, os indicadores são compostos em sua estrutura de funções (objetivos para os quais o indicador ou seu conjunto foram desenvolvidos), de propriedades (características definidas por seus métodos para realizar sua função) e de serviços (usos possíveis para a interpretação de seu resultado) como descrito por van Oudenhoven et al. (2012) para indicadores ambientais.

Várias ferramentas para a medição de sustentabilidade foram desenvolvidas para avaliar a o desempenho sustentável de pessoas e nações, processos ou atividades e produtos. No entanto, a definição de uma métrica adequada para suportar avaliações de sustentabilidade é ainda uma questão em aberto na literatura (CUCEK et al., 2012).

Embora as pessoas possam compreender as tendências de indicadores lendo análises, o impacto da informação pode ser aumentado pela boa apresentação visual dos dados a qual se tornou muito mais fácil ao longo da última década (PINTÉR et al., 2011). Para a comunicação efetiva dos resultados dos indicadores é notório na literatura a prática

em apresentar não apenas dados estatísticos, mas um conjunto mais amplo de informações contextuais em diferentes formatos, como por exemplo as pegadas (ecológicas, hídrica, de carbono...).

Segundo Pintér et al. (2011), podem ser observadas três tendências para as utilizações dos indicadores: (i) ampliação da área de impacto de uma avaliação integrada dos efeitos ambientais, econômicos e sociais, (ii) ampliação do objeto de avaliação de projetos apenas para programas e políticas, e (iii) realizar a avaliação em um estágio anterior da política, projeto ou programa de preparação para incluir mais decisões fundamentais (por exemplo, no planejamento do uso da terra).

Devido a sua pluralidade, a agregação de indicadores auxilia a escolha de um (conjunto de) indicador pelos tomadores de decisão. Esta agregação em classes torna-se possível, uma vez que os indicadores selecionados são baseados em pesquisa científica e existe literatura contendo descrições das abordagens utilizadas na aplicação destes métodos.

Os usos de indicadores ambientais (ou de sustentabilidade ambiental) mapeados podem servir a diversos propósitos. Estes serviços de indicadores estão pulverizados desde aqueles que são propostos para avaliar o desenvolvimento de atividades ou processos de uma organização (indústria, empresa, comunidade ou governo), análise de processos em fase inicial de desenvolvimento, para simulação/otimização de processos e/ou para projetos e definição de condições operacionais até aqueles que se destinam a acompanhar o desempenho ambiental de produtos (bens ou serviços), de sistemas de gestão ambiental e de atividade realizadas em empresas.

As classes de indicadores aqui sugeridas podem ser mais bem compreendidas utilizando o escopo do serviço oferecido pelos indicadores como critério de agregação: a classe de indicadores de "produto" representa o potencial de impacto associado a um produto da atividade humana (ex: a pegada de carbono); a classe de indicadores de "organização" é aquela na qual há informações sobre os aspectos ambientais relacionados ao processo produtivo de dada organização (ex.: a lista de indicadores sugeridos pela GRI para que empresas avaliem seu desempenho em questões específicas, quiçá compreendendo a efetividade das estratégias adotada em uma dada

atividade); e a classe de indicadores de “região” é aquela na qual há o conjunto de informações sobre o consumo (direto ou indireto) de recursos naturais de responsabilidade de um recorte da população (ex.: pegada ecológica).

Indicador de Sustentabilidade Ambiental de Produto: PEGADA DE CARBONO

Ao longo dos últimos anos, a pegada de carbono (ou carbon footprint) tornou-se um dos mais importantes indicadores de “proteção ambiental” (WIEDMANN e MINX, 2008; LAM et al, 2010; GALLI et al, 2012). Esta pegada geralmente representa a quantidade de emissões (CO₂ e outros GEE), emitida ao longo do ciclo de vida completo de um processo ou produto (UK POST, 2006; BSI, 2008). A Pegada de Carbono é quantificada através de indicadores tais como o GWP (COMISSÃO EUROPÉIA, 2007), que representa as quantidades de GEE que contribuem para o aquecimento global e mudanças climáticas. O horizonte de tempo é considerado, geralmente de 100 anos (IPPC, 2009). Uma definição semelhante é que a Pegada de Carbono é o resultado da Lógica de Ciclo de Vida aplicada às mudanças climáticas (COMISSÃO EUROPÉIA, 2007). A definição sob uma ótica de uso do solo é que a Pegada de Carbono representa a área de terra necessária para o sequestro (desde a atmosfera) de emissões de CO₂ de origem fóssil através do florestamento (DE BENEDETTO e KLEMES, 2009). Wiedmann e Minx (2008) propõem que a Pegada de Carbono é uma medida direta exclusiva (no local, interna), e indireta (off-site, externos, corporificados, a montante, e a jusante) de emissões de CO₂ de uma atividade, ou ao longo do ciclo de vida do produto, medido em unidades de massa. Wright et al. (2011) sugeriram que apenas dois GEE à base de carbono (CO₂ e CH₄), uma coleta de dados relativamente simples, devem ser utilizado para a determinação de uma Pegada de Carbono. Pegada de Carbono inclui as atividades de indivíduos, populações, governos, empresas, organizações, processos, setores industriais, etc (GALLI et al., 2012). Outros termos diferentes relacionados com as emissões de GEE foram sugeridos e/ou utilizados, tais como a pegada do clima (WIEDMANN e MINX, 2008; WRIGHT et al, 2011), a pegada de CO₂ (HUIJBREGTS et al.. 2008), a pegada de

GEE (DOWNIE e STUBBS, 2011; WIEDMANN e BARRETT, 2011), a pegada metano (WIEDMANN e BARRETT, 2011), e pegada GWP (MEISTERLING et al., 2009).

No âmbito da base conceitual para este indicador, a presente pesquisa leva em consideração a compreensão mais reconhecida em torno do fenômeno de Aquecimento Global ou Mudanças Climáticas. Desta forma, as causas e efeitos reconhecidos pela comunidade científica, assim como os métodos de mensuração do fator de caracterização desta categoria de impacto podem ser encontrados no Apêndice A: Método de Mensuração de Mudanças Climáticas – Pegada de Carbono.

Indicador de Sustentabilidade Ambiental de Região: PEGADA ECOLÓGICA

A pegada ecológica (ou ecological footprint) surgiu como medida primária no mundo de demandas da humanidade sobre a natureza (WACKERNAGEL e REES, 1996) e hoje é amplamente utilizado como um indicador para medir a sustentabilidade ambiental (CUCEK et al., 2012). A Pegada Ecológica é definida como uma medida da demanda humana para as áreas de terra e água, e compara o consumo humano de recursos e absorção de resíduos com capacidade ecológica da Terra para regenerar (GFN, 2010).

Em resumo, o objetivo principal da Pegada Ecológica é verificar se o consumo e a biocapacidade estão em equilíbrio (WWF, 2009). Biocapacidade ou capacidade biológica representa a capacidade dos ecossistemas em produzir materiais biológicos úteis e absorver os resíduos gerados pelo ser humano, utilizando as atuais metodologias de gestão e tecnologias de extração. A biocapacidade, segundo a WWF (2009), abrange:

- Terra Bioprodutiva: Terra para colheita, pastoreio, corte de madeira e outras atividades de grande impacto.
- Mar Bioprodutivo: Área necessária para pesca e extrativismo
- Terra de Energia: Área de florestas e mar necessária para a absorção de emissões de carbono.
- Terra Construída: Área para casas, construções, estradas e infraestrutura.

- Terra de Biodiversidade: Áreas de terra e água destinadas à preservação da biodiversidade.

Portanto, a Pegada Ecológica de um país, estado, cidade ou pessoa corresponde ao tamanho das áreas produtivas terrestres e marinhas necessárias para sustentar determinado estilo de vida ou padrão de consumo.

A Pegada Ecológica oferece uma avaliação global das múltiplas pressões antrópicas (GALLI et al., 2012). É uma forma de traduzir, em hectares, a extensão de território que uma pessoa ou uma sociedade utiliza para morar, se alimentar, se locomover, se vestir e consumir bens de consumo em geral (WWF, 2009).

A principal vantagem do conceito de Pegada Ecológica é que ela é atraente e intuitiva (SCHAEFER et al., 2006), e que sua metodologia está em melhoria contínua (CUCEK et al., 2012). A Pegada Ecológica ajuda a compreender as complexas relações entre os problemas ambientais, expondo a humanidade a uma situação “extrema” (GALLI et al., 2011). No entanto, deve-se notar que a Pegada Ecológica mede apenas um aspecto importante da sustentabilidade, isto é, o aspecto ambiental, e nem todos os problemas ambientais (GALLI et al., 2011, 2012). A Pegada Ecológica exclui indicadores econômicos ou sociais. A Pegada Ecológica é geralmente medida em unidades de área globais como a quantidade de espaço bio-produtivo (HOEKSTRA, 2008), e em unidades de área globais por pessoa (EWING et al., 2010a). Cada hectare global representa a mesma fração da Terra do total de bio-produtividade e é definido como 1 ha de terra ou água normalizados para a produtividade mundial média de toda a terra biologicamente produtiva e de água, dentro de um determinado ano. A área total biologicamente produtiva disponível na Terra é de aproximadamente 12.000 milhões de hectares (GALLI et al., 2011). Áreas biologicamente produtivas incluem terras de culturas, florestas e pesqueiros, mas excluem os desertos, geleiras, ou o oceano aberto (SHANTHINI, 2010; KITZES e WACKERNAGEL, 2009).

Converter os dados em unidades de área pode ser problemático. Assim como a disponibilidade de dados, a incerteza dos dados, e a especificidade geográfica representam limitações. É importante ressaltar que é considerado para este cálculo o impacto do consumo sobre recursos naturais renováveis.

Pegada Ecológica inclui somente aqueles aspectos do consumo de recursos e da produção de resíduos para os quais a Terra tem capacidade regenerativa, e onde existam dados que permitam que essa demanda seja expressa em termos de área produtiva (WWF, 2009). Por exemplo, descargas tóxicas não são contabilizadas em balanços de Pegada Ecológica. A captação de água doce também não é contabilizada, apesar da energia usada para bombear ou tratar a água ser incluída.

A Pegada Ecológica pode ser aplicada em escalas que vão desde produtos para famílias, cidades, regiões e países ou para a humanidade como um todo, porém seu resultado é mais eficaz, significativo e consistente em níveis agregados (WACKERNAGEL et al, 2006;. GALLI et al., 2012).

A descrição do método de cálculo empregado para regiões nacionais pode ser encontrada no Anexo A: Metodologia – Pegada Ecológica e Biocapacidade Nacional.

Indicador de Sustentabilidade Ambiental de Organização: RELATÓRIOS CORPORATIVOS DE SUSTENTABILIDADE

Há uma série de razões pelas quais qualquer empresa particular pode optar por desenvolver um relatório de desenvolvimento sustentável (ASIF et al., 2012). Estes relatórios são publicados sob uma grande variedade de nomes (DAVIS e SEARCY, 2010), tais como relatórios de sustentabilidade, relatórios de desenvolvimento sustentável e relatórios de responsabilidade social corporativa. Em qualquer caso, a função principal desses relatórios é fornecer uma visão detalhada da empresa relacionada à sustentabilidade de suas iniciativas.

Uma estrutura abrangente e amplamente citada para orientar a criação de relatórios corporativos sustentáveis é fornecida pela Global Reporting Initiative (GRI) (GRI, 2006; SMITH e LENSSEN, 2009; BROWN et al, 2009). A GRI fornece uma extensa lista de 79 indicadores de sustentabilidade organizados ao longo das dimensões sociais, econômica e ambiental. Além disso, a GRI também fornece 15 suplementos específicos para setores da economia a fim de atender às necessidades específicas destes setores. Embora a estrutura da GRI forneça um importante ponto de partida para alcançar

sustentabilidade empresarial (GRI, 2006; SMITH E LENSSEN, 2009), as organizações exigem abordagens melhor estruturadas para fornecer dados qualitativos e quantitativos sobre seu entorno social, ambiental e atividades econômicas.

Algumas empresas profissionais de auditoria, como KPMG e SustainAbility, também elaboram relatórios de sustentabilidade regularmente (SustainAbility, 2006; KPMG, 2008). As principais áreas abrangidas nestes relatórios tipicamente incluem: estatísticas de relatórios corporativos por setor industrial, a comparação de relatórios de responsabilidade corporativa ao longo dos anos, e uma panorâmica geral dos relatórios de responsabilidade corporativa.

Um exemplo emblemático desta classe de indicadores está representado pelo GHG Protocol Supply Chain, um dos mais antigos métodos publicados sobre o assunto. Uma vez que emprega em seu desenvolvimento a inclusão de diversas partes interessadas (stakeholders), esta estrutura difundiu o conceito de limites operacionais.

Para uma gestão de GEE – aspecto ambiental em foco no estudo da avaliação – inovadora e eficaz, estabelecer limites operacionais abrangentes, englobando emissões diretas e indiretas, ajuda a empresa a gerir melhor todo o espectro de riscos e oportunidades de GEE que existem ao longo de sua cadeia de valor (WRI, 2004).

