

UNICAMP

**ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA A
AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS**

Paula Roberta de Moraes Baratella, Arq.

Vanessa Gomes da Silva, Prof. Dra.

Orientadora

Campinas – São Paulo

2011

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Arquitetura e Construção

Paula Roberta de Moraes Baratella, Arq.

Vanessa Gomes da Silva, Prof. Dra.

Orientadora

Campinas – São Paulo

2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA ÁREA DE
ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP**

B231a Baratella, Paula Roberta de Moraes
Análise do desenvolvimento de indicadores para a
avaliação de sustentabilidade de edifícios brasileiros / Paula
Roberta de Moraes Baratella. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Vanessa Gomes da Silva.
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

1. Indicadores. 2. Sustentabilidade. 3. Edifícios. I. Silva,
Vanessa Gomes da. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III.
Título.

Título em Inglês: Analysis of indicators development for sustainability assessment
of brazilian buildings

Palavras-chave em Inglês: Indicators, Sustainability, Buildings

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Marina Sangoi de Oliveira Ilha, Gilberto De Martino Jannuzzi

Data da defesa: 28/02/2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA A
AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS**

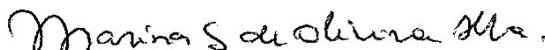
PAULA ROBERTA DE MORAES BARATELLA

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



**Prof. Dra. Vanessa Gomes da Silva
Presidente e Orientadora**

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP



Prof. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP



**Prof. Dr. Gilberto Jannuzzi
Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP**

Campinas, 28 de fevereiro de 2011

*A minha família, sempre presente, mesmo estando tão longe.
Pelo apoio, pelas orações e por acreditar.*

Agradecimentos

À Deus e à minha família, por tudo.

To my host parents, Fran and Jim Furlong, for the love and the opportunity they gave me of learning many things, especially about life.

A mi querido amigo Andrés Rutschi por el estímulo y optimismo, por su presencia en mi vida (aunque lejos) y a sus padres Adelheid y Fritz Rutschi, por la amistad, el amor y las oraciones.

À UNICAMP, por me oferecer a oportunidade e o suporte necessário para que eu possa concluir mais esta etapa da minha formação acadêmica.

À Prof. Dr. Vanessa Gomes da Silva, por sua determinação e dedicação ao tema da Construção Sustentável (fonte de inspiração), por sua amizade e pelo milagre de multiplicação de agenda que permitiu que me orientasse em meio a suas inúmeras atividades e pela confiança em meu trabalho apesar de nossa distância – SALVE SKYPE, GMAIL e DROPBOX!

A todos os professores da Graduação e Pós-graduação com os quais cursei disciplinas e, em especial aos professores doutores Gabriela Celani e Leandro Medrano, pela colaboração que permitiu que eu concluísse os créditos em tempo.

Aos membros da banca final, professores doutores Marina Sangoi de Oliveira Ilha e Gilberto de Martino Jannuzzi pelas contribuições valiosas e por aceitarem o convite para participar.

Aos funcionários da secretaria de Pós-graduação da FEC, em especial Paula, Jéssica e aos funcionários da DAC – UNICAMP pela orientação, suporte, apoio e auxílio nos momentos de desespero.

A todos os amigos que tornam a vida mais divertida e especial e pelo companheirismo valioso.

Aos colegas de trabalho, pela compreensão, colaboração e incentivo para que eu concluísse este trabalho.

Aos queridos amigos Pe. Norberto e Pe. Edson de Lima por terem acompanhado momentos especiais da minha vida profissional e pessoal e por sempre terem uma palavra sábia e confortante.

"Everything should be as simple as possible, but not simpler."

Albert Einstein

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS

PAULA ROBERTA DE MORAES BARATELLA, ARQ.

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP

RESUMO

Indicadores de sustentabilidade de edifícios são necessários para a avaliação de seu desempenho e impactos, para a definição de metas, avaliação de práticas típicas e para melhorar a qualidade da construção. No Brasil, notam-se esforços para definir indicadores de sustentabilidade nas diferentes escalas do espaço construído, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Este trabalho tem o objetivo de analisar procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de indicadores de edifícios no Brasil. Inicialmente, apesar da falta de métodos padronizados, um grupo de etapas fundamentais para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade é identificado e uma análise final busca verificar a aderência de tal processo em métodos de certificação de sustentabilidade de edifícios disponíveis no Brasil (LEEDTM e Processo AQUA).

O setor da construção é estratégico, mas também gera numerosos impactos que não podem ser ignorados. Para se movimentar em direção à sustentabilidade, a indústria da construção necessita de informação sobre seu desempenho, tendências e fatores de pressão. Um indicador é um parâmetro que provê informação e comunica fenômenos complexos de maneira simplificada, incluindo tendências e o progresso ao longo do tempo, mas, um indicador por si só não é capaz de promover a melhoria do desempenho. O estabelecimento de metas e desempenhos de referência para indicadores são igualmente necessários para a avaliação do progresso em termos de sustentabilidade e para calibrar a análise.

Em escala global, o desenvolvimento de indicadores enfrenta limitações técnicas e práticas e envolve bem mais do que a simples listagem de indicadores. A avaliação de sustentabilidade de edifícios prevê a organização de indicadores em estruturas lógicas a fim de conduzir comparações entre – e registrar a melhoria em – edifícios individuais. O Brasil necessita de um avanço sistemático e transparente no desenvolvimento de indicadores para superar desafios, especialmente aqueles relacionados aos aspectos-chave que podem sofrer alteração de foco de acordo com realidades culturais distintas e prioridades específicas.

ANALYSIS OF INDICATORS DEVELOPMENT FOR BRAZILIAN BUILDINGS SUSTAINABILITY ASSESSMENT

PAULA ROBERTA DE MORAES BARATELLA, ARQ.

Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urbanism of UNICAMP

ABSTRACT

Sustainability indicators for buildings are needed to measure its performance and impacts, to set targets, evaluate current practices and to improve the quality of construction. In Brazil, there are several efforts to define sustainability metrics for the built environment at different scales. However, they vary greatly and are defined by criteria and methodologies not necessarily replicable. This work aims to analyze methodological procedures to develop indicators at the building level in Brazil. First, despite the lack of standardized methodologies, a group of fundamental steps for developing indicators are identified and a final analysis is carried out to verify this process adherence in building sustainability assessment methods available in Brazil (LEEDTM and AQUA Process).

The construction sector is strategic but also generates numerous impacts that must not be ignored. To move forward to the sustainability, the construction industry needs information about its performance, trends and pressure factors. An indicator is a parameter that provides information and communicate complex phenomenon in a simplified manner, including trends and progress along the time, but, an indicator in itself is not able to promote performance enhancement. The establishment of goals and benchmarks for indicators are equally needed to evaluate and assess the progresses in sustainability matters and calibrate analysis.