Para auxiliar a delimitar as fontes de emissão diretas e indiretas, foi criado um conceito bastante reconhecido nas empresas, nomeado de escopo. (a) Escopo 1: Emissões diretas de GEE: Emissões diretas são as provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa. (b) Escopo 2: Emissões indiretas de GEE de energia: Contabiliza as emissões provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. No escopo 2, as emissões ocorrem fisicamente no local onde a energia é produzida, ou seja, fora dos limites físicos da empresa. (c) Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEE: O escopo 3 é uma categoria de relato opcional, que permite a consideração de todas as outras emissões indiretas. As emissões do escopo 3 são uma consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa.

Embora a GHG seja amplamente conhecido e difundido e ofereça uma abordagem pragmática para identificar fontes de aspectos ambientais, não há na literatura

concordância sobre como definir os limites para contabilização de fontes de emissões indiretas do escopo 3. Emissões que ocorram ao longo da cadeia de valor da empresa as quais os responsáveis não sofram influência (“que não pertencem ou não são controladas”) pela empresa representam um risco à interpretação do resultado final do método. O caráter opcional desta categoria não impede que sejam contabilizadas apenas emissões as quais se entende que as fontes possam ser influenciadas (a mudanças) pela empresa. E, assim, se excluam fontes localizadas em etapas do ciclo de vida do produto da empresa (ex. emissões de transportes realizados por subfornecedores), recusando assim uma abordagem sistêmica ao desenvolvimento sustentável.

Portanto escolher uma estrutura de princípios e etapas claramente descritas de seleção de indicadores e elaboração de relatórios corporativos é essencial à esta classe de indicadores. Entre as referências desenvolvidas a partir destas fragilidades do GHG, a GRI representa uma evolução quanto a estas definições faltantes, visto que estabelece bases para o processo de elaboração de um relatório corporativo de sustentabilidade.

A elaboração desta categoria de relatório segue a versão mais recente, conhecida como G3, das diretrizes da Global Reporting Initiative (GRI). Uma descrição de princípios e etapas metodológicas é apresentada no Anexo B para Relatórios Corporativos de Sustentabilidade no Brasil.

Enfim este capítulo fornece um critério de classificação geral a partir de uma revisão da literatura para as definições de vários (conjuntos de) indicadores. Como critério de classificação para indicadores de sustentabilidade foi utilizado o serviço (usos possíveis para a interpretação de seu resultado) oferecido à gestão de consumo de recursos naturais. As principais classes de indicadores identificadas podem ser descritas como: de “produto”, representando o consumo de recursos relacionados a um produto; de “organização”, na qual há informação sobre o consumo de recursos naturais associado às atividades de dada organização; e de “região”, o qual pode ser visto como um conjunto de informações sobre o consumo de recursos naturais de dado recorte da população do planeta.

Este capítulo, portanto, representa um passo para uma melhor sistematização da seleção de indicadores de sustentabilidade e fornece um quadro de indicadores chave, suas definições e unidades para discutir definições de classe, permitindo assim que a discussão sobre as medidas de desempenho sustentável seja mais avançada.

VI. 2. CRITÉRIOS DE ANÁLISE

Como um princípio orientador para o trabalho entende-se que a busca de indicadores por um tomador de decisão deve ser guiada por uma série de critérios específicos que os indicadores ou conjunto de indicadores devam atender. O objetivo deste tópico é apresentar uma lista de critérios elaborados com base na literatura de boas práticas na construção de indicadores e de Lógica de Ciclo de Vida. Estes critérios são utilizados para analisar as metodologias dos indicadores-chave e, por consequência, evidenciar pontos característicos de cada classe de indicador que possam avaliar a hipótese objetivo do presente trabalho.

Para evitar que a avaliação ambiental de um indicador leve a um resultado inadequado, ou seja, que indique uma alternativa que não possui melhor desempenho ambiental, Hertwich et al. (1997 apud Carbonell, 2003) recomendam que:

- a avaliação seja explícita e chame a atenção para os conflitos;
- a avaliação dos impactos ambientais seja mais profunda (permite melhor julgamento e evita erros na interpretação dos dados e importância dos impactos);
- seja realizada uma análise de incertezas explícita nos dados utilizados;
- tenha-se em mente a Lógica de Ciclo de Vida e seja aplicada uma avaliação mais abrangente sempre que necessário.

Assim, é importante notar que os requisitos apresentados pelos Princípios de Mensuração e Avaliação da Sustentabilidade (STAMP)(PINTÉR et al, 2011) – (I) Visão Guia e Metas; (II) Elementos Essenciais; (III) Escopo Adequado; (IV) Estrutura e Indicadores; (V) Transparência; (VI) Comunicação efetiva; (VII) Participação ampla;

(VIII) Capacidade de Continuidade da Avaliação – continuam a representar alicerces conceituais, mesmo para evoluções incorporadas durante a elaboração de critérios para análise de indicadores.

No âmbito da Lógica de Ciclo de Vida, os princípios oferecidos pela metodologia da ACV (ABNT ISO, 2009a) – Foco ambiental; Prioridade de abordagem científica; Perspectiva de ciclo de vida; Abordagem relativa; Transparência; Completeza e; Abordagem iterativa – corroboram com os STAMP e para com as recomendações de Hertiwich, além de complementarem a compreensão do que deve conter uma análise profunda de indicadores.

Em consonância a estes requisitos, para a análise dos dados que compõem um indicador, são citados os requisitos de qualidade de dados oferecidos pela norma ABNT ISO 14044 (2009b) – (a) Cobertura temporal; (b) Cobertura tecnológica; (c) Cobertura geográfica; (d) Precisão; (e) Completeza; (f) Representatividade; (g) Consistência; (h) Reprodutibilidade; (i) Fontes de dados; e (j) Incerteza da informação. Estes requisitos especificam, em termos gerais, as características dos dados utilizados na avaliação de um indicador. Afinal, descrições da qualidade de dados são importantes para se entender a confiabilidade dos resultados da avaliação e interpretá-los de forma adequada (ABNT ISO, 2009a).

O conceito de sustentabilidade apresentado no presente trabalho – garantir que o consumo de recursos naturais não esgote sua disponibilidade – é reconhecido como visão guia para a análise de indicadores proposta. São também identificados nove critérios utilizados e suas breves explicações abaixo:

1. Questão de pesquisa
2. Mensagem principal a qual a pesquisa do indicador se destina
3. Unidade de medida
4. Cobertura do indicador
5. Fontes de dados
6. Profundidade da avaliação proposta pelo método do indicador
7. Tolerância pela falta de dados na acuidade do resultado do método
8. Utilidade para elaboração de diretrizes e política

9. Escalabilidade do indicador

Primeiro, uma vez que a determinação de objetivo e escopo, segundo a norma ABNT ISO 14040 (2009a) recomenda que sejam descritas a motivação e a abrangência do estudo da avaliação, dois critérios para a análise são sugeridos: “Questão de pesquisa”, no qual é destacada a motivação para o desenvolvimento do método do indicador, e; “Mensagem principal a qual a pesquisa se destina”, em que, definidos o público-alvo e as intenções de aplicação, é possível encontrar a abrangência do estudo.

Identificar uma unidade de medida revela-se como um elemento essencial para padronizar os resultados mensurados quantitativamente, permitindo comparações com metas e valores de referência (de preferência sob um enfoque sistêmico, como recomenda a LCV). Desta forma a utilização do indicador compreende também o foco no auxílio à tomada de decisão.

O critério de Cobertura do indicador deve avaliar como é permitido aos leitores dos resultados conhecerem no que consiste o contexto analisado. Ou seja, avalie se a lógica empregada na avaliação do indicador determina explicitamente a cobertura temporal, geográfica e tecnológica utilizada nos processos que estão dentro de seu escopo e este é adequado. Dessa forma, em consonância a LCV, este critério compreende também o foco em auxiliar a tomada de decisão, verificando se o contexto analisado faz parte de um ciclo de vida maior (atendendo uma necessidade a partir de consumos de determinados recursos naturais).

Identificar quais as Fontes de dados utilizadas firma-se no mesmo princípio de transparência. A avaliação ambiental pode ser paralisada por falta de dados se for profunda demais, ampla demais, inflexível demais, ou uma combinação desses fatores. Os bancos de dados comerciais mostram que há conflito entre amplitude e profundidade (Hertwich et al., 1997 apud Carbonell, 2003). Por isso, deve-se evitar detalhes desnecessários e inflexibilidade na análise também a fim de garantir a Capacidade de Continuidade da Avaliação ou mesmo sua Reprodutibilidade.

Ainda certificando a transparência com a qual os resultados de uma avaliação são comunicados, o critério de Profundidade pode ser mais bem compreendido pela

composição dos requisitos de qualidade de dados sugeridos pela norma ABNT ISO 14044 (2009b): as declarações (quantitativas e qualitativas) de Precisão, Completeza, Representatividade e Consistência adicionam valor e legitimidade ao resultado do indicador. Embora algum grau de conhecimento técnico seja sempre necessário, a dificuldade de compreensão de um indicador que impeça a uma tomada de decisão não é desejável. Ao incluir um critério de profundidade, métodos que permitem revisão crítica, verificação de consistência e comentários sobre limitação do uso do indicador são favorecidos, pois totalizam a importância de comunicação efetiva.

O critério de Tolerância à falta de dados na acuidade do resultado foi selecionado de forma a reconhecer limitações de recursos de infraestrutura ou procedimentos para conduzir um processo de medição pelo indicador elaborado. Desta forma métodos de compreensão, realização e gestão facilitadas são desejáveis. Embora algum grau de incerteza da informação seja sempre aceitável, gozar de potencial de levar a resultado inadequado, ameaçando a tomada de decisão, não é desejável. Logo é importante prever uma análise de sensibilidade aos dados utilizados. Ao incluir um critério de tolerância, métodos que não envolvem levantamento de dados extenso desnecessário são favorecidos.

Utilidade à elaboração de diretrizes e políticas (“usabilidade”) apresenta-se como um critério de difícil aplicação, porém importante, visto que não é possível prever se interpretações e recomendações decorrentes da interpretação de resultados serão úteis para dado recorte da avaliação em longo prazo. Na competência da LCV, é necessário realçar o valor do público alvo, ou seja, aquele a quem se pretende comunicar os resultados do estudo/avaliação; as razões para a realização do estudo; a aplicação pretendida; a existência de intenção de utilizar resultados em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente (ABNT ISO, 2009b), garantindo assim também o princípio VI de comunicação e participação.

Por último, Escalabilidade foi selecionado porque cada escala avaliada possui recortes (global, regional, local...) diversificados de população que abrangem um conjunto ainda mais variado de compreensões do bem-estar e das necessidades para alcançá-lo. Além disso, os interessados individuais possuem representatividade maior em recortes

de escalas menores. Expandir a participação do público oferece um aumento de recursos disponíveis e pode definir o sucesso de uma tomada de decisão. Participação limitada, mesmo nos estágios iniciais, pode prevenir ideias de se enraizar ou de serem implementadas. Ter um modelo cuja avaliação realize considerações locais e que possa ser estabelecida sem representar um obstáculo à formação de grandes dimensões ou que requerem uma pesquisa longa é importante. Este é o menos importante dos critérios, mas inclui-lo permite verificar representatividade e considerações sobre limitações previstas na qualidade e serviços prestados – evitando extensa coleta de dados para um ganho mínimo ao resultado.

A seguir, na Tabela 2, obtém-se o quadro que resume os critérios de análise de indicadores de sustentabilidade ambiental associando-os com as características de indicador analisadas.

Tabela 2: Critérios de análise de indicadores de sustentabilidade ambiental

Função do indicador	Questão de pesquisa
	Mensagem principal a qual a pesquisa se destina
Propriedades do indicador	Unidade de medida
	Cobertura do indicador
	Fontes de dados
	Profundidade da análise proposta pelo método
	Tolerância pela falta de dados na acuidade do resultado
Serviço do indicador	Utilidade para elaboração de diretrizes e políticas
	Escalabilidade

VI. 3. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE

O objetivo específico deste tópico pode ser descrito com o exemplificar, por meio de um caso, a aplicabilidade (a relevância e a utilidade) dos critérios na seleção de

indicadores de sustentabilidade ambientais por parte do tomador de decisão a fim de investigar o quanto os indicadores ambientais conseguem cobrir todos os aspectos ambientais associados ao ciclo de vida de seu objeto de estudo.

O principal resultado consolidado neste tópico é a coleta de características, que pode ser reconhecido como os pontos fracos e fortes das metodologias de indicadores-chave (Pegada de Carbono, Pegada Ecológica e Indicadores de Relatórios Corporativos de Sustentabilidade), segundo os critérios já definidos. Este produto desta análise apresenta-se como um quadro de indicadores (Tabela 3), de acordo com a sua classificação e seguindo as indicações da bibliografia sobre cada um dos aspectos avaliados pelos critérios definidos no tópico anterior.

Tabela 3: Aplicação do método de análise de indicadores de sustentabilidade ambiental

	PEGADA ECOLÓGICA	PEGADA DE CARBONO	GRI
Questão de pesquisa	Qual a quantidade de capacidade de regeneração da biosfera que é direta e indiretamente (isto é, dentro da cadeia de produção) utilizado por seres humanos (a saber, Pegada Ecológica), em comparação com o quanto está disponível (ou seja, a biocapacidade), em escala local e global?	Qual a quantidade total de emissões de GEE (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC, e SF ₆) que são diretamente e indiretamente causadas pelo consumo de bens e serviços ou acumulada ao longo dos estágios de vida de produtos?	Como estruturar referências de relatórios, diretrizes para relatar e acessar informações a partir de relatórios que devem seguir um padrão que os torne passíveis de comparação, como acontece com os já tradicionais relatórios financeiros?
Mensagem principal a qual a pesquisa se destina	Promover o reconhecimento dos limites ecológicos e preservação de serviços de suporte à vida dos ecossistemas permitindo a biosfera suportar a humanidade em longo prazo.	A perspectiva baseada no consumo da pegada de carbono complementa a abordagem de contabilidade baseada em produção tomada pelos inventários nacionais de gases de efeito estufa (por exemplo, aqueles considerados pelo Protocolo de Quioto).	Direcionar a elaboração de relatórios de sustentabilidade, focando não apenas no seu conteúdo, mas dando especial atenção ao processo de elaboração, que deve ser pautado por uma série de princípios que assegurem a qualidade do relatório.
Unidade de medida	<ul style="list-style-type: none"> • Hectares globais (gha) de terrenos bioprodutivos. Gha não é uma medida da área, mas uma medida relativa da produção ecológica associada a uma área; • Os resultados podem também ser expressos em hectares físicos reais; • Geralmente também expresso per capita. 	<ul style="list-style-type: none"> • kg CO₂ quando somente CO₂ está incluído ou kg de CO₂ e outros GEE, quando são incluídos • Muitas vezes expressa per capita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversas (dependente da seleção do conjunto de indicadores), porém “Unidade de medida deve direcionada a comparação (metas e referências)” (GT GRI G3; 2008)

	PEGADA ECOLÓGICA	PEGADA DE CARBONO	GRI
Cobertura do indicador	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador Temporalmente explícito e multidimensional que pode ser aplicado a produtos únicos, cidades, regiões, nações e toda a biosfera; • Cerca de 240 países para o período 1961-2007 são monitorados e, destes, cerca de 150 países são publicadas pela Global Footprint Network (Ewing et al, 2010a); • Documenta ambas as demandas diretas e indiretas humanas para a capacidade de geração (produção de recursos) e para capacidade de absorção (de carbono) da biosfera; • Fornece uma medida tanto da demanda humana quanto do abastecimento natureza; • Fornece uma referência clara e <ul style="list-style-type: none"> • Tem um ponto de vista orientado ao consumo e, portanto, considera a etapa de uso de bem e serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador Multidimensional que pode ser aplicada a produtos, processos (também para empresas, setores da indústria, indivíduos, governos, populações, etc); • Atualmente 73 países e 14 regiões para o ano de 2001 apenas são rastreadas (Hertwich e Peters, 2009 apud Galli et al., 2011), apesar de 113 países e regiões do mundo para o ano de 2004 poderá estar disponível usando o banco de dados GTAP7 (Wiedmann, 2009 apud Galli et al., 2011); • Documenta todas as emissões diretas e indiretas de GEEs devido ao uso de recursos e produtos (Galli et al., 2011); • Mede apenas a "demanda", em termos da quantidade de GEE emitidos; e <ul style="list-style-type: none"> • Tem um ponto de vista orientado ao consumo e, portanto, considera a etapa de uso de bem e serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> • O relatório deve refletir aspectos positivos e negativos do desempenho da organização, de modo a permitir uma avaliação equilibrada do desempenho geral (GT GRI G3; 2008). • As informações deverão estar disponíveis de uma forma que seja compreensível e acessível aos stakeholders que fazem uso do relatório (GT GRI G3; 2008). • Não determina explicitamente a cobertura temporal, geográfica e tecnológica.
Fontes de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Dados sobre a produção local, importação e exportação de produtos agrícolas, florestais e da pesca (FAOSTAT, UN Comtrade); • Dados sobre o uso da terra (FAOSTAT, etc); • Emissões de CO2 locais e de transporte (IEA e outros); <ul style="list-style-type: none"> • Rendimento do solo (FAOSTAT) e potencial de produtividade das culturas (fornecida pelo modelo GAEZ FAO) - dados necessários para expressar os resultados em unidades de hectares globais (Galli et al., 2011); • Dados sobre a população (FAO) 	<ul style="list-style-type: none"> • As contas económicas nacionais (fornecimento, uso, input-output); • Estatísticas do Comércio Internacional (ONU, OCDE, GTAP e outros); • Os dados ambientais contas às emissões de GEE (IEA, GTAP, e outros); • Dados sobre a população (Banco Mundial); 	<ul style="list-style-type: none"> • Dados sobre a produção de rejeitos, importação e exportação de produtos pela organização. • As contas económicas corporativas (fornecimento, uso, input-output); • Dados primários medidos junto à cadeia de valor (relatórios internos de qualidade, faturamento...);

	PEGADA ECOLÓGICA	PEGADA DE CARBONO	GRI
Profundidade da análise proposta pelo método	<ul style="list-style-type: none"> • Usa uma abordagem baseada no padrão de consumo de uma população para controlar causas humanas de impacto sobre o planeta em termos da demanda agregada que o consumo de recursos e fontes de emissões de CO₂ sobre os ativos ecológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa uma abordagem baseada no consumidor para controlar causas humanas de impacto sobre o planeta em termos de emissões totais de GEE e contribuição humana para as alterações climáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa uma abordagem baseada no negócio para controlar causas humanas de impacto sobre o planeta em termos de consumo de recursos naturais e fontes de rejeitos (sólidos, líquidos ou gasosos) sobre os ativos ecológicos. • As informações devem ser suficientemente precisas e detalhadas para que os stakeholders avaliem o desempenho da organização relatora (GT GRI G3,2008).
Tolerância pela falta de dados na acuidade do resultado do método	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível cobrir todos os aspectos da sustentabilidade, nem todas as preocupações ambientais, especialmente aqueles para os quais não existe capacidade regenerativa (incluindo recursos abióticos); 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível rastrear toda a imensidão de exigências humanas sobre o meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • As informações e processos usados na preparação do relatório deverão ser coletados, registrados, compilados, analisados e divulgados de uma forma que permita sua revisão e estabeleça a qualidade e materialidade das informações (GT GRI G3; 2008).
	<ul style="list-style-type: none"> • Mostra pressões que podem levar à degradação do capital natural (por exemplo, redução da qualidade de terra ou de redução da biodiversidade), mas não prevê essa degradação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os modelos de avaliação de impacto adicionais são necessários para analisar o impacto das alterações climáticas, tanto a nível nacional e subnacional; • São necessários esforços para criar e atualizar um sistema de tabelas de dados ambientais e extensões afins; • Não é específico o "limiar da pegada de carbono", apesar de um "limiar de sustentabilidade" para o aquecimento global já foi acordado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos de difícil mensuração passam a integrar a gestão de riscos e oportunidades das empresas, tais como o monitoramento da incidência de trabalho em condições degradantes na cadeia de valor e o crescimento da demanda por produtos e serviços ambientalmente mais amigáveis.

	PEGADA ECOLÓGICA	PEGADA DE CARBONO	GRI
Utilidade para elaboração de política e diretrizes	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelece medidas "para superação" (metas) e identifica as pressões que a humanidade está colocando a vários serviços dos ecossistemas; • Monitora avanços das sociedades para os critérios de sustentabilidade mínimos (demanda oferta $\leq$); • Monitorar a eficácia da utilização dos recursos estabelecidos e políticas de eficiência de recursos; • Auxilia a análise das consequências do uso de energias alternativas; • Comunica-se a vasta gama de impactos ambientais de diferentes estilos de vida (padrões de consumo) para o público em geral; • Rastreia a pressão sobre a biodiversidade (indiretamente), e • Ilustra a distribuição desigual da utilização dos recursos e pode ser usado para formular políticas internacionais, objetivando a implementação princípios de contração e convergência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferece um ângulo alternativo à política internacional sobre mudança climática (Galli et al., 2011) • Oferece uma melhor compreensão da responsabilidade dos países e poderia facilitar a cooperação internacional e parcerias entre países em desenvolvimento e desenvolvidos; • Identifica alavancas alternativas para redução dos GEE isto é mudança de comportamento de consumo • Ajuda a analisar as consequências do uso de energias alternativas; • Pode ajudar a projetar um preço internacional harmonizado para as emissões de GEE. • ilustra a distribuição desigual da utilização de energia e pode ser usado para formular políticas internacionais, objetivando a implementação princípios de contração e convergência (Galli et al., 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> • O relatório é publicado regularmente, e as informações são disponibilizadas a tempo para que os stakeholders tomem decisões fundamentadas. Este princípio considera tanto a regularidade do fluxo de informações quanto sua atualidade (GT GRI G3; 2008). • Algumas aplicações preveem o Relatório de Recomendações: direcionado à gestão da empresa, contém indicações de aprimoramentos necessários no processo. É de grande valor para a empresa, pois apresenta um olhar crítico e imparcial. • A escolha, pela empresa, dos temas e dos indicadores para o relatório pode implicar mudanças internas e a definição de metas de melhoria. Recomenda-se que as metas assumidas precisam ser realistas. Ao incorporá-las no relatório, deve-se explicitar como elas serão atingidas, para que o relatório não seja visto como uma "carta de intenções", evitando acusações de falta de comprometimento e perda de credibilidade (GT GRI G3; 2008).
Escalabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Permite estabelecer uma referência para a demanda humana por recursos renováveis e para a capacidade de absorção de carbono junto da oferta natural e determinar metas claras. • Fornece uma avaliação global das múltiplas pressões antrópicas, e • Fácil de comunicar e compreender com uma mensagem forte de conservação. • Não geograficamente explícita; 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite uma avaliação abrangente da contribuição humana para as emissões de GEE e • Em conformidade com as normas de contabilidade econômica e ambiental. • Dados consistentes de emissões disponíveis para a maioria dos países. 	<ul style="list-style-type: none"> • O princípio de comparabilidade é importante quando ocorrem alterações na estrutura do negócio, como a aquisição de uma empresa, que passará a ser incluída no relatório (GT GRI G3; 2008). • Permite uma avaliação abrangente da demanda por parte da organização no consumo antrópico de recursos. • Fornece uma avaliação setorial das múltiplas pressões antrópicas, e • Facilita a comunicação e compreensão de uma mensagem de contribuição das atividades da organização. • Não requer ser geograficamente explícita;

Para o trabalho da dissertação, as características dos três indicadores que são evidenciadas nesta análise servem para avaliar a hipótese de indicador de sustentabilidade ambiental deva ser calculado através de LCV, objetivo geral do presente trabalho.

Portanto, a fim de torná-la mais completa, o capítulo seguinte, discussão de resultados, realiza a digressão sobre a aplicação deste método de análise, que evidencia as características de cada um indicador, tecendo comentários de ordem prática sobre a seleção de indicadores de sustentabilidade ambiental, tendo em mente o objetivo geral do trabalho.

VII. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Uma ampla gama de indicadores foi coletada, principalmente nas bases de publicações informatizadas, e classificada. A análise apresentada de indicadores-chave de sustentabilidade ambiental não possui o objetivo avaliar a relevância dos serviços prestados pelo indicador (este é o papel do tomador de decisão). Os indicadores devem ser úteis para os serviços a ele destinados, porém devem oferecer subsídio para compreensão sistêmica da situação na qual ele é aplicado. Os comentários a seguir centram-se na atividade de seleção de indicadores de sustentabilidade ambiental, tendo em mente avaliar se os efeitos ambientais gerados ao longo dos ciclos de vida (em avaliação) devam ou não ser considerados.

Segundo a classificação de indicadores proposta, os usos de indicadores ambientais (ou de sustentabilidade ambiental) mapeados podem servir a diversos propósitos (produtos, regiões e organizações). Desta forma, explicitar a motivação (questão de pesquisa) e a abrangência (mensagem principal) do objetivo da avaliação do indicador é comprovadamente essencial para o tomador de decisão.

A partir do ensaio de Hardin (1968) compreende-se que a discussão de limites requer transcender as tradicionais fronteiras disciplinares. Sobre o potencial impacto das atividades antrópicas, é necessário obter informações confiáveis sobre as suas atividades e limites. Logo, os indicadores de sustentabilidade devem permitir associação a alguns valores de referência e metas. Assim a definição da unidade de medida revela-se importante em explicitar quais aspectos ambientais são foco na avaliação oferecida pelo indicador. Assim a tomada de decisão não se limitará a apenas a intenção, mas também a compreender a efetividade da decisão sobre o objeto avaliado ou questão em análise.

A partir da análise dos indicadores-chave, torna-se evidente que a cobertura da avaliação é uma informação que auxilia a decisão, uma vez que é possível reconhecer quais os limites explicitados para o resultado dos (conjuntos de) indicadores.

As fontes de dados selecionadas pelos indicadores-chave permitem que a avaliação evite ser profunda demais, ampla demais ou inflexível demais, segundo o serviço

pretendido ao indicador. Apresentar revisão crítica que permita avaliar consistência e representatividade podem ser um desafio para dados originários de fontes confidenciais. Cabe ao relato declarar quais dados foram utilizados, inclusive quando se trata de bancos abertos.