In a global scale, indicators development faces technical and practical limitations and involves more than only listing indicators. Building sustainability assessment establishment foresees the organization of indicators in logical structures in order to conduct comparisons between – and register the improvement in – individual buildings. Brazil needs a systematic and transparent advance in indicators development to overcome challenges, specially related to key-aspects that can change focus according to cultural realities and specific priorities.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

- Figura 1.1 - Reinterpretações da Agenda 21 relacionadas ao setor de construção (CIB/UNEP-IETC, 2002). 3
- Figura 1.2 - Construção sustentável: novo posicionamento num contexto global (baseado em HUOVILA, 1999; CIB 1999). 4
- Figura 1.3 - Escalas de ação das principais iniciativas de organização de indicadores ambientais/de desenvolvimento sustentável/de sustentabilidade (Atualizado, a partir de SILVA, 2007). 6
- Figura 1.4 - Sequenciamento de etapas de desenvolvimento e sua relação com os capítulos do trabalho. 7

CAPÍTULO 2 – CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

- Figura 2.1 – Questões e desafios da construção sustentável. 19

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

- Figura 3.1 - Dos dados à informação (SEGNESTAM, 2002). 37
- Figura 3.2 - Pirâmide de informação: versões que representam a teoria e a realidade com respectivos tipos de público alvo. (a partir de SEGNESTAM, 2002; SIDS, 2007; HAMMOND et al, 1995). 38
- Figura 3.3 - Estrutura Pressure-State-Response Framework (PSR) (OECD, 2003). 43
- Figura 3.4 - Estrutura Driving force-State-Response Framework (DSR) adotada inicialmente pela CSD (DESA, 2001). 45
- Figura 3.5 - Estrutura Pressure-State-Impact-Response Framework (PSIR) (SEGNESTAM, 2002). 46
- Figura 3.6 - Estrutura Driving forces-Pressure-State-Impact-Response Framework (DPSIR) (a partir de HÄKKINEN, 2001 e SEGNESTAM, 2002). 47
- Figura 3.7 – Modelo do gráfico Indicator Diamond para a apresentação do progresso alcançado frente às metas do Millennium Development Goals (MDGs) (remodelado a partir de MDGs, 2009). 66

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO EM USO NO BRASIL

- Figura 6.1 – Diagrama de combinações de pontuação de preocupações para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na subcategoria FCAV, 2007). 140

Figura 6.2 – Diagrama de combinações de pontuação de preocupações para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na subcategoria (FCAV, 2007).	140
Figura 6.3 – Diagrama de combinações de pontuação de subcategorias para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na categoria (FCAV, 2007).	141
Figura 6.4 – Diagrama de combinações de pontuação de subcategorias para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na categoria (FCAV, 2007).	141
Figura 6.5 – Exemplo fictício de perfil QAE (FCAV, 2007).	145
Figura 6.6 – Exemplo genérico de apresentação dos resultados da certificação AQUA por meio de um perfil ambiental do empreendimento (FCAV, 2007).	145
Figura 6.7 – Pontos totais possíveis e pontos por categoria (USGBC, 2010).	153

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Tabela 2.1 - Alguns dos principais eventos relacionados à construção sustentável (2000 – 2010). (Atualizado a partir de SILVA, 2003).	11
Tabela 2.2 – Atores e seus respectivos interesses e objetivos nas diferentes etapas do processo construtivo. (Elaborado a partir da CIB, 1999 e UNEP, 2003).	20

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Tabela 3.1 - Seleção entre as principais iniciativas internacionais de desenvolvimento de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável (esfera das nações) (adaptado e atualizado a partir de SILVA, 2007a)..	32
Tabela 3.2 - Terminologia referente ao conceito de indicador de sustentabilidade entre outros termos relacionados (a partir de SILVA, 2007a; EEA, 2005; SIDS, 2000 e SEGNESTAM, 2002).	36
Tabela 3.3 – Principais vantagens e limitações quanto ao uso de indicadores. (adaptado e complementado a partir de SEGNESTAM, 2002).	39
Tabela 3.4 - Principais grupos de modelos conceituais e estruturas analíticas desenvolvidos para organizar indicadores ambientais ou de DS (<i>a partir de IISD, 2005; SIDS, 2007; SILVA, 2007a e SEGNESTAM, 2002. Divisão entre modelos analíticos e estatísticos segundo a OECD (2001b).</i>	42
Tabela 3.5 – Tipologia da estrutura analítica PSR e suas variações (<i>a partir de OECD, 2003; SILVA, 2007a).</i>	44
Tabela 3.6 - Tipologias de indicadores adotadas por diferentes estruturas e iniciativas.	50
Tabela 3.7 – Principais critérios para seleção indicadores ou indicadores-chave (<i>a partir de EEA, 2005; OECD, 2003; SILVA, 2007a; ISO 14031, 1999; SEGNESTAM, 2002 e SILVA, 2003).</i>	56
Tabela 3.8 – Ferramentas de auxílio à análise de indicadores de sustentabilidade. (<i>Complementado a partir de SEGNESTAM, 2002).</i>	63

CAPÍTULO 4 – INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

Tabela 4.1 - Iniciativas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor da construção.	73
Tabela 4.2 – Indicadores potenciais para medir a sustentabilidade na construção (GUY; KILBERT, 1998).	76
Tabela 4.3 – SB Core: indicadores, unidades de medida e método de avaliação (SEO; FOLIENSTE; TUCKER, 2009).	83

Tabela 4.4 – Principais metodologias para a avaliação ambiental ou da sustentabilidade de edificações (<i>a partir de BARATELLA, SILVA, 2003; SILVA, 2007a</i>).	103
Tabela 4.5 – Áreas-chave para a abordagem da sustentabilidade (USGBC, 2010).	109
Tabela 4.6 – Evolução do sistema LEED (1996 a 2010) (<i>a partir de COLE, 2006; USGBC, 2010</i>).	110
Tabela 4.7 – Categorias da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) consideradas no Processo AQUA (FCAV, 2007).	112

CAPÍTULO 5 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

Tabela 5.1 - Especificidades para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios.	116
--	-----

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO EM USO NO BRASIL

Tabela 6.1 - Framework do instrumento de avaliação SGE.	120
Tabela 6.2 - Framework do instrumento de avaliação QAE.	122
Tabela 6.3 - Framework do sistema de certificação LEED TM 2009 (LEED, 2010).	148
Tabela 6.4 - Níveis de classificação do LEED TM (USGBC, 2010).	154