Existem oportunidades de melhoria na participação de banco de dados abertos, ou seja, onde organizações podem compartilhar suas informações. Conjuntos de dados abertos não significa revelar toda e qualquer informação confidencial em sua competência técnica. Ele pode simplesmente significar a publicação de dados anteriormente divulgados de forma a permitir uma análise mais fácil. Por exemplo, dados-chave de relatórios de sustentabilidade ou de exercício financeiros anteriores - receita, emissões de GEE, uso da eletricidade, fundos comunitários, etc - podem ser agregados e compartilhados como uma planilha. Conjuntos de dados abertos permitem ligações mais fortes das partes interessadas. Este compromisso pode envolvê-los na busca de soluções, e pode facilitar o processo de tomadas de decisões. Muitas organizações (empresas públicas ou privadas) não percebem que a informação que pode ser de valor para terceiros não é para seus pares. Por exemplo, informações de uma empresa a respeito de uma determinada fábrica pode ajudar uma busca sem fins lucrativos para a investigação e melhoria das condições de trabalho em toda região de operação.

Os dados compartilhados podem não ser utilizados da forma planejada. Porém com seu uso ou não, constrói-se confiança entre as partes interessadas. Associado a este valor, também é importante selecionar estrategicamente os dados que serão compartilhados e ser claro com o objetivo a ser alcançado ao fazê-lo. Existem riscos associados com a colocação de qualquer informação no domínio público, mas clareza de propósitos os reduz.

Com relação à profundidade da avaliação dos (conjuntos de) indicadores, revela-se um fator que adiciona valor ao resultado considerar as etapas de ciclo de vida. O tomador de decisão compreender, por exemplo, que o diagnóstico abrange processos de disposição final e não apenas de geração de rejeitos, pode permitir uma revisão crítica aberta para verificar Precisão, Completeza, Representatividade e Consistência.

Mesmo que o resultado final possa não ser conveniente ao recorte antrópico (revelando um péssimo desempenho do produto, região ou organização), a avaliação deve oferecer ao seu usuário transparência para que a tomada de decisão – pelo consumidor, dirigente público ou privado - possa se sentir confortável/auxiliado junto da informação oferecida pelo indicador. Nesta base de avaliação recomenda-se incluir, no âmbito da LCV, uma abordagem sistêmica que contemple todos os aspectos (ações antrópicas) envolvidos ao propósito do uso da avaliação. Por exemplo, informações de viagens aéreas realizadas por colaboradores de uma empresa com respeito ao estudo do desempenho ambiental do produto desta empresa devem ser contabilizadas, caso o estudo busque melhorias das condições de todo ciclo de vida do produto. Assim a descrição da profundidade da avaliação oferecida pelo indicador revela-se importante em explicitar quais aspectos ambientais contribuem ao resultado da avaliação do indicador.

A tolerância à falta de dados de um dado método por ser alta, porém é recomendado que os limites dos resultados sejam explicitados. A fragilidade encontrada no GHG Protocol (indefinição dos limites do escopo 3) é um exemplo claro de como os limites da avaliação (escopo e profundidade) ameaçam a tomada de decisão a considerar em seu enfoque à questão da sustentabilidade. Uma vez que há de se reconhecer a característica sistêmica dos compartimentos do planeta. Ou seja, as atividades realizadas dentro de uma organização existem devido ao produto por ela gerado. E este, por sua vez, busca atender a uma necessidade humana. Omitir aspectos ambientais a esta avaliação pode impedir a análise de alguns usuários de informação. Afinal os diagnósticos das avaliações devem buscar melhores análises de dados não em sua coleta ou posse. Os usuários da informação usam seus próprios critérios e perguntas que podem ser ineficientes para todas as partes. Aproximamo-nos de um cenário onde encararemos uma cadeia de valor mais segmentada, com um pequeno punhado de colaboradores especializados em compilação de dados, outros que usam esses dados na busca de melhores pesquisas e análises, e depois uma terceira categoria buscando compilação desta pesquisa e análise para a classificação e produtos e serviços relacionados.

Em respeito à utilidade para elaboração de diretrizes e políticas, Parris e Kates (2003) dizem que embora a GRI ofereça um conjunto de indicadores de desempenho ambiental e social, escolher indicadores entre estes conjuntos não é suficiente para implementar, refletindo valores básicos, adotando uma abordagem sistêmica, com o desenvolvimento sustentável. O serviço ou uso destes indicadores são cruciais para exercer influência às tomadas de decisão (individuais ou coletivas). Encontrar estruturas e estudos de casos que aparecem aplicáveis às especificidades da situação de cada localidade é essencial para tomadas de decisão. Assim a utilidade para elaboração de diretrizes e políticas é reconhecida nos indicadores-chave. Entretanto é relevante ressaltar que, assim como KATES et al (2005 apud PINTÉR et al., 2011) afirmam a maioria das iniciativas de indicadores pesquisada limita sua atenção a perspectivas de curto prazo, ou não especificam explicitamente seus horizontes temporais.

A fim de tornar os resultados mais relevantes, muitas vezes, estes precisam ser apresentados em diferentes escalas. Aprofundar desde o nível global para o local é tecnicamente viável e apresentar agregações em múltiplas escalas pode ser útil. Não só ajuda a revelar mais detalhes (granulares) que podem estar escondidos em médias de nível superior, mas também oferece/envolve o público em um processo de inquérito (análise de sensibilidade/contribuição/incerteza). Ao nível local, o desafio da sustentabilidade é manter a quantidade necessária e a qualidade dos recursos naturais que dada sociedade depende. No nível global, a diversidade de situações locais representa que fatores adicionais relevantes (consumos regionais diferentes de recursos associados à produção e transporte de produtos) para a sustentabilidade devem ser considerados para toda antroposfera.

Entretanto é possível compreender que quantificar consumo de recursos pode ser simplificado em reconhecer padrões de consumo em diferentes recortes antrópicos (individual, organizacional, regional). Uma vez que qualquer recorte da antroposfera sempre possui a escala individual como mínima, a limitação das classes aqui sugeridas pode ser reconhecida como uma simplificação do leque ferramentas de medição do consumo de produtos na busca de atender necessidades. Enfim cada classe de indicadores pode possuir diversas utilidades (para cada agregação antrópica), porém

todos indicadores quantificam quais recursos naturais são consumidos por ações humanas.

Em suma, o resultado desta análise revela como é essencial a LCV em avaliações de (falta de) sustentabilidade de um objeto de estudo ou questão em análise. Ou seja, no caso da ausência de LCV em uma medição quantitativa, é evidente que o resultado torna-se torpe, parcial e oferece risco a decisão nele baseada.

VIII. AVALIAÇÃO DA HIPÓTESE

A importância atual no uso do conceito de sustentabilidade pode ser melhor compreendida através da abordagem do planeta ser dividido em compartimentos: antroposfera, tecnosfera e ecosfera. Os fenômenos do planeta ocorrem nestes compartimentos, sejam internamente a um compartimento ou ao longo da interação de dois ou mais. Os conhecidos pilares da sustentabilidade (ambiental, econômico e social) representam também uma importante abordagem. Abordagem na qual o foco são as interações do homem com cada compartimento do planeta.

Sustentabilidade é definida como garantir a disponibilidade de recursos naturais. Estes recursos naturais estão disponíveis na ecosfera e sua interação antrópica ocorre na forma de aspectos ambientais. Recursos naturais são consumidos para produção de produtos. Estes produtos são produzidos na tecnosfera e sua interação antrópica ocorre na forma de aspectos econômicos. Produtos servem para atender necessidades humanas. Estas necessidades humanas estão na antroposfera e sua interação antrópica ocorre na forma de aspectos sociais.

Portanto sustentabilidade é consumir produtos, sem ameaçar a disponibilidade de recursos naturais. Garantir tal disponibilidade de recursos naturais representa um limite da ecosfera, afinal não há forma de suspender o consumo destes recursos. Assim a tecnosfera e a antroposfera são dependentes da ecosfera. Então a sustentabilidade dos recursos naturais depende de assistência mútua e de reciprocidade entre os compartimentos do planeta.

A fim de desfrutar e utilizar os serviços ao longo dos tempos por meio da tecnosfera, a humanidade deve aprender a viver dentro das limitações da ecosfera. Para gerenciar a disponibilidade de recursos é preciso medir o consumo de recursos.

Uma vez também que buscar a sustentabilidade requer decisões de redesenho das atuais formas de produção, de consumo e de gestão de resíduos, são necessárias definições e medições confiáveis para atingir esses objetivos.

Indicador de Sustentabilidade pode ser definido como a reunião de dados – de forma transparente sobre sua obtenção – que contenha informação que possibilite avaliar a situação das atividades ocorridas nos compartimentos do planeta. Os indicadores de sustentabilidade (ambiental) quantitativos devem auxiliar compreender o consumo de recursos naturais (direta ou indiretamente).

A perspectiva apresentada sobre sustentabilidade demonstra que é essencial integrar adequadamente pilares econômico, ambiental e social para a determinação de indicadores de sustentabilidade.

Vários indicadores foram desenvolvidos para avaliar a (falta de) sustentabilidade de produtos, de regiões ou de organizações. Os (conjuntos de) indicadores de organização representam o consumo de recursos naturais pelo(s) produto(s) de uma organização. Os indicadores de região representam o consumo de recursos naturais realizados pelo consumo de produtos de uma população regional. Um indicador de sustentabilidade de produto deve oferecer a avaliação sistêmica do desempenho ambiental de produto(s).

O ciclo de vida de um produto compreende todas as interações entre o homem e o meio ambiente (aspectos ambientais), desde a extração de recursos do meio ambiente, mudanças do meio físico até a disposição de rejeitos no meio ambiente. A Lógica de Ciclo de Vida representa uma abordagem sistêmica que considera todos os recursos consumidos e todos os impactos que estão associados ao ciclo de vida de um produto. A avaliação sistêmica do desempenho ambiental de produto requer um estudo de ACV, ou seja, requer a técnica quantitativa estruturada para avaliar os potenciais impactos ambientais deste produto.

Porém, para outros diferentes fins de indicadores de sustentabilidade, que não a avaliação sistêmica, é possível utilizar indicadores que sejam recortes de estudos de ACV de produto (pegadas ou indicadores de relatórios de sustentabilidade). Podem ser citados como exemplos de recortes de avaliação: a Pegada de Carbono, vista como uma avaliação da categoria de impacto Mudanças Climáticas de um produto; a Pegada Ecológica, vista como uma avaliação de categorias de depleção de recursos naturais selecionados pelo consumo de produtos de uma população regional e; os Relatórios de

Sustentabilidade, visto como uma avaliação de categorias de impacto selecionadas pelo consumo de produtos de uma organização.

Logo, também é possível verificar que todas as classes de indicador convergem para indicadores de sustentabilidade de produto.

Desta forma, as análises da construção e utilização de indicadores ambientais validam seu uso no auxílio à informação e tomada de decisão. Porém é necessário lembrar que estes indicadores não são estudos de ACV.

Assim é possível afirmar que um indicador de sustentabilidade ambiental deve ser calculado através de Lógica de Ciclo de Vida (Life Cycle Thinking).

IX. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da tese que um indicador de sustentabilidade ambiental deve ser calculado através de Lógica de Ciclo de Vida (Life Cycle Thinking), é possível encontrar outros resultados oferecidos pelo trabalho.

A perspectiva apresentada Lógica de Ciclo de Vida reafirma que esta forma de disponibilizar informações deve estar inserida em qualquer forma que auxilie as tomadas de decisão a fim de incorporar a visão sistêmica à gestão ambiental regional, empresarial ou mesmo ao consumo de produtos.

O capítulo de classificação em indicadores-chave fornece um critério de classificação geral a partir de uma revisão da literatura para as definições de vários (conjuntos de) indicadores. Como critério de classificação para indicadores de sustentabilidade foi utilizado o serviço (usos possíveis para a interpretação de seu resultado) oferecido à gestão de consumo de recursos naturais. As principais classes de indicadores identificadas podem ser descritas como: de “produto”, representando o consumo de recursos relacionados a um produto; de “organização”, na qual há informação sobre o consumo de recursos naturais associado às atividades de dada organização; e de “região”, o qual pode ser visto como um conjunto de informações sobre o consumo de recursos naturais de dado recorte da população do planeta.

Alguns critérios para boas práticas na seleção de indicadores de sustentabilidade ambientais são citados – incluso o embasamento para a elaboração dos mesmos – no capítulo de Critérios de Análise. O capítulo seguinte aplica este método aos indicadores-chave e investiga o quanto os indicadores de sustentabilidade ambientais conseguem cobrir todos os aspectos ambientais associados ao ciclo de vida de seu objeto de estudo. Seu desenlace evidencia características do caso dos indicadores-chave que verificam a hipótese no objetivo proposto. Estes critérios podem ser aplicados na seleção de quaisquer indicadores que ofereçam avaliação de desempenho sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALKIRE, S. **Dimensions of Human Development**. WORLD DEVELOPMENT, 30(2), 2002. 181–205 p.
- ASIF, M., SEARCY, C., DOS SANTOS, P., KENSAH, D., **A Review of Dutch Corporate Sustainable Development Reports**. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Publicado online em Wiley Online Library, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e Estrutura**. Versão digital, CENWin, 2009a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e Orientações**. Versão digital, CENWin, 2009b.
- BAUMANN, H.; TILLMAN, A.M. **The Hitch Hiker’s Guide to LCA: an orientation in life cycle assessment methodology and application**. Lund (Sweden): Studentlitteratur AB, 2004.
- BELL, S., MORSE, S. **Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?** London, UK: Earthscan Publication, 1999.
- BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, methods, applications: a report to Balaton Group**. Winnipeg, Manitoba, Canada: International Institute for Sustainable Development, 1999, 124 p.
- BRAGANZA, A. **Rethinking the data-information-knowledge hierarchy: towards a case-based model**. INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT, n° 24, 2004, 347-356 p.
- BROWN H.S., DE JONG M., LEVY D.L., **Building institutions based on information disclosure: Lessons from GRI’s sustainability reporting**. Journal of Cleaner Production 17: 571–580, 2009.
- BROWN, J. S., & DUGUID, P. **Organizational learning and communities-of-practice: Towards a unified view of working, learning, and innovation**. ORGANIZATION SCIENCE, n° 2(1), 1991, 40–57 p.
- BSI (British Standard Institute), Guide to PAS 2050. **How to Assess the Carbon Footprint of Goods and Services**. British Standards, Londres, Reino Unido, 2008.
- CAMPOS, C. **Avaliação de Desempenho Ambiental em Projetos – Procedimentos e Ferramentas**. Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2007.
- CARBONELL, M.M., **Modelagem fluidodinâmica e reacional com avaliação ambiental do processo de hidroconversão de resíduos de petróleo**, Universidade Estadual de Campinas, Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química, 2003.
- CARLSON, Raquel. **Primavera silenciosa**. Barcelona, Grijalbo, 1980.

- COMISSÃO EUROPÉIA, **Carbon Footprint e What It Is and How to Measure It**, 2007. <lca.jrc.ec.europa.eu/Carbon_footprint.pdf> (Visitado em abr/11.).
- COMISSÃO EUROPÉIA, **General Guide for Life Cycle Assessment: Detailed guidance** - Joint Research Centre. Italy: Institute for Environmental and Sustainability, 2010.
- CUCEK, L., KLEME J.J., KRAVANJAET Z., **A Review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability**, Journal of Cleaner Production, 2012, doi:10.1016/j.jclepro.2012.02.036
- DALY, H.E. **Towards Some Operational Principles of Sustainable Development**. Ecological Economics n° 2, 1990, 1-6 p.
- DAVIS G, SEARCY C., **A review of Canadian corporate sustainable development reports**. Journal of Global Responsibility 1: 316–329, 2010.
- DE BENEDETTO, L., KLEMES, J.J., **The environmental performance strategy map: an integrated LCA approach to support the decision making process**. Journal of Cleaner Production 17, 900-906, 2009.
- DEWULF J., VAN LANGENHOVE H., MULDER J., VAN DEN BERG M.M.D., VAN DER KEEL H.J., DE SWAAN AXONS J. **Illustrations towards quantifying the sustainability of technology**. GREEN CHEM, n°2, 2000, 108-114 p.
- DEWULF, J.; VAN LANGENHOVE, H. **Assessment of the Sustainability of Technology by Means of a Thermodynamically Based Life Cycle Analysis**. ESPR - Environ Sci & Pollut Res n°9 (4), 2002, 267 – 273 p.
- DIAS, R. (2007). **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2007.
- DOWNIE, J., STUBBS, W., **Evaluation of Australian companies' scope 3 greenhouse gas emissions assessments**. Journal of Cleaner Production. 2011. doi:10.1016/j.jclepro.2011.09.010.
- Emmert N.O., Introdução de: Emmert, N.O., **State Indicators of National Scope**, vol. 3. Center for Public Management, Miami, FL. 1996, Disponível em: <http://www.fsu.edu/cpm/seigip/catalog/volume3.html>.
- ESTY, D. C.; et al. **Environmental Sustainability Index: benchmarking national environmental stewardship**. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2005.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Environmental Indicators: typology and Use in Reporting**. Disponível em: http://www.brahmatwinn.unijena.de/fileadmin/Geoinformatik/projekte/brahmatwinn/Workshops/FEEM/Indicators/EEA_Working_paper_DPSIR.pdf. 2003, acesso em: 25 fevereiro 2011.
- EUROPEAN UNION. **Treaty of Lisbon Amending the treaty on European Union and treaty on European Community**. 2007/C 306/01.
- EWING B., A. REED, A. GALLI, J. KITZES, AND M. WACKERNAGEL. 2010. **Calculation Methodology for the National Footprint Accounts**, Oakland: Global Footprint

- Network, 2010. Disponível at [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National Footprint Accounts Method Paper 2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2010.pdf)
- EWING, B., MOORE, D., GOLDFINGER, S., OURSLER, A., REED, A., WACKERNAGEL, M. **The Ecological Footprint Atlas 2010**. Oakland: Global Footprint Network, 2010.
- GALLI, A., WIEDMANN, T., ERCIN, E., KNOBLAUCH, D., EWING, B. and GILJUM, S. **Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint: Defining the Footprint Family and its Application in Tracking Human Pressure on the planet – Guide**. 2011, Disponível em: <http://www.oneplanetecomy.network.org>
- GALLI, A., WIEDMANN, T., ERCIN, E., KNOBLAUCH, D., EWING, B., GILJUM, S., **Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint: defining the “Footprint Family” and its Application in Tracking Human Pressure on the Planet**. Technical Document, Surrey, Reino Unido, 2011
- GALLI, A., WIEDMANN, T., ERCIN, E., KNOBLAUCH, D., EWING, B., GILJUM, S., **Integrating ecological, carbon and water footprint into a “Footprint Family” of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet**. Ecological Indicators 16, 100-112, 2012.
- GALLOPÍN, G. **Indicators and their use: information for decision making**. In: Moldan, B.; Bilharz, S. Sustainability Indicators. Chichester: Scientific Committee On Problems of the Environment - SCOPE (Report on the project on Indicators of Sustainable Development.), 1997.
- GFN - Global Footprint Network, 2010. **Footprint Basics e Overview**. <www.footprintnetwork.org> (Visitado em jun/11.).
- GILJUM, S., BURGER, E., HINTERBERGER, F., LUTTER, S., AND BRUCKNER, M. **A comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro level**. RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING, n° 55, 2011, 300–308 p.
- GINSON, R.B., 2006. **Beyond the pillars: sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making**. J. Environ. Assess. Pol. Manag. 8 (3), 259–280.
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **Diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade**. 2006, disponível em <http://www.globalreporting.org>.
- GOMES, P.R. **Indicadores ambientais na discussão da sustentabilidade: uma proposta de análise estratégica no contexto do etanol de cana-de-açúcar no estado de São Paulo**. Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- GRI – GLOBAL REPORTING INITIATIVE, **Sustainability Reporting Guidelines**, Version 3.0. GRI: Amsterdam, Holanda, 2006.
- GRI - GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **Ciclo de Preparação para Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade da GRI: Manual para Pequenas (e Nem Tão Pequenas) Organizações**. Versão em português. Séries de Aprendizagem da GRI – Caminhos. Amsterdã, 2007.

- GT GRI G3 – 2º. Grupo de Trabalho sobre a terceira geração das diretrizes para relatórios de sustentabilidade da Global Reporting Initiative; **Uma contribuição para a prática da publicação de relatórios de sustentabilidade no Brasil Relatórios de sustentabilidade no contexto brasileiro: destaques e descobertas...** 2ª Ed. SP-São Paulo. Babenko, Nov. 2008, 96 p.
- HABERL, H., ERB, K.-H., KRAUSMANN, F., GAUBE, V., BONDEAU, A., PLUTZAR, C., GINGRICH, S., LUCHT, W. AND FISCHER- KOWALSKI, M. **Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems**. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, n° 104, 2007, 12942–12947 p.
- HABERL, H., ERB, K.-H., KRAUSMANN, F., GAUBE, V., BONDEAU, A., PLUTZAR, C., GINGRICH, S., LUCHT, W. AND FISCHER- KOWALSKI, M. **Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems**. Proceedings Of The National Academy Of Science, n° 104, 12942–12947, 2007.
- HAMMOND, A. et al. **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.; ZDAN, T. (1997). **Assessing Sustainable Development**: Principles in Practice. Minnesota: Canadian Cataloguing in Publication Data, 1997, 166 p. Acessado via <http://www.iisd.org/pdf/bellagio.pdf> em 19/07/2011
- HARDIN, G. (1968). **The Tragedy of the Commons**. Science n° 162(3859), 1968, 1243–1248 p., doi:10.1126/science.162.3859.1243.
- HAUSCHILD, M. Z.; WENZEL, H.; 1997, **Environmental Assessment of Products**: Scientific Background. Kluwer Academic Publ.: Dordrecht, 1997, 2 v., 584 p.
- HELLER, L.; RIBEIRO, J. C. J. **Indicadores ambientais para países em desenvolvimento**. In: Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. San Juan, 2004, 29 v.
- HINDERINK, A. P.; VAN DER KOOI, H. J.; DE SWAAN ARONS, J. **Green Chem** n° 1, 1999, G176–180 p.
- HOEKSTRA, A.Y., **Water Neutral: Reducing and Offsetting the Impacts of Water Footprints**. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Value of Water Research Report Series No. 28, 2008.
- HUIJBREGTS, M.A.J., HELLWEG, S., FRISCHKNECHT, R., HUNGERBÜHLER, K., HENDRIKS, A.J., **Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products**. Ecological Economics 64, 798-807, 2008..
- HUNKELER D., SWARR T., KLÖPFFER W., PESONEN H-L., CIROTH A., BRENT A., PAGAN B. **Environmental life-cycle costing**: a SETAC code of practice. In: SETAC, Pensacola, FL: CRC Press, 2011.

- IISD - International Institute for Sustainable Development, 2009. **Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives**, <http://www.iisd.org/measure/compendium/searchinitiatives.aspx>.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos de desenvolvimento do milênio: relatório nacional de acompanhamento**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/download/TerceiroRelatorioNacionalODM.pdf>. 2007, acesso em: 03 março 2011.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework**. Geneva: ISO copyright office, 2006.
- IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change), **IPCC Expert Meeting on the Science of Alternative Metrics**. Meeting report, Oslo, Noruega, 2009.
- JATOBÁ, S.U.S.; CIDADE, L.C.F.; VARGAS, G.M. (2009). **Ecologismo, Ambientalismo e Ecologia Política: diferentes visões da sustentabilidade e do território**. Brasília: SOCIEDADE E ESTADO, n° 1, 2009 jan-abr, 24 v., 47-87 p.
- KHANNA, N. (2000). **Measuring environmental quality: an index of pollution**. ECOLOGICAL ECONOMICS, Amsterdam, n° 2 nov, 2000, 35 v., 191-202 p.
- KITZES, J., GALLI. **A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts**. ECOLOGICAL ECONOMICS, n° 68(7) / 1991-2007, 2009.
- KITZES, J., GALLI. **A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts**. Ecological Economics, n° 68(7) / 1991-2007, 2009.
- KITZES, J., WACKERNAGEL, M., **Answers to common questions in ecological footprint accounting**. Ecological Indicators 9 (4), 812-817, 2009.
- KLÖPPFER & CIROTH. **Is LCC relevant in a sustainability assessment?** International Journal of Life Cycle Assessment, publicado online em 08 Feb 2011.
- KLÖPPFER, W. **The role of SETAC in the development of LCA**. INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT 11 (Special Issue 1): 2006, p.116–122.
- KOGUT, B., & ZANDER, U. **Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology**. ORGANIZATION SCIENCE, n° 3(3), 1992, 383–397 p.
- KPMG, **KPMG International survey of corporate responsibility reporting 2008**, 2008. https://www.kpmg.de/docs/Corp_responsibility-Survey_2008.pdf (visitado em Nov/11)
- KRAUSMANN, F., GINGRICH, S., EISENMENGER, N., ERB, K.H., HABERL, H., FISCHER-KOWALSKI, M. **Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century**. ECOLOGICAL ECONOMICS, n° 68(10), 2009, 2696–2705 p.
- KRAUSMANN, F., GINGRICH, S., EISENMENGER, N., ERB, K.H., HABERL, H., FISCHER-KOWALSKI, M. **Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century**. Ecological Economics, n° 68(10), 2696–2705, 2009.