CAPÍTULO 7 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tabela 7.1 - Resumo de aspectos-chave relacionados ao desenvolvimento de indicadores pelos sistemas de certificação em uso no Brasil.	159
Tabela 7.2 - Comparação dos créditos e indicadores respectivamente adotados por LEED TM e Processo AQUA com aqueles selecionados por organizações internacionalmente.	169
Tabela 7.3 – Comparação das estruturas temáticas do LEED TM e do Processo AQUA com temáticas prioritárias listadas por organizações internacionalmente.	174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil</i>
AQUA	<i>Alta Qualidade Ambiental</i>
ANTAC	<i>Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Brasil</i>
BEQUEST	<i>Building Environmental Quality Evaluation for Sustainability through Time, Europa</i>
BEPAC	<i>Building Environmental Performance Assessment Criteria, Canadá</i>
BRE	<i>Building Research Establishment, Reino Unido</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method, Reino Unido</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, Japão</i>
CBCS	<i>Conselho Brasileiro de Construção Sustentável</i>
CEPAL	<i>Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe</i>
CFC	<i>Clorofluorcarbono</i>
CH₄	<i>Gás metano</i>
CIB	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
CIRIA	<i>Construction Industry Research and Information Association, Reino Unido</i>
CO₂	<i>Dióxido de carbono</i>
CRISP	<i>Construction Related Sustainability Indicators</i>
CSD	<i>United Nations Commission on Sustainable Development (Comissão das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável)</i>
CSTB	<i>Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, França</i>
DEFRA	<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i>
DESA	<i>Department of Economic And Social Affairs - United Nations Division for Sustainable Development</i>
DETR	<i>Department of the Environment, Transport and the Regions, London</i>
DPSIR	<i>Framework Driving Force-Pressure-State-Impact-Response (Estrutura de organização de indicadores segundo força indutora-pressão-estado do ambiente-impacto-resposta)</i>
DSR	<i>Framework Driving force-State-Response (Estrutura de organização de indicadores segundo força indutora-estado do ambiente-resposta)</i>
DTI	<i>Department of Trade and Industry</i>
EEA	<i>European Environment Agency, Europa</i>

ELETRORBRAS	<i>Centrais Elétricas Brasileiras S.A</i>
EPCEU	<i>European Parliament and the Council of the European Union</i>
EU	<i>European Union</i>
EUROSTAT	<i>Statistical Office of the European Community, Europa</i>
FCAV	<i>Fundação Carlos Alberto Vanzolini</i>
FDES	<i>Framework for the Development of Environment Statistics (Estrutura para desenvolvimento de estatística ambiental)</i>
FISD	<i>Framework for Indicators of Sustainable Development (Estrutura para indicadores de desenvolvimento sustentável)</i>
GBC	<i>Green Building Challenge</i>
GEA	<i>Global Environmental Alliance for Construction</i>
GHG	<i>Greenhouse Gases (Substâncias causadoras de efeito estufa)</i>
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
HCFC	<i>Hidroclorofluorcarbono</i>
HFC	<i>Hidrofluorcarbonetos</i>
HK-BEAM	<i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method, China</i>
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil</i>
IETC	<i>International Environmental Technology Centre</i>
iisBE	<i>International Initiative for Sustainable Built Environment</i>
IISD	<i>International Institute for Sustainable Development</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISSD	<i>International Institute for Sustainable Development</i>
JSF	<i>Japan for Sustainability</i>
LCA	<i>Life Cycle Analysis ou Life Cycle Assessment</i>
LEED™	<i>Leadership in Energy and Environmental Design, Estados Unidos</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
NO_x	<i>Óxidos de Nitrogênio</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
ONU	<i>Organização das Nações Unidas</i>
PAC	<i>Programa de Aceleração do Crescimento, Brasil</i>
PCC/EPUSP	<i>Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil</i>
PFC	<i>perfluorcarbonetos</i>

PIB	<i>Produto interno bruto</i>
PNUMA	<i>Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente</i>
PROCEL	<i>Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica</i>
PSIR	<i>Framework Pressure-State-Impact-Response</i>
PSR	<i>Framework Pressure-State-Response (Estrutura de organização de indicadores segundo pressões-estado do ambiente-resposta)</i>
QAE	<i>Qualidade Ambiental do Edifício</i>
SB	<i>Sustainable Building</i>
SBCI	<i>Sustainable Building & Climate Initiative</i>
SF₆	<i>Hexafluoreto de Enxofre</i>
SGE	<i>Sistema de Gestão do Empreendimento</i>
SIDS	<i>Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável</i>
SO_x	<i>Óxidos de Enxofre</i>
TRACI	<i>Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts</i>
UFSC	<i>Universidade Federal de Santa Catarina</i>
UNCED	<i>United Nations Conference on Environment and Development / Earth Summit (Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento)</i>
UNCSD	<i>United Nations Commission on Sustainable Development (Comissão das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável)</i>
UNDP	<i>United Nations Development Programme</i>
UNSD	<i>United Nations Division of Sustainable Development</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
UN-HABITAT	<i>United Nations Human Settlements Programme</i>
UNICAMP	<i>Universidade Estadual de Campinas, Brasil</i>
UNSD	<i>United Nations Statistical Division</i>
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
UNSTAT	<i>United Nations Statistical Division</i>
USGBC	<i>U.S. Green Building Council, Estados Unidos</i>
USP	<i>Universidade de São Paulo</i>
VTT	<i>Technical Research Centre of Finland, Finlândia</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
WSSD	<i>World Summit on Sustainable Development</i>

SUMÁRIO

RESUMO	<i>vii</i>
ABSTRACT	<i>viii</i>
LISTA DE FIGURAS	<i>ix</i>
LISTA DE TABELAS	<i>xi</i>
LISTA DE ABREVIATURAS	<i>xiii</i>

<u>1</u>	<u>INTRODUÇÃO</u>	<u>1</u>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA	1
1.1.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, MUDANÇA CLIMÁTICA E AGENDA 21	1
1.1.2	INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DE SUSTENTABILIDADE	5
1.2	OBJETIVOS	6
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	7
<u>2</u>	<u>CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</u>	<u>9</u>
2.1	INTRODUÇÃO	9
2.2	CONSTRUÇÃO CIVIL: PAPEL, IMPACTOS E POTENCIAL	12
2.3	CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E DESAFIOS PARA ALCANÇAR A SUSTENTABILIDADE	15
2.4	O PAPEL DOS GOVERNOS PARA MELHORAR O DESEMPENHO DA CONSTRUÇÃO	21
2.4.1	O PANORAMA BRASILEIRO E OS DESAFIOS	24
<u>3</u>	<u>DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE</u>	<u>31</u>
3.1	INTRODUÇÃO	31
3.2	INDICADORES: CONCEITO, UTILIDADE, APLICAÇÕES E LIMITAÇÕES	34
3.3	ESTRUTURAS ANALÍTICAS (<i>FRAMEWORKS</i>) E TIPOLOGIA	40
3.4	ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	50
3.4.1	DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES	52
3.4.2	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	53
3.4.3	COLETA DE DADOS: DISPONIBILIDADE, CREDIBILIDADE E CUSTOS	58
3.4.4	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	61

3.4.5	FERRAMENTAS PARA APRESENTAÇÃO	64
3.4.6	DIVULGAÇÃO DA INFORMAÇÃO	67
4	<u>INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES</u>	69
4.1	INTRODUÇÃO	69
4.2	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES	70
4.3	ESPECIFICIDADES DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES	84
4.4	METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES	100
4.4.1	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DISPONÍVEIS NO BRASIL	108
5	<u>ABORDAGEM METODOLÓGICA</u>	115
5.1	METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO EM USO NO BRASIL	117
6	<u>ANÁLISE DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO EM USO NO BRASIL</u>	119
6.1	PROCESSO AQUA	119
6.1.1	IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES	119
6.1.2	ASPECTOS RELACIONADOS AOS INDICADORES SELECIONADOS	135
6.1.3	ASPECTOS RELACIONADOS À COLETA DE DADOS	137
6.1.4	ASPECTOS RELACIONADOS À ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	138
6.1.5	ASPECTOS RELACIONADOS À APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	144
6.1.6	ASPECTOS RELACIONADOS À DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	145
6.2	SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED	146
6.2.1	IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES	146
6.2.2	ASPECTOS RELACIONADOS AOS INDICADORES SELECIONADOS	151
6.2.3	ASPECTOS RELACIONADOS À COLETA DE DADOS	152
6.2.4	ASPECTOS RELACIONADOS À ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	153
6.2.5	ASPECTOS RELACIONADOS À APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	157
6.2.6	ASPECTOS RELACIONADOS À DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	158

<u>7</u>	<u>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u>	<u>159</u>
7.1	SOBRE A ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES	160
7.2	ASPECTOS RELACIONADOS À SELEÇÃO DE INDICADORES	165
7.3	ASPECTOS RELACIONADOS À COLETA DE DADOS	177
7.4	ASPECTOS RELACIONADOS À ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	177
7.5	ASPECTOS RELACIONADOS À APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	179
7.6	ASPECTOS RELACIONADOS À DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	180
7.7	RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA LEVANTADAS NESTE TRABALHO	180
<u>8</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	<u>185</u>
8.1	FUTURAS OPORTUNIDADES DE PESQUISA	191
<u>9</u>	<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>193</u>

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

1.1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, MUDANÇA CLIMÁTICA E AGENDA 21

O conceito de desenvolvimento sustentável foi oficialmente divulgado em 1987 pela *World Commission on Environment and Development (WCED*¹), responsável pela publicação *Our Common Future*², relatório que marcou o início de um processo que faria do desenvolvimento sustentável um importante assunto da agenda global e que cunhou a definição que se tornaria clássica (BRUNTLAND, 1987):

"Desenvolvimento que atenda as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades."

A formulação do conceito, no entanto, emergiu ainda nos anos 70 durante discussões que alertavam para a exploração irracional do ambiente pelo homem, enfocando a preocupação com os impactos do desenvolvimento econômico no contexto ambiental. Em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo, que instituiu o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*PNUMA*³), anunciou que as questões ambientais já haviam se tornado o alvo de políticas sócio-econômicas, em nível global.

Nas décadas seguintes, iniciativas importantes para o estabelecimento de metas ambientais globais, como as convenções que produziram os Protocolos de Montreal⁴ (1987) (UNITED NATIONS, 1987) e Kyoto⁵ (1997) (FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2002) foram responsáveis por um forte impulso na busca pelo desenvolvimento sustentável.

¹ *World Commission on Environment and Development*. Também conhecida como *Comissão Brundtland*, em menção a Gro Harlem Brundtland, coordenadora dos trabalhos e então Primeira-Ministra da Noruega.

² Amplamente conhecido como *Brundtland Report*, também em menção a Gro Harlem Brundtland.

³ Órgão das Nações Unidas, o PNUMA estimula a cooperação entre nações e atores no processo de enfrentamento de problemas ambientais comuns de modo a equilibrar interesses e promover o desenvolvimento global sustentável.

⁴ O *Protocolo de Montreal* (UNITED NATIONS, 1987) limitou a liberação de CFCs e halogêneos, principais agressores da camada de ozônio, ao nível de consumo calculado para 1986. Há emendas e ajustes adotados posteriormente.

⁵ O *Protocolo de Kyoto* (FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2002), formulado na UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), define metas legais para a redução de emissões combinadas de gases causadores do efeito estufa, especificamente: CO₂, CH₄, N₂O, gases PFC, gases HFC e SF₆, por parte de diversos

Atualmente, há evidências⁶ de que o tempo necessário para uma transição racional e bem planejada para um sistema sustentável esteja se esgotando rapidamente (GEO, 2000). Nota-se, globalmente, que o consumo de reservas vitais de recursos naturais e humanos tem ocorrido bem mais rápido do que estes podem se recompor ou se reproduzir. E que, jamais, áreas tão grandes de florestas e biodiversidade foram extirpadas ou degradadas. Alterações climáticas⁷, potencializadas devido ao aumento de emissões de gases do efeito estufa, podem resultar em cenários catastróficos para a humanidade. Ainda, espera-se que a população aumente em 2.6 bilhões nos próximos 45 anos atingindo 9.1 bilhões em 2050 (UNITED NATIONS, 2005), exigindo um novo modelo de desenvolvimento.

Por isso, a busca pela sustentabilidade, em todas as suas dimensões, já penetrou de forma definitiva as discussões sobre as direções futuras e o progresso de todos os setores da sociedade. A *dimensão social* demanda sociedades justas, com oportunidades para o desenvolvimento humano e níveis aceitáveis de qualidade de vida. A *dimensão econômica* propõe o acesso equilibrado a recursos e oportunidades com prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente correto e sem infringir direitos humanos básicos. A *dimensão ambiental* defende o equilíbrio entre o uso e a proteção de recursos naturais para que o planeta continue a oferecer uma qualidade de vida aceitável (CIB/UNEP-IETC, 2002). A *dimensão institucional* aborda a estrutura e o funcionamento de instituições (SIDS, 2000).

Esta mudança de paradigma teve sua principal expressão de comprometimento global com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*UNCED*⁸) realizada no Rio de Janeiro, em 1992, quando foi formulada a Agenda 21 (UNITED NATIONS, 1992) - um plano de ações abrangente para aplicação global, nacional e local para fomentar, em longo prazo, um novo modelo de desenvolvimento, padrões de produção e consumo.

Iniciou-se, então, um processo de re-interpretação da Agenda 21 em escalas e contextos específicos, inclusive no da *construção civil* (Figura 1.1). Particularmente, a indústria da construção contribui de maneira majoritária para o desenvolvimento sócio-econômico em

países industrializados. Entre 2008 e 2012 as emissões devem ser pelo menos 5% inferiores aos níveis de 1990. O Brasil comprometeu-se a reduzir suas emissões a 8% abaixo dos níveis de 1990 até 2012.

⁶ As áreas nevadas já diminuíram cerca de 10% desde a década de 60 (DTI, 2003). E, com base em simulações, estima-se que glaciares terão uma redução de 60% em seu volume até 2050 (IPCC, 2008).

⁷ Estima-se, que até o fim deste século, a superfície do planeta aqueça entre 1.4°C e 5.8°C e que, globalmente, até o ano de 2080, cerca de 20% das áreas costeiras alagáveis tenham desaparecido em função do aumento do nível dos oceanos (IPCC, 2002), uma vez que as projeções para este aumento entre as últimas décadas dos séculos XX e XXI são da ordem de 0.18 a 0.59m (IPCC, 2008).