- KULAY, L. A., **Uso da análise de ciclo de vida para a comparação do desempenho ambiental das rotas úmida e térmica de produção de fertilizantes fosfatados.** Universidade de São Paulo, Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química. São Paulo, 2004, 314p.
- KULIG, A., KOLFOORT, H., HOEKSTRA, R., 2010. **The case for the hybrid capital approach for the measurement of the welfare and sustainability.** Ecol. Indic. 10 (2), 118–128.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico:** procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 4ª edição, São Paulo: Atlas, 1992.
- LAM, H.L., KLEME S, J.J., KRAVANJA, Z., VARBANOV, P.S., **Software tools overview: process integration, modelling and optimisation for energy saving and pollution reduction.** Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering 6 (5), 696-712, 2011.
- LUDWIG. V. S. **Protocolo de Kyoto:** compromisos incumplidos e instrumentos emergentes. Boletín Económico de ICE nº 2815. Set. 2004. Disponível em: <http://www.revistasice.info/cmsrevistas> ICE/pdfs/BICE_2815_45-59_3CCEF71A454D80CF74EB8DC04101DAB4.pdf. Acesso em: 25 fev. 2011.
- MASLOW, H.A. **Toward Psychology of Being.** 3rd edition, New York: John Wiley and Sons, 1999.
- MCGILLIVRAY, M. **Human Well-Being, Concept and Measurement.** UNU-WIDER, Studies in Development Economics and Policy. Palgrave MacMillan, 2007, 320p.
- MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development.** Hartland Four Corners: Sustainability Institute, 1998.
- MEADOWS, D.H. et al.: **Limites do crescimento,** Ed. Perspectiva, São Paulo, 1973.
- MEISTERLING, K., SAMARAS, C., SCHWEIZER, V., **Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat.** Journal of Cleaner Production 17, 222-230, 2009.
- MOLDAN, B., et al., **How to understand and measure environmental sustainability:** Indicators and targets. Ecol. Indic. (2011), doi:10.1016/j.ecolind.2011.04.033
- MOLDAN, B., JANOUSKOVÁ, S., HÁKET, T., **How to understand and measure environmental sustainability.** Ecological Indicators, 2011. doi:10.1016/j.ecolind.2011.04.033
- NYLAND, C.A.; MODAHL, I.S.; RAADAL, H.L.; HANSEN, O.J. **Application of LCA as a Decision-Making Tool for Waste Management Systems.** INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT, 2003, 8 v. (6), 331-336 p.
- OECD - ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2009. **Measuring the Progress of Societies Knowledge Base** - Inventory of Initiatives, <http://www.measuringprogress.org/knowledgeBase/>.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Core set of indicators for environmental performance reviews.** Environment Monographs nº

- 83, OECD, 1993. Disponível em: <http://www.nssd.net/pdf/gd93179.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2011.
- PARRIS, T.M., KATES, R.W., 2003. **Characterizing and measuring sustainable development**. Annu. Rev. Env. Resour. 28, 559–586.
- PINTÉR, L., et al., **Bellagio STAMP**: Principles for sustainability assessment and measurement. Ecol. Indic. (2011), doi:10.1016/j.ecolind.2011.07.001
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. (2011). Objetivos de desenvolvimento do milênio. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/odm/>>. Acesso em: 14 fev. 2011
- PROJEKTGRUPPE ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFT. **Produktlinienanalyse**: Bedürfnisse, Produkte und ihre Folgen. ISBN 3-923243-27-8. Kölner Volksblattverlag, Köln, 1987.
- QUIROGA, R. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible**: estado Del arte y perspectivas. Santiago: CEPAL nº 16, 2001.
- REDCLIFT, M. R. (2007). **Sustainable development (1987-2005)** – an oxymoron comes of age. Porto Alegre: HORIZONTES ANTROPOLÓGICOS nº 25, ano 12, jan/jun, 2007, p. 65-84 p.
- REED, M.S.; FRASER, E.D.G.; DOUGILL, A.J. (2006). **An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities**. ECOLOGICAL ECONOMICS, Amsterdam, 2006, 59 v., 406-418 p.
- REES, W. **Ecological footprints and appropriated carrying capacity**: what urban economies leaves. ENVIRONMENT AND URBANIZATION, Thousand Oaks, 1992, nº 2, 4 v., 121-130 p.
- ROBINSON, J., BRADLEY, M., BUSBY, P., CONNOR, D., MURRAY, A., SAMPSON, B., SOPER, W. **Climate Change and Sustainable Development**: Realizing the Opportunity. AMBIO, 2006, nº 35(1), 2-8 p.
- SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SCHAEFER, F., LUKSCH, U., STEINBACH, N., CABEÇA, J., HANAUER, J., **Ecological Footprint and Biocapacity, The world's Ability to Regenerate Resources and Absorb Waste in a Limited Time Period**. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2006.
- SCHMIDINGER, A. N.; NARODOSLAWSKY, M. **Life Cycle Assessment as an engineers' tool?** JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, 2008, 16 v., 245 – 252 p.
- SHANTHINI, R., CP551 **Sustainable Development, Economic, human and sustainable development Indices**, 2010 <www.rshanthini.com> (visitado dez/11.).

- SHENG, F. (1999). **Valores em mudança e construção de uma sociedade sustentável**. In: CAVALCANTI C. (Org.), Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez, 2ª edição, 1999.
- SICHE, R. **Índices versus indicadores**: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. AMBIENTE & SOCIEDADE, Campinas, 2007 jul/dez, nº 2, 10 v., 137 – 148 p.
- SMITH N.C., LENSSEN G., **Mainstreaming corporate responsibility: An introduction**. Em Mainstreaming Corporate Responsibility, Smith NC, Lenssen G (eds). Wiley: West Sussex, 2009.
- STIGLITZ, J., 2009. **Towards a better measure of well-being**. In: Financial Times, September 13.
- SustainAbility, Tomorrow's Value: **The Global Reporters 2006 Survey of Corporate Sustainability Reporting**, 2006. <http://www.sustainability.com/library/tomorrow-s-value> (Visitado em Nov/11).
- THE WORLD BANK. INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT. **World development indicators**. Washington: World Bank. 2006. Disponível em: <http://devdata.worldbank.org/wdi2006/contents/Partners.htm>. Acesso em: 12 fev. 2011.
- TURNER, G.H. **A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality**. GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE, 2008, nº 18, 397-411 p.
- TURNER, R. (1987). **Sustainable global futures**: common interest, interdependency, complexity and global possibilities. FUTURES, Amsterdam, 1987, nº5, 19 v., 574 – 582 p.
- UK POST (Parliamentary Office of Science and Technology), **Carbon Footprint of Electricity Generation**. No 268, 2006.
- UNEP - United Nations Environmental Programme, **Life Cycle Approaches: The road from analysis to practice**, 1ª edição, Paris, França, 2005.
- UNEP, **Life Cycle Approaches: The road from analysis to practice** 1ª edição, Paris, França, 2005.
- VAN BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.
- VAN DEN BERG, M.M.D.; VAN DER KOOL, H.J.; DE SWAAN ARONS, J. 1999, **A Thermodynamic Basis for Sustainability, in Proceedings of ECOS '99**, June 8–10, ed. 1999. In: M. ISHIDA, G. TSATSARONIS, M. J. MORAN AND H. KATAOKA, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, 270–275 p.
- VAN OUDENHOVEN, A.P.E., PETZA, K., ALKEMADEB, R., HEINA, L., DE GROOTA, R.S., **Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services**. Ecological Indicators, 2012, doi:10.1016/j.ecolind.2012.01.012

- VEIGA, J. E. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.
- VÖRÖSMARTY, C.J., GREEN, P., SALISBURY, J., LAMMERS, R.B. (2000) **Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth**. SCIENCE 289, 2000, 284-288 p.
- WACKERNAGEL, M., KITZES, J., MORAN, D., GOLDFINGER, S., THOMAS, M., **The Ecological Footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand**. Environment and Urbanization 18 (1), 103-112, 2006.
- WACKERNAGEL, M., REES, W.E., **Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth**. New Society Publishers, Gabriola Island, British Columbia, Canadá, 1996.
- WEISZ, H. AND LUCHT, W. **Climate Change and Sustainable Use of Resources**. Switzerland: Davos, Presentations at the World Resources Forum 2009.
- WENZEL, H.; HAUSCHILD, M.; ALTIG, L. **Environmental Assessment of Products: Methodology, Tools and Case Studies in Product Development**. London: Chapman and Hall, 1997, 1 v., 543 p.
- WIEDMANN, T., BARRETT, J.. **A greenhouse gas footprint analysis of UK Central Government, 1990-2008**. Environmental Science and Policy 14, 1041-1051, 2011.
- WIEDMANN, T., MINX, J., **A definition of 'carbon footprint'**. In: Pertsova, C.C. (Ed.), Ecological Economics Research Trends. Nova Science Publisher, Hauppauge, NY, US. Ch 1, 1-11, 2008.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. New York: Oxford University Press, 1987, 383 p.
- WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF INTERNATIONAL), **Global Footprint Network**, ZSL (Zoological Society of London), Living Planet Report. Switzerland: Gland, 2010.
- WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE. **The Greenhouse Gas Protocol**. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. Washington, DC: 2004.
- WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE. **The Greenhouse Gas Protocol**. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Washington, DC: 2011.
- WRIGHT, L.A., KEMP, S., WILLIAMS, I., **'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition**. Carbon Management 2 (1), 61e72, 2011.
- WWF Japan, GFN, **Japan Ecological Footprint Report 2009**. Tokyo, Japão, 2010.

GLOSSÁRIO

Apresenta-se aqui um glossário de termos técnicos inerentes à lógica de ciclo de vida no sentido de ampliar o universo semântico do leitor junto do vocabulário empregado usualmente pelos praticantes de ACV, bem como, de proporcionar um melhor entendimento do objeto deste trabalho acadêmico. As definições são baseadas na norma ABNT ISO 14040 (2009a) e Dewulf et al. (2000).

Antroposfera: Conjunto de organizações humanas, como, por exemplo, sociedades e comunidades, onde não há transformações de materiais ou de transportadores de energia.

Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida: Etapa da ACV que considera a avaliação e classificação dos impactos ambientais potenciais associados aos aspectos inventariados;

Carga Ambiental: parâmetro que representa a somatória de aspectos ambientais associados a uma corrente material ou energética.

Dados primários: dados coletados diretamente junto aos processos elementares que compõem o sistema de produto onde se realiza a ACV.

Dados secundários: dados obtidos em literaturas técnicas especializadas, gerados a partir de cálculos de engenharia ou de estimativas de projeto, ou ainda, coletados junto a bancos de dados de ACV já elaborados.

Ecosfera: Conjunto de processos nos quais os materiais de entrada e transportadores de energia são transformados por ações não antrópicas.

Inventário de Ciclo de Vida: Etapa da ACV que envolve a descrição e quantificação dos aspectos ambientais, econômicos e/ou sociais e dos fluxos de matéria e energia relacionados ao ciclo de vida do produto em estudo (bem ou serviço).

Lógica de Ciclo de Vida: ou Life Cycle Thinking, processo realizado na tomada de decisão que considera, na medida do possível, todos os recursos consumidos e todas as pressões ambientais e de saúde que estão associados ao ciclo de vida de

um produto, considerando-se a extração de recursos, produção, uso, reutilização, transportes, reciclagem e destinação de resíduos final.

Processo elementar: menor porção de um sistema de produto para a qual são coletados dados quando é realizada uma avaliação do ciclo de vida.

Produto: quantidade de matéria ou energia gerada por um sistema, na forma de bem ou serviço.

Rejeito: qualquer forma de matéria ou energia cuja função já tenha se esgotado, e que portanto, deve ser disposta fora das fronteiras do sistema de produto, desde que não em outro sistema de produto.

Sistema de Produto: conjunto de processos elementares coordenados entre si e compreendidos no ciclo de vida de um produto.

Tecnosfera: Conjunto de processos nos quais os materiais de entrada e transportadores de energia são transformados por ações antrópicas.

APÊNDICE A: MÉTODO DE MENSURAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – PEGADA DE CARBONO

A presente seção tem como objetivo apresentar a compreensão mais reconhecida sobre a categoria de impacto ambiental de Mudanças Climáticas. Suas causas e efeitos reconhecidos pela comunidade científica, assim como os métodos de mensuração do fator de caracterização.

A problemática das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial e a UNEP (United Nations Environment Programme) a criarem o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1990.

Mudanças Climáticas (conhecida também como Aquecimento Global) refere-se ao aumento da temperatura terrestre na baixa atmosfera causado pela presença crescente de gases de efeito estufa. Estes gases absorvem as radiações emitidas pela superfície da Terra, causando seu aquecimento. A contribuição potencial de uma substância para esta categoria é definida como Potencial de Aquecimento Global (do inglês “Global Warming Potential” - GWP), que é expresso em quilogramas de CO₂ equivalente por quilogramas de emissão (kg CO₂ eq/kg emissão). Sugerido como padrão da categoria de impacto aquecimento global pelo IPCC (2009), o GWP considera um horizonte de tempo de 100 anos.

MODELO PARA COMPREENSÃO DO CHAMADO EFEITO ESTUFA

A maior parte da energia disposta na atmosfera terrestre e na Terra proveniente do Sol é recebida na forma de radiação de curto comprimento de onda (ultravioleta e luz visível). Esta sofre reflexão ou é reemitida desde a atmosfera ou superfície terrestre na forma de radiação de comprimento de onda longa (infravermelha).

Uma parcela da radiação emitida é absorvida por gases, aerossóis e partículas dispostas na atmosfera terrestre aumentando a temperatura atmosférica. A presença de vapor d’água oferece ao efeito estufa (de ocorrência “natural”) predominância na

regulação da temperatura terrestre. Logo o vapor d'água se apresenta como o gás de maior relevância para este fenômeno, principalmente na troposfera.