⁸ *United Nations Conference on Environment and Development*. Também conhecida como *Earth Summit* e *ECO'92*.

todos os países (UN-HABITAT, 1996) e suas atividades são responsáveis pelo uso de quantidades substanciais de recursos e pela produção de resíduos (CIB, 1999). Assim, o *construbusiness*⁹, um dos setores de maior expressão em qualquer economia, tem um papel fundamental no atendimento de metas para o desenvolvimento sustentável das nações.

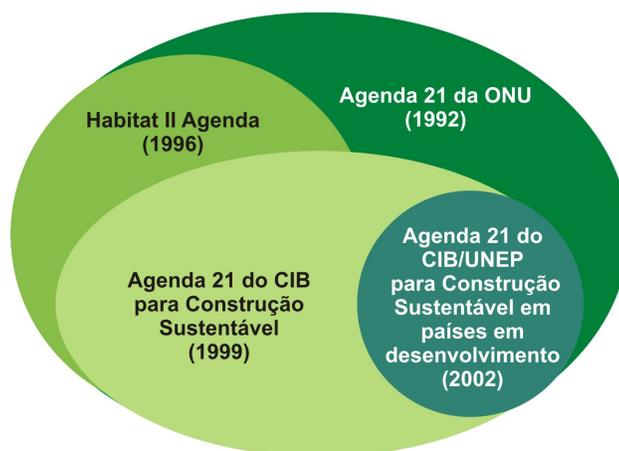


Figura 1.1 - Reinterpretações da Agenda 21 relacionadas ao setor de construção (CIB/UNEP-IETC, 2002).

Entre as interpretações relevantes para o setor da construção estão: a *Agenda Habitat II*¹⁰ formulada na Conferência das Nações Unidas em Istambul no ano de 1996; a *CIB*¹¹ *Agenda 21 on Sustainable Construction* (CIB, 1999), resultado de um extenso processo de pesquisa colaborativa (1995-1998¹²) que aborda, entre outros, alternativas para a redução do impacto de edifícios ao longo do seu ciclo de vida e a *CIB/UNEP*¹³ *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries* (CIB/UNEP-IETC, 2002).

A Agenda 21 para a construção sustentável foi formatada como uma base analítica conceitual e define um elo entre o conceito global de desenvolvimento sustentável e o setor da construção a partir de um novo posicionamento (Figura 1.2). No entanto, grande parte das contribuições para esta publicação veio de países desenvolvidos de forma que muitas das

⁹ Termo criado pela indústria da construção brasileira para auxiliar a sua organização política. O conceito corresponde ao macrocomplexo da construção civil, que inclui a indústria de construção em si e todos os segmentos industriais indiretamente ligados a suas atividades (JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V., 2001).

¹⁰ Plano de ação internacional que define obrigações e recomendações referentes a Assentamentos Humanos - tema discutido especificamente no Capítulo 7 da Agenda 21.

¹¹ *International Council for Research and Innovation in Building and Construction.*

¹² O período de três anos de trabalhos e pesquisas culminou com o *CIB World Congress* em Gävle, Suécia (1998) e teve como tema central a Construção e o Meio Ambiente.

discussões e soluções foram delineadas e conduzidas a partir da visão dos países que compõem o denominado primeiro mundo.



Figura 1.2 - Construção sustentável: novo posicionamento num contexto global (baseado em HUOVILA, 1999; CIB 1999).

A Agenda 21 para construção em países em desenvolvimento (CIB/UNEP-IETC, 2002) refina e define sustentabilidade¹⁴ como a condição ou estado que permitiria a existência continuada da raça humana ao prover uma vida segura, saudável e produtiva em harmonia com a natureza e valores culturais e espirituais locais, e parte da premissa que questões como habitação adequada, rápida urbanização e falta de infraestrutura apresentam problemas e realidade sócio-cultural normalmente radicalmente diferentes das nações desenvolvidas e exige um posicionamento distinto, com prioridades e estratégias de ação específicas para tais contextos.

A conferência *Sustainable Building 2000*, realizada na Holanda, marcou, finalmente, o início da integração de países em desenvolvimento ao grupo de trabalho responsável pela continuidade da implementação da Agenda 21. Em 2002, na Conferência Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WSSD¹⁵), realizada em Johannesburgo, África do Sul, foi publicada a Agenda 21 para a construção sustentável destinada a países em

¹³ *United Nations Environment Programme.*

¹⁴ Ainda há debates acerca da melhor definição para os termos *sustentabilidade* e *desenvolvimento sustentável*. Neste trabalho, adota-se a definição apresentada por CIB/UNEP-IETC (2002) tanto para o termo *sustentabilidade* quanto para as dimensões do desenvolvimento sustentável.

¹⁵ *World Summit on Sustainable Development.*

desenvolvimento. Este documento, endereçado especificamente às condições de países com economia em transição, despertou países da América Latina, Ásia e África.

Importantes contribuições para a discussão de uma Agenda 21 adaptada ao macrocomplexo da indústria da construção civil nacional foram propostas por John *et al.* (2000) e John, Silva e Agopyan (2001¹⁶) acrescentando uma discussão inicial de agenda social aos três blocos da Agenda 21 do CIB (1999). Posteriormente, Silva *et al.* (2002) e Silva (2003) propuseram a organização da agenda setorial nos moldes do padrão internacional de relato de sustentabilidade¹⁷, em que as três dimensões da tradicional “*triple bottom line*”¹⁸ são complementadas por uma dimensão institucional, devido à carência de instrumentos normativos, de ações político-governamentais e de maior articulação de estratégias setoriais.

1.1.2 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DE SUSTENTABILIDADE

As agendas fornecem uma direção de atuação, mas sua implementação prática especificamente prevê e requer o estabelecimento ou construção de métricas para avaliação do progresso em direção às metas nelas estabelecidas.

Indicadores de sustentabilidade surgiram primeiro na esfera das nações, em resposta à Agenda 21 (Capítulo 40¹⁹) e a demanda inicial por indicadores estava prioritariamente atrelada à definição e implementação de políticas ambientais e seus efeitos sobre o estado do meio ambiente. Mas, métricas são necessárias em todos os níveis (Figura 1.3), pois podem não só apontar o caminho como também mostrar se e de que maneira ocorre o movimento da sociedade, do setor da construção, de uma organização e da produção de edificações em direção às metas nacionais de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003).

¹⁶ Nesta discussão, sintetizam-se aspectos fundamentais como melhoria da qualidade e durabilidade das construções, redução de resíduos de construção e aumento no uso de reciclados; uso racional de água e energia; melhoria da qualidade do ar interno e; habitação, infra-estrutura e serviços sanitários.

¹⁷ Dado pela Agenda 21 da ONU.

¹⁸ Termo que embasa a definição de desenvolvimento sustentável relacionando-o a responsabilidades econômica, ambiental e social. Propõe que os benefícios decorrentes do desenvolvimento, venham não somente pela satisfação dos atores em relação ao aumento dos lucros, mas também pelo incremento do desempenho social e ambiental (DTI, 2004).

¹⁹ O capítulo 40 da Agenda 21 (UNITED NATIONS, 1992) afirma que indicadores de desenvolvimento sustentável (nacionais, regionais e globais) são necessários para orientar a tomada de decisões e que esforços neste sentido deveriam permitir a incorporação de um conjunto apropriado de tais indicadores em relatórios e bases de dados comuns, regularmente atualizados e amplamente acessíveis.



Figura 1.3 - Escalas de ação das principais iniciativas de organização de indicadores ambientais, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade (Atualizado, a partir de SILVA, 2007a).

No Brasil, notam-se esforços para definir ou selecionar indicadores de sustentabilidade do ambiente construído, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis (SILVA, 2007a). Não há, formalmente, propostas sistematizadas de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios que permitam a cooperação e orientem a coleta de informações para a formação de uma base de dados que posicione o desempenho de diversas tipologias no país.

Quaisquer propostas devem considerar, porém, que indicadores e metas definidos em esferas de avaliação mais restritas (edifício ou ambiente construído), ainda que possuam especificidades próprias frente à diferentes contextos, devem alinhar-se àqueles definidos em âmbito nacional e mundial, dentre os quais se destacam os desenvolvidos por iniciativas recentes, referenciais e relevantes como: *ISO International Organization for Standardization (ISO/TC59/SC17)*, *Sustainable Building Alliance – SB Alliance* e, *UNEP Sustainable Building and Climate Initiative (UNEP/SBCI)*.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é analisar procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de indicadores para a avaliação de sustentabilidade e sua aplicação à escala da edificação, com enfoque especial no contexto brasileiro. Para que este objetivo maior seja alcançado, dois objetivos específicos devem ser também atendidos, dedicados a:

1. *Identificar e sistematizar uma sequência metodológica para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (numa escala ampla) e,*
2. *Frente à metodologia sistematizada, identificar aspectos-chave para melhor considerar especificidades associadas ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade na escala do edifício.*

Atingidos os objetivos específicos, têm-se os subsídios necessários para se conduzir a atividade exploratória central de análise²⁰ dos atuais métodos de avaliação de sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil (LEEDTM e Processo AQUA) quanto ao desenvolvimento de indicadores, destinada a responder às seguintes questões de pesquisa: (a) *É possível identificar que os sistemas de certificação analisados seguiram uma metodologia para o desenvolvimento dos indicadores que usam?;* (b) *Isto garante que as avaliações serão adequadas? e;* (c) *Quais aspectos ampliariam a chance de sucesso no contexto brasileiro?*

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A estruturação desta dissertação segue uma sequência lógica de etapas às quais se relacionam os capítulos do trabalho, conforme o diagrama apresentado na figura 1.4.



Figura 1.4 – Sequenciamento de etapas de desenvolvimento e sua relação com os capítulos do trabalho.

²⁰ A análise é integralmente fundamentada em informações contidas em documentos de acesso público disponibilizadas nos sites oficiais dos sistemas analisados.

O *Capítulo 1* apresenta um panorama geral sobre o tema tratado neste trabalho, fundamenta e justifica sua relevância. O *Capítulo 2* estimula reflexões sobre o impacto e a importância estratégica do setor da construção civil para o desenvolvimento sustentável e os desafios quanto ao desenvolvimento e uso de indicadores neste contexto.

No *Capítulo 3* é realizada uma revisão da literatura para conceituar e revelar o estado da arte sobre indicadores de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade e outros termos relevantes além de identificar e discutir procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (Objetivo específico 1). Faz-se uma abordagem dos aspectos mais técnicos (*definições conceituais, estruturas analíticas e critérios de seleção*), bem como dos aspectos mais práticos (*disponibilidade, qualidade e coleta de dados, diversidade de temas e níveis analíticos e meios para a comunicação e divulgação de resultados*) relacionados ao desenvolvimento de indicadores.

O *Capítulo 4* relaciona as principais iniciativas para o desenvolvimento de indicadores na escala da edificação e metodologias para a avaliação de sustentabilidade de edifícios internacionalmente. Adicionalmente, por meio de uma análise crítica, traça-se um paralelo para a identificação de aspectos-chave que permitem a adequação ou o aumento do enfoque das etapas do desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (Objetivo específico 1) às especificidades associadas a escala do edifício (Objetivo específico 2).

No *Capítulo 5* é apresentada a metodologia proposta para a análise do desenvolvimento dos indicadores utilizados em dois sistemas de avaliação de sustentabilidade de edifícios em uso no país (LEEDTM e Processo AQUA). Em seguida, no *Capítulo 6*, é conduzido o processo de análise central quanto ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios. O *Capítulo 7* traz as discussões dos resultados da análise realizada, enquanto o *Capítulo 8* reúne as principais considerações e aponta as prioridades para continuidade da pesquisa. As referências utilizadas no trabalho estão listadas no *Capítulo 9*.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.1 INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento sustentável coloca o ambiente construído numa posição estratégica. O setor¹ da construção é de vital importância em qualquer sociedade e, questões como habitação adequada, infraestrutura para transporte, comunicação, abastecimento de água e saneamento, energia, atividades comerciais e industriais que atendam às necessidades de uma população crescente se colocam como um grande desafio.

Adicionalmente, o setor é responsável por uma contribuição fundamental para qualquer nação, constituindo um dos principais pilares para o desenvolvimento econômico e bem estar social. Do ponto de vista econômico, destaca-se pela quantidade de atividades envolvidas em seu ciclo de produção e operação e do ponto de vista social, pela capacidade de absorção da mão-de-obra. Por outro lado, ambos, o ambiente construído e o processo de construção têm numerosos impactos ambientais e sociais que não podem ser ignorados. Com base neste panorama, a indústria da construção e o ambiente construído devem ser considerados como áreas-chave para a promoção do desenvolvimento sustentável em qualquer sociedade. Assim, entende-se que, não é possível promover o desenvolvimento sustentável sem construção sustentável (CIB, 1999).

Neste sentido, a *Agenda 21 on Sustainable Construction*, resultado de um processo iniciado pelo CIB em 1995 que envolveu a cooperação de associações internacionais para a análise profunda sobre as direções futuras e os meios ideais para incrementar a pesquisa e inovação em edifícios e na construção, mostrou-se um instrumento consensual para auxiliar a guiar trabalhos focados em implementar princípios de sustentabilidade no setor da construção.

O reconhecimento da importância do setor construtivo para que o desenvolvimento sustentável possa ser efetivamente atingido, tem mobilizado vários grupos de trabalho para o investimento em pesquisas a fim de introduzir o tema da sustentabilidade no processo. No entanto, para se movimentar rumo à sustentabilidade, a indústria da construção necessita de

¹ O setor da construção civil é aqui compreendido como o setor da construção propriamente dito (edificações, obras viárias e construção pesada), acrescido dos segmentos fornecedores de matérias-primas e equipamentos para a construção e

informação. Informação sobre seu desempenho em determinado momento, sobre as tendências e fontes de pressão (WALSH, 2002).