O incremento da temperatura acima dos valores do equilíbrio descrito acima devido a emissões antrópicas é o foco para avaliação quantitativa da Pegada de Carbono (CE, 2007).

AGENTES CAUSADORES

As características relevantes em uma substância causadora das mudanças climáticas podem ser citadas como:

- A absorção de radiação infravermelha e tempo de vida suficiente para expressiva contribuição às mudanças climáticas;
- De origem petroquímica e, durante sua decomposição, há liberação de gás carbônico.

No caso destas emissões, apenas são consideradas aquelas que desempenham contribuição ao conteúdo da atmosfera.

Muitas das substâncias emitidas por atividades antrópicas são consideradas contribuintes das mudanças climáticas. Pode-se elencar de maior importância, em ordem, as seguintes substâncias: Dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), vapor d'água, óxido nitroso e hidrocarbonetos ligados a haletos. Outras substâncias apresentam contribuição indireta, influenciando a eficiência das citadas acima. Podendo ser citadas as seguintes: Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2).

FORÇAMENTO RADIATIVO

Segundo a definição do IPCC (2009), forçamento radiativo é a grandeza a qual mede a influência de um fator no balanço entre a energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera. Em outras palavras o forçamento radiativo é uma medida da influência

exercida na alteração do equilíbrio entre a energia que entra e a que sai no sistema citado. Um gás de efeito estufa causa um forçamento radiativo direto mediante a absorção e emissão de radiação e pode provocar um forçamento radiativo indireto mediante as interações químicas que influenciam em outros gases ou partículas de efeito estufa. O forçamento positivo tende a aquecer a superfície enquanto o forçamento negativo tende a esfriá-la.

Segundo o IPCC (2009), o forçamento radiativo calculado devido às atividades humanas é de $+1,6 \text{ W/m}^2$ com uma percentagem de mais de 90 % de confiança. E o forçamento radiativo pela radiação solar desde o ano de 1750 é de $+0,12 \text{ W/m}^2$. Esse valor de forçamento radiativo devido às atividades humanas maior do que devido às atividades naturais pode levar a conclusão que a atividade humana está gerando como consequências mudanças climáticas principalmente pela queima de combustíveis fósseis (IPCC, 2009).

FATOR DE CARACTERIZAÇÃO: POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL

O GWP para um gás de efeito estufa é calculado como a contribuição de aquecimento para uma dada quantidade (massa) de um gás dividido pela contribuição de aquecimento para uma dada quantidade correspondente (massa) de CO_2 .

O IPCC recomenda o seguinte procedimento para o cálculo de Potencial de Aquecimento Global para uma substância que contribui para o aumento do aquecimento global.

A expectativa de contribuição para o aquecimento de um gás de efeito estufa é calculado com base no conhecimento de:

- Capacidade de absorção específica de radiação infravermelha – Forçamento Radiativo Instantâneo, assumindo que a concentração da substância na atmosfera não aumenta ainda mais.
- Expectativa do tempo de vida na atmosfera.

A fórmula para o fator de equivalência de um gás é:

$$GWP = \frac{\int_0^T a_i(t) \cdot c_i(t) dt}{\int_0^T a_{CO_2}(t) \cdot c_{CO_2}(t) dt} \quad (\text{Equação A})$$

Onde $a(t)$ é o forçamento radioativo (coeficiente específico de absorção de radiação infravermelha instantâneo), $c(t)$ é a Concentração residual do gás e t é o tempo em um período de observação.

Na definição do potencial de aquecimento global (GWP) a substância de referência que foi introduzida foi o CO_2 . Desse modo o fator de caracterização é um número adimensional que expressa a força de um quilograma de gás de efeito estufa com relação à de um quilo CO_2 . Assim, embora o indicador abordado seja o forçamento radiativo infravermelho, o cálculo médio não calcula uma pontuação em $W \times \text{ano}/m^2$, mas apenas em quilogramas de CO_2 equivalente.

CO_2 foi escolhido pelo IPCC como uma substância de referência porque esta substância é de longe a mais significativa contribuinte para os efeitos de aquecimento global causado pelo homem. Como a Figura 4 expõe, a escolha do CO_2 proporcionou alguns infortuno, pois é difícil adequar ao modelo a curva de decaimento da atmosfera e o tempo de vida para CO_2 , significando que todo valor de GWP deve ser regularmente alterado porque um novo e melhor valor de tempo de residência do CO_2 foram estimados.

Figura 4: Radiação emitida por área contra Tempo após perturbação (IPCC, 2009).

O comprimento 'T' no intervalo de tempo para cada efeito de aquecimento de cada substância (perturbação) está integrado como um significado para como o GWP pesa o efeito relativo para os vários gases de efeito estufa. Se 'T' for escolhido assim toda quantidade de substância emitida poderá ser esperada, com base na média do tempo de vida, deve ser quebrada ou convertida com o intervalo de tempo, a magnitude de GWP irá refletir a contribuição total acumulada da substância para o aquecimento. Se, por outro lado, 'T' é menor que a média de vida da substância parte da contribuição para o aquecimento irá se encontrar fora do intervalo de integração, e a magnitude de GWP irá refletir somente parte da acumulação esperada de aquecimento da substância para o aquecimento. Um pequeno valor de 'T' (10-50 anos) será, portanto o peso do gás de menor duração relativamente mais pesado, enquanto para um grande valor 'T' (200-1.000 anos) será atribuído o gás de efeito estufa com maior duração e maior peso.

Isto resulta da expressão para o GWP que a escolha do 'T' é o maior significante para todas as substâncias que o tempo de vida na atmosfera difere significativamente do CO_2 . Assim, baseado na melhor estimativa de absorção de forçamento radiativo e meia-vida na atmosfera para gases de efeito estufa individual, o IPCC calculou o

valores de GWP expresso na contribuição direta da substância para o aquecimento provocado pelo homem para 20, 100 e 500 anos.

Na prática, o cálculo da contribuição para o aquecimento requer modelos de simulação da composição química da atmosfera em questão. O GWP é, portanto normalmente calculado via modelo computacionais químicos da atmosfera.

É difícil estabelecer uma metodologia única de medida global, uma vez que existem divergências entre cientistas e pesquisadores do mundo inteiro acerca das causas do aquecimento global e suas consequências. Para alguns, os sensores instalados na terra e na superfície dos oceanos mostram um aquecimento constante nas duas últimas décadas, já para outros, medidas feitas por satélites registram uma tendência ao resfriamento. Vale lembrar que o Protocolo de Kyoto (1997) não estabeleceu metodologias específicas, apenas limites a serem respeitados na emissão de gases.

ANEXO A: METODOLOGIA – PEGADA ECOLÓGICA E BIOCAPACIDADE NACIONAL

Esta seção é um trecho reproduzido a partir da descrição de Ewing et al. (2010).

CÁLCULO DA PEGADA E BIOCAPACIDADE

A Pegada Ecológica representa a biocapacidade apropriada e biocapacidade representa disponibilidade de terrenos bioprodutivos. Para qualquer tipo de uso da terra, a Pegada Ecológica (EF) de um país, em hectares globais, é dada por:

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF \quad (\text{Equação 1a})$$

Onde, P é a quantidade de um produto colhido ou a quantidade de resíduos emitidos; Y_N é o produtividade média nacional para P; e YF e EQF são os fatores de produtividade e fator de equivalência, respectivamente, para o tipo de uso da terra em questão.

A biocapacidade de um país (BC), para qualquer tipo de uso da terra, é calculada da seguinte forma:

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF \quad (\text{Equação 2})$$

Onde A é a área disponível para um determinado tipo de uso da terra.

FATORES DE PRODUTIVIDADE

Fatores de Produtividade representam diferentes níveis de produtividade, para determinados tipos de uso da terra, entre os países. O fator de produtividade fornece a comparabilidade entre os cálculos de Pegada Ecológica e biocapacidade de diversos países. Em cada ano, cada país tem um fator de rendimento de lavouras, pastagens, florestas e de pesca. Como padrão, o Fator de Produtividade para os terrenos com construções é assumido como sendo o mesmo que para lavouras, uma vez que áreas urbanas tendem a ocorrer perto ou acima das terras agrícolas mais produtivas. Fatores

naturais, como as diferenças de precipitação ou de qualidade do solo, bem como as práticas de gestão, podem sustentar as diferenças de produtividade.

O peso dos Fatores de Produtividade das áreas de terra varia de acordo com sua produtividade relativa. Por exemplo, um hectare médio de pastagens na Nova Zelândia produz mais grama do que um hectare da média mundial de pastagens. Assim, em termos de produtividade, um hectare de pasto na Nova Zelândia é equivalente a mais de um hectare de terra de pastagem média mundial, pois é potencialmente capaz de suportar uma maior produção de carne.

O fator de produtividade é a relação entre os rendimentos nacionais e a média mundial. É calculado em termos de disponibilidade anual de produtos utilizáveis. O fator de produtividade (YFL) de um país, para determinado Uso da Terra (L), é expresso por:

$$YF_L = \frac{\sum_{i \in U} A_{W,i}}{\sum_{i \in U} A_{N,i}} \quad (\text{Equação 4a})$$

Onde U é o conjunto de todos os produtos primários utilizáveis, que um determinado tipo de uso da terra produz. A_W e A_N são as áreas necessárias para fornecer, anualmente, o montante disponível daquele produto daquele país, com base na produção mundial e nacional, respectivamente. Estas áreas são calculadas como:

$$A_{N,i} = \frac{P_i}{Y_N} \quad (\text{Equação 5a})$$

$$A_{W,i} = \frac{P_i}{Y_W} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde P_i é o crescimento anual total do produto nacional e Y_N e Y_W são produções nacionais e mundiais, respectivamente. Assim, $A_{N,i}$ é sempre a área que produz dentro de um determinado país, enquanto $A_{W,i}$ é o equivalente à média mundial de produtividade para este mesmo uso de solo.

A maioria dos tipos de uso de solo, na Pegada Ecológica, fornece apenas um único produto primário, como a madeira da floresta ou na grama do pasto. Para estes, a equação para o fator de produtividade simplifica-se para:

$$YF_L = \frac{Y_N}{Y_W} \quad (\text{Equação 4b})$$

Para os tipos de uso da terra que produzem apenas um único produto, combinando as equações 4b e 1a obtendo-se a fórmula simplificada para a Pegada Ecológica, em hectares globais:

$$EF = \frac{P}{Y_w} \cdot EQF \quad (\text{Equação 1b})$$

Na prática, a área agrícola cultivada é único tipo de uso da terra em que se emprega a forma ampliada do cálculo do fator de produção.

FATORES DE EQUIVALÊNCIA

A fim de combinar as Pegadas Ecológicas ou biocapacidades de diferentes tipos de uso da terra, um segundo fator de escala é necessário. Os Coeficientes de Equivalência servem para converter a área real em hectares de diferentes tipos de uso da terra em seus equivalentes em hectares globais. Coeficientes de Equivalência e Fatores de Produtividade são aplicados em ambos os cálculos, Pegada Ecológica e Biocapacidade, para fornecer resultados consistentes e em unidades comparáveis.

Coeficientes de Equivalência traduzem a área fornecida ou demandada de um tipo específico de uso da terra (média mundial referente a lavouras, pastagens, florestas, áreas pesqueiras, terras para absorção de carbono e os terrenos com construções) em unidades médias mundiais de área biologicamente produtiva: hectares globais.

O fator de equivalência para os terrenos com construções é igual ao de terras cultiváveis, e absorção de carbono é igual ao de terras florestais. Isso reflete os pressupostos de que infraestrutura tendem a ocorrer sobre, ou perto de, terras agrícolas produtivas, e que a absorção de carbono ocorre em áreas florestais. O fator de equivalência para a área reservatórios de usinas hidrelétricas é definida como igual a um, pressupondo que os reservatórios hidrelétricos inundam terras com produtividade média mundial.

O fator de equivalência de área marinha é calculado para que as calorias obtidas pela carne bovina, produzida em um hectare global de pastos, sejam as mesmas obtidas em

um hectare global de pesca, em peixes. O fator de equivalência para as vias de água é igual ao fator de equivalência de área marinha.

Coeficientes de Equivalência estão calculados usando os índices adequados do modelo de Zonas Agroecológicas Mundiais combinadas com dados sobre as áreas das terras cultiváveis, florestas e área de pastagens da FAOSTAT (FAO and IIASA Global Agro-Ecological Zones 2000 FAO Resource STATStatistical Database 2007). O modelo GAEZ divide todo o terreno mundial em cinco categorias, calculado com base na produtividade potencial das culturas. Para todo tipo de zona é atribuído um índice de adequação quantitativa que varia de muito adequado (0,9) a não adequado (0,1).

Os cálculos dos coeficientes de equivalência pressupõem que o solo mais produtivo tem a utilização mais produtiva. Os fatores de equivalência são calculados como a razão entre o índice de aptidão média para um determinado tipo de uso da terra, dividido pelo índice de aptidão média para todos os tipos de uso da terra.

ANEXO B: PRÁTICA DA PUBLICAÇÃO DE RELATÓRIOS CORPORATIVOS DE SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

Esta seção é um trecho reproduzido a partir da descrição de GT GRI G3 (2008).