De fato, verifica-se que a utilização de ferramentas para a avaliação da sustentabilidade do ambiente construído, bem como de indicadores tem se intensificado. Um crescente número de metodologias utilizadas para simplificar a informação de caráter técnico ou científico na forma original ou agregada surge em diversos países e tais métricas são necessárias para permitir a comunicação de informações de forma sintética com a preservação do essencial dos dados originais (SIDS, 2000). Porém, é preciso que haja um avanço sistemático e transparente para o desenvolvimento de indicadores que, por um lado relatem as ansiedades do desenvolvimento sustentável e por outro que sejam definidos com rigorosidade, especialmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

Reorientar o planejamento, políticas e padrões de produção no setor da construção civil rumo ao horizonte sustentável tem sido o objetivo de muitas conferências, eventos (Tabela 2.1) e atividades, projetos e programas² que já produzem um trabalho sério e reconhecem a necessidade por informação de melhor qualidade e conhecimento sobre condições do ambiente, tendências e impactos.

Entende-se, portanto, que indicadores são necessários no setor da construção, pois podem não só apontar o caminho como também mostrar de que maneira ocorre o movimento da sociedade e da indústria, de uma organização e da produção de edifícios em direção às metas de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003) e, para suprir tal lacuna é preciso, entre outros, coletar dados novos e confiáveis, desenvolver novas pesquisas em relação a modelos conceituais para indicadores, metodologias e indicadores atualizados frente a uma revisão do papel e impacto do setor construtivo (SEGNESTAM, 2002).

dos setores de serviços e distribuição ligados à construção. Inclui profissionais de obras, administração, gerenciamento, contratados ou terceirizados, clientes, usuários, projetistas e especialistas na operação, reforma e demolição.

² Uma extensa lista de projetos e programas em nível nacional e internacional relacionados à construção sustentável pode ser encontrada no site da http://www3.hku.hk/mech/sbe/web_links/suslinks-project.htm.

Tabela 2.1 – Alguns dos principais eventos³ relacionados à construção sustentável (2000 – 2010) (atualizado a partir de SILVA, 2003).

Ano	Organização	Evento	Local
2000	NOVEM/CIB	Sustainable Building 2000 (SB 2000)	Maastricht, Holanda
	ANTAC	VIII Encontro Nacional de Tec. do Ambiente Construído (ENTAC)	Salvador, Bahia, Brasil
	PCC.EPUSP/CIB	CIB Symposium on Construction and Environment	São Paulo, Brasil
	ISIAQ	Healthy Buildings 2000	Espoo, Finlândia
	CIB W62	26th Water Supply & Drainage for Buildings	Rio de Janeiro, Brasil
2001	DAC/FEC/UNICAMP	ENCAC	Campinas, Brasil
	ANTAC	II Encontro Nacional (ENECS) e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (ELECS)	Canela, Brasil
	PLEA ⁴	XVIII International Conference on Passive and Low Energy Architecture	Florianópolis, Brasil
	ASHRAE ⁵	IAQ 2001	São Francisco, EUA
	IBPSA ⁶ Brasil	Building Simulation 2001	Rio de Janeiro, Brasil
	CIB W62	27th Water Supply & Drainage for Buildings 2001	Portoroz, Slovenia
2002	Nações Unidas	World Summit on Sustainable Development (Rio+10)	Johannesburg, África do Sul
	Bigforsk/iiSBE/CIB	Sustainable Building 2002 (SB02)	Oslo, Noruega
	IAIAS ⁷	Indoor air 2002	Monterey, EUA
	CIB W62	28th Water Supply and Drainage for Buildings	Iasi, Romania
2003	ANTAC	III Encontro Nac. (ENECS): Edificações e Comunidades Sustentáveis	São Carlos, Brasil
	CIB/Brisbane City council	International Conference on Smart & Sustainable Built Environment – SASBE (Queensland Univ. / Salford Univ. / Carnegie Mellon Univ.)	Brisbane, Austrália
	PLEA	XIX International Conference on Passive and Low Energy Architecture	Santiago, Chile
	ISIAQ ⁸	Healthy Buildings 2003	Singapura
	IBPSA	Building Simulation 2003	Eindhoven, Holanda
2004	CIB W62	29th Water Supply and Drainage for Buildings	Ankara, Turquia
	ANTAC/CIB/iiSBE	ENTAC/ciaCS 04 (SB04 regional)	São Paulo, Brasil
	ASHRAE	IAQ 2004	Tampa, EUA
	GBC	USGBC Green Building International Conference and Expo	Portland, Oregon
2005	CIB/iiSBE/OECD18/I EA19/UIA20	Sustainable Building 2005 (SB05)	Tóquio, Japão
		EcoBuild America	Orlando, Florida, USA
		GreenBuild 2005, International Conference & Expo	Georgia, USA
	Bigforsk/iiSBE/CIB	SB05 Sustainable Building 2005 and Green Building Challenge (GBC)	Tokyo, Japan
2006	GBC	USGBC Green Building International Conference and Expo	Denver, USA
		Ecobuild 2007: Designing & Building a Sustainable Future	Earls Court 2, London
2007	GBC	USGBC Green Building International Conference and Expo	Los Angeles, Califórnia
	Bigforsk/iiSBE/CIB	SB08 Sustainable Building 2005 and Green Building Challenge (GBC)	Melbourne, Australia
	GBC	USGBC Green Building International Conference and Expo	Boston, Massachussets
2009		Ecobuild 2009: Exhibition and Conference	Earls Court, London
	CIB/Brisbane City council	SASBE 09: 3rd CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environments	Delft
	GBC	USGBC Green Building International Conference and Expo	Phoenix, Arizona
		U.S - China Green Tech Summit	Beijing, China
		Middle East Green Buildings 2009	AbuDhabi, Emirados Árabes
2010		4th International Renewable Energy Storage Conference IRES 2009	Berlim, Alemanha
		Building Energy Conference -Northeast Sustainable Energy Association	USA (anual, desde 2000)
		Ecobuild: Exhibition and Conference - Ecobuild 2010	Earls Court, London
	CIB	CIB World Congress 2010	Reino Unido
	www.cesb.cz	CESB10 Central Europe Towards Sustainable Building: From Theory to Practice	Praga, República Checa
	iiSBE www.sb10.fi	SB10 Finland: Sustainable Community - buildingSMART	Espoo, Finlândia
	www.sb10.nl/	Toward 0-Impact Buildings and Environments: The Euregion Facing a 2nd Transition	Maastricht, Holanda
	iiSBE /CIB	SB10 Brazil - Instrumenting Change	São Paulo, Brasil

³ Listas ainda mais extensas de eventos previstos podem ser encontradas nos sites <http://www.bre.co.uk/events.jsp> e <http://www.cibworld.nl/site/sb10-11conferences.html>.

⁴ Passive and Low Energy Architecture. Ocorre anualmente, desde 1997, em diferentes localidades.

⁵ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

⁶ International Building Performance Simulation Association

⁷ International Academy of Indoor Air Sciences

⁸ International Society of Indoor Air Quality and Climate

2.2 CONSTRUÇÃO CIVIL: PAPEL, IMPACTOS E POTENCIAL

O aumento da necessidade por construções em curto prazo, renovações e inovações tanto em função de demandas demográficas, reestruturações ou mesmo de adaptações frente aos efeitos da mudança climática, requer uma indústria da construção criativa, efetiva e sustentável. A construção civil tem um papel importante na produtividade de sociedades e organizações e também na segurança e saúde das pessoas. Infraestruturas, incluindo edificações, são responsáveis por cerca de 80% da riqueza nacional em países europeus. (CIB, 2008) e constituem fator crítico para o crescimento de qualquer nação.