A sigla G3 trata-se da estrutura para elaboração de relatórios destinada a todos os tipos de organização. A adoção das diretrizes pelas organizações é vista como um processo gradual e de contínuo aperfeiçoamento.

A estrutura determina as seguintes etapas da elaboração do relatório:

1. Preparação
2. Conexão
3. Definição
4. Monitoração
5. Relatório

A fim de nortear a execução destas etapas, são estabelecidos alguns Princípios Orientadores da G3, modificando sensivelmente a perspectiva das empresas sobre o processo de relato e, conseqüentemente, sobre o seu produto final. A mudança incentiva que, cada vez mais, o relatório se integre com o próprio processo de gestão das empresas e deixe de ser uma iniciativa adicional, desconectada do dia-a-dia dos negócios.

Princípios para definir conteúdo:

- **Materialidade:** As informações no relatório devem cobrir temas e indicadores que reflitam os impactos econômicos, ambientais e sociais significativos da organização ou que possam influenciar de forma substancial as avaliações e decisões dos stakeholders. A materialidade define o limiar a partir do qual um tema se torna expressivo para ser incluído no relatório. Este princípio também se aplica ao uso de indicadores de desempenho, seu grau de abrangência e detalhamento.
- **Inclusão dos Stakeholders:** A organização relatora deve identificar seus stakeholders e explicar no relatório que medidas foram tomadas em resposta

aos seus interesses e expectativas procedentes. Este princípio está fortemente associado à etapa de conexão, na medida em que a empresa deve identificar quem são seus stakeholders e que tipo de interação mantém com cada um deles. A GRI recomenda refletir sobre alguns fatores para facilitar a identificação dos stakeholders: responsabilidade, influência, proximidade, dependência e representatividade. É recomendado que a empresa, ao priorizar seus esforços de engajamento, também considere quais stakeholders efetivamente utilizarão o relatório.

- **Contexto da Sustentabilidade:** Sugere-se que a organização contextualize as informações sobre seu desempenho, que: (a) aponte como sua estratégia e os riscos e oportunidades de longo prazo se relacionam com o desenvolvimento sustentável; e (b) relacione seu impacto com as condições econômicas, sociais e ambientais no contexto geográfico mais apropriado, seja ele local, regional ou global, isto é, não basta relatar o seu desempenho de forma isolada.
- **Abrangência:** A cobertura dos temas e indicadores relevantes, assim como a definição do limite do relatório, deverá ser suficiente para refletir os impactos econômicos, ambientais e sociais significativos e permitir que os stakeholders avaliem o desempenho da organização no período analisado. Este princípio refere-se a dimensões como escopo (temas de sustentabilidade), limite (unidades de negócio) e tempo (período especificado no relatório).

Princípios para assegurar a qualidade:

- **Equilíbrio:** O relatório deverá refletir aspectos positivos e negativos do desempenho da organização, de modo a permitir uma avaliação equilibrada do desempenho geral.
- **Comparabilidade:** As questões e informações deverão ser selecionadas, compiladas e relatadas de forma consistente. As informações relatadas deverão ser apresentadas de modo que permitam aos stakeholders analisar mudanças no desempenho ao longo do tempo e subsidiar análises sobre outras organizações.
- **Exatidão:** As informações deverão ser suficientemente precisas e detalhadas para que os stakeholders avaliem o desempenho da organização relatora.

- **Periodicidade:** O relatório é publicado regularmente, e as informações são disponibilizadas a tempo para que os stakeholders tomem decisões fundamentadas. Este princípio considera tanto a regularidade do fluxo de informações quanto sua atualidade.
- **Clareza:** As informações deverão estar disponíveis de uma forma que seja compreensível e acessível aos stakeholders que fazem uso do relatório.
- **Confiabilidade:** As informações e processos usados na preparação do relatório deverão ser coletados, registrados, compilados, analisados e divulgados de uma forma que permita sua revisão e estabeleça a qualidade e materialidade das informações.

ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

A seguir são descritos brevemente cada etapa e comentários auxiliares realizados pelos autores.

Primeiramente, sob os princípios de “Contexto da Sustentabilidade” e “Periodicidade”, a etapa de preparação (ou planejamento) compreende que a empresa como um todo esteja engajada no processo de elaboração do relatório, é preciso que a área responsável tenha força e voz. É importante que ela consiga engajar as outras áreas envolvidas de forma equilibrada, garantindo uma participação efetiva das diversas áreas da empresa. Um relatório enviesado, que não permeia de maneira uniforme a empresa, dificilmente fará sentido para a gestão.

O esboço do relatório começa na reunião de planejamento inicial. Nesse momento, precisam ser discutidos e definidos temas como: (a) para que públicos o relatório será destinado; (b) como será conduzido o processo; (c) quais são os recursos financeiros e humanos disponíveis; e (d) qual será o tema do relatório – fundamental para orientação do conteúdo e dos elementos gráficos que serão utilizados.

A segunda etapa, Conexão, indica que este é um momento importante para a empresa “falar e ouvir”. Nesta etapa, são identificados alguns passos importantes como a identificação dos stakeholders, sua priorização e o diálogo com os stakeholders. O

princípio da G3 associado a esta etapa é “Inclusão dos Stakeholders”. A publicação do relatório de sustentabilidade, também entendida como uma prática de transparência e de prestação de contas à sociedade.

A terceira etapa, definição, trata da seleção dos temas a serem levantados, considerando sua relevância para a empresa e para seus stakeholders. São identificados os seguintes passos: selecionar temas importantes para relatar e sobre os quais agir; elaborar uma recomendação; decidir sobre o conteúdo do relatório; estabelecer metas; e verificar os procedimentos internos e realizar mudanças. Os princípios da G3 mais explorados são o da materialidade e o da abrangência.

Além da pergunta “o que relatar?” (Princípio da Materialidade), o exercício de definir o que será publicado aborda também “sobre o que relatar” (Princípio da Abrangência). Há um protocolo da GRI que estabelece limites sobre o relato das unidades de negócios. Baseia-se no reconhecimento de que existem diferentes graus de acesso às informações e diferentes capacidades de influenciar os resultados. No entanto, todas as unidades podem ser objeto de relatório, ainda que de maneira resumida, com descrições de dilemas, divulgação sobre a forma de gestão ou dados de desempenho.

Na quarta etapa, monitoração, o relatório é desenvolvido e são coletadas e analisadas as informações. A etapa é longa e deve refletir as atividades cotidianas da organização. São identificados alguns passos importantes: verificar e monitorar os processos; garantir a qualidade das informações; e fazer o acompanhamento. Há diferentes formas de medir o desempenho de uma empresa, que podem ser qualitativas ou quantitativas. Os dados devem ser coletados regular e sistematicamente. Nesta etapa, é necessário garantir a observação dos princípios da G3 de “Equilíbrio” e “Comparabilidade”. “Exatidão”; “Clareza”; “Confiabilidade”.

Os autores identificaram três contribuições para o processo de monitoramento, que podem facilitar a inclusão da sustentabilidade entre os indicadores tradicionalmente mensurados pelas empresas: (a) Envolver as pessoas desde o início do ciclo de elaboração de relatórios, para que o monitoramento dos indicadores seja iniciado o quanto antes; (b) Desenvolver protocolos sobre o processo de levantamento de dados, para a “memória” da empresa; (c) Definir datas para o acompanhamento de metas ao

longo do período abrangido pelo relatório, mitigando assim o risco de seu não-cumprimento.

Nos últimos anos, o processo de asseguuração tem se tornado mais rigoroso em relação à qualidade do processo. Para escolher uma boa consultoria, as empresas devem definir claramente o escopo, isto é, saber o que elas querem ter assegurado. E, se fizer sentido, manter a mesma auditoria dos dados financeiros. Se, por um lado, muitas informações da demonstração contábil migram para o relatório de sustentabilidade, por outro, a auditoria pode ainda não ter o conhecimento necessário à avaliação de relatórios de sustentabilidade.

A quinta e última etapa relaciona-se à organização de todas as informações obtidas nas etapas anteriores na forma do relatório. É a fase de estruturar e redigir o documento final. Antes, porém, de iniciar a redação, é importante refletir sobre qual é o método ideal para cada grupo de stakeholders. Nesta etapa são identificados alguns passos importantes, como: escolher a melhor forma de comunicar; redigir o relatório; finalizar o relatório; publicar o relatório; e preparar-se para o próximo ciclo.

É preciso cuidado para que o relatório de sustentabilidade não seja transformado em um processo mecânico. A apresentação em formato gráfico do relacionamento entre os compromissos e práticas da empresa é um mecanismo útil no processo de conscientização. Sua representação pode perdurar nos relatórios, apresentando avanços em cada período.

DETALHAMENTO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAIS

Os indicadores de desempenho ambiental da G3 referem-se aos impactos da organização sobre sistemas naturais vivos e não-vivos, incluindo ecossistemas, solo, ar e água. São divididos nos seguintes aspectos:

- Materiais
- Energia
- Água
- Biodiversidade

- Emissões, efluentes e resíduos
- Produtos e serviços
- Conformidade
- Transporte
- Geral (proteção ambiental)

O consumo de recursos naturais, como água, energia e outros materiais, o gerenciamento de riscos ambientais e o monitoramento da emissão de poluentes e efluentes são pertinentes a todos os tipos de empreendimento e devem ser incluídos no relatório de sustentabilidade de uma organização. Mas, a seleção das informações e dos indicadores para o relatório deve se basear nos principais riscos e impactos gerados pela empresa.

Os relatórios das empresas comprometidas com a sustentabilidade devem passar por constante aperfeiçoamento e adaptação. Além de acompanhar a agenda ambiental, as empresas podem fazer as seguintes perguntas sobre o seu próprio relatório de sustentabilidade:

- As informações prestadas no relatório dizem respeito a ações além das obrigações legais, como as decorrentes de processos de licenciamento ambiental?
- Os acordos judiciais e administrativos, tais como a assunção de compromissos por meio do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) da empresa, são informados com completude? Informar o público sobre compromissos dessa natureza é um relevante sinal de transparência.
- O monitoramento de dados e a apresentação das informações estão alinhados com o estado da arte, do ponto de vista técnico e científico, relacionado à proteção ambiental nas áreas de atuação da empresa? Seguem diretrizes que sejam referências nacionais e/ou internacionais?
- Os atuais grandes desafios da humanidade e do planeta são abordados no relatório e relacionados com as atividades da empresa?

Da lista acima, os dois primeiros pontos chamam a atenção para que as empresas informem, de maneira clara e completa, a distinção entre suas iniciativas voluntárias e

aquelas que são respostas às exigências legais ou decorrentes de acordos judiciais ou extrajudiciais. O terceiro ponto, que trata do monitoramento de dados e da apresentação de informações, é fundamental para a credibilidade e comparabilidade dos relatórios de sustentabilidade. Por fim, a última pergunta abarca aspectos de relevância mundial que as empresas não podem deixar de considerar, dada a gravidade do estado do ambiente global. Atualmente, o maior desafio social e ambiental de dimensão planetária são as mudanças climáticas.

Outra forma de promover soluções ambientais são investimentos em tecnologia, em prol da eficiência no uso de recursos e da minimização de impactos ambientais. Pode-se investir em tecnologia por meio de apoio à ciência, a incubadoras e a novos negócios sustentáveis. A empresa poderá estimular o desenvolvimento sustentável se procurar engajar-se em oportunidades tecnológicas e socioambientais partindo da análise sobre a sua cadeia de valor.

Uma forma de praticar o olhar sobre a cadeia de valor é a partir das próprias demandas da empresa versus opções mais sustentáveis disponíveis no mercado. As empresas podem se perguntar: temos critérios sociais e ambientais para a compra e contratação de produtos e serviços que a empresa normalmente necessita para operar? Temos critérios sociais e ambientais no processo de seleção de fornecedores? Há um acompanhamento sobre as práticas sociais e ambientais de fornecedores regulares? O que acontece com o nosso produto após a venda? Esse tipo de abordagem permite que a empresa influencie um ciclo virtuoso em favor da sustentabilidade, na medida em que insere padrões mínimos para seus fornecedores.

EXEMPLO: INDICADOR EM FOCO: EN11

Com o intuito de instigar as empresas a irem além do que lhes é solicitado, seguem observações:

G3 DESEMPENHO AMBIENTAL

Aspecto: Biodiversidade

EN11 – Localização e tamanho da área possuída, arrendada ou administrada dentro de áreas protegidas, ou adjacentes a elas, e áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas.

Obs.: Sugere-se a leitura do protocolo deste indicador. As informações prestadas no relatório devem ir além do cumprimento das exigências do Código Florestal, de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) e de acordos judiciais, de Estudos de Impacto Ambiental – Relatórios de Impacto Ambiental (EIA-Rima) e da promoção de ações de conservação em terras privadas. Isso porque no Brasil há diversas oportunidades de ajuda a iniciativas de conservação públicas (unidades de conservação) e de ONGs, que carecem de apoio expressivo. Uma boa prática é a empresa atentar para oportunidades de engajamento em iniciativas de conservação ambiental nas comunidades em que suas operações estão instaladas.