As contribuições econômicas do setor construtivo são consideráveis. Estima-se que cerca de um décimo da economia global seja dedicada ao projeto, construção, equipagem e operação do ambiente construído e que o setor consuma cerca de um quarto do suprimento mundial de madeira, minerais, água e energia (DTI, 2006). A construção é responsável por mais de 50% do investimento de capital na maior parte das nações. Ela gera cerca de 7% dos empregos mundiais (28% de empregos na indústria) com uma força de trabalho representada por cerca de 111 milhões de pessoas, 74% dos quais em países de baixa renda. Países em desenvolvimento contabilizam 23% da atividade construtiva global – em outras palavras, a indústria da construção é a maior responsável por gerar empregos em países mais pobres (UNEP, 2003).

Em cada país, o ambiente construído normalmente representa mais da metade do capital real e a construção uma parte representativa do PIB - por exemplo, de 10-12% na União Européia e 12% nos Estados Unidos (UNEP, 2003). De tempos em tempos, em certos países, este valor pode chegar a um quarto do PIB. Somente na União Européia conta com cerca de 30 milhões de empregados, constituindo o maior setor industrial isolado (CIB, 1999).

No Brasil, o setor da construção civil tem papel fundamental para consolidar a estabilidade do crescimento da economia uma vez que eleva a geração de postos de trabalho e renda, e elimina gargalos sociais e econômicos (infra-estrutura nacional e urbana e moradia). Segundo dados do IBGE, a participação da construção civil no valor adicionado do PIB (que exclui impostos), rendeu as seguintes taxas entre os anos 2000 e 2008, respectivamente: 5,5%; 5,3%; 5,3%; 4,7%; 5,1%; 4,9%; 4,7%; 4,8%; 5,15%. Ou seja, nos últimos anos a construção civil foi responsável por cerca de 5% do crescimento total da economia brasileira (INVESTNEWS, 2009).

Por outro lado, a indústria da construção, particularmente a construção, operação e demolição de edifícios, provavelmente representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Os produtos da construção civil implicam em alterações na natureza, na função e aparência de cidades e áreas rurais. Esse processo de produção de infraestrutura consome recursos, energia e gera resíduos. Diferentes tipos de poluição são gerados no processo construtivo: resíduos de materiais, ruídos, emissões de gases do efeito estufa, contaminantes liberados na atmosfera, no solo e na água. Isso sem abordar questões como a saúde e segurança do pessoal empregado no setor ou que utilize seus produtos e até mesmo dos próprios usuários ou ocupantes de edificações.

O estoque construído tem um ciclo de vida bastante longo e forma parte considerável do ambiente cotidiano. Estima-se que passamos cerca de 80 a 90% de nosso tempo em ambientes construídos e em veículos (UNEP, 2003) e, quando comparados com outros produtos industriais, edifícios e infraestruturas representam uma exceção uma vez que são bens duráveis (de longa duração). Estruturas construídas hoje terão uma vida útil de 80 anos, em média. Isso significa que o projeto, por exemplo, de um edifício comercial ou viaduto terá repercussões num longo período de tempo em relação ao desempenho de sua estrutura física e aos impactos ambientais que irá causar.

Entre as consequências ambientais da construção civil, a mais significativa é o consumo de energia e outros recursos. A construção consome cerca de metade de todos os recursos extraídos da natureza pelo homem sendo que, nos países-membros da OECD, o setor da construção em sua definição ampla (incluindo produção e transporte de materiais de construção) utiliza entre 25-40% de toda a energia consumida (chegando a 50% em alguns países) (UNEP, 2003) e na união européia, edifícios são responsáveis por mais de 40% da energia total consumida e estima-se que o setor seja ainda responsável por gerar 30% das emissões de CO₂ e 40% de todo o resíduo sólido (CIB, 1999).

No Brasil, a capacidade de suprimento energético aumentou, com dificuldades, metade do que cresceu a demanda entre 1990 e 2000. Tal crescimento, notável em todos os setores, demonstra uma clara tendência de maiores crescimentos nos próximos anos. Edifícios possuem papel central neste cenário, uma vez que estoques construídos de edifícios residenciais e comerciais são responsáveis por 48% do consumo de eletricidade no país (SILVA; ILHA; SILVA, 2008).

Tais estimativas, no entanto, não consideram a energia incorporada que pode ser calculada para produtos da construção e (com dificuldade) para as próprias edificações. Este conceito, que data da década de 70, é essencial para as discussões relacionadas a ciclo de vida e objetiva calcular quanto de energia é utilizada para a produção de um determinado item, pois a transformação de muitos dos materiais brutos da construção em manufaturados tem particularmente altas demandas energéticas. Essa preocupação deve-se ao fato de que a indústria da construção é uma consumidora em potencial de produtos manufaturados com grande quantidade de energia incorporada como ferro, aço, cimento, vidros e materiais sintéticos. E, mediante o uso de materiais em larga escala o setor construtivo contribui para a redução dos recursos não renováveis.

Os maiores vilões em termos de mudança climática incluem os materiais que formam a base da construção civil moderna – concreto e aço. Em todo o mundo o concreto é utilizado duas vezes mais do que qualquer outro material de construção. A produção do cimento é, depois da queima de combustíveis fósseis, o maior contribuinte antropogênico para as emissões de gases que causam o efeito estufa. E, ainda que o cimento constitua apenas de 12-14% da mistura final do concreto, há ainda a energia incorporada no transporte e extração de agregados e, no caso de concreto armado, a produção do aço (CIB/UNEP-IETC, 2002). A questão energética é de tal modo estratégica e crucial para a sociedade atual a ponto de se considerar que o desafio em relação ao uso de combustíveis fósseis é um desafio de como resolver a questão energética e que o problema da mudança climática é um problema relacionado à questão energética (MACKAY, 2008). As soluções, especialmente na construção civil, devem ser focadas na redução do uso de energia, em todos os níveis e etapas.

Os impactos e consequências do processo construtivo foram ainda pontuados pela *European Network BEQUEST*⁹ 2000 e fundamentaram o trabalho da rede CRISP¹⁰ na estruturação de seus indicadores de acordo com a temática do desenvolvimento sustentável. Incluem impactos (HÄKKINEN *et al.*, 2002): (a) **ambientais**: uso de recursos naturais e energia, poluição do meio ambiente, uso do solo, impactos sobre a biodiversidade, odores e ruídos; (b) **econômicos**: desenvolvimento econômico e financeiro, serviços urbanos e comunitários,

⁹ Building Environmental Quality Evaluation for Sustainability through Time – Rede de trabalho européia.

¹⁰ Construction Related Sustainability Indicators

produção e consumo e; (c) **sociais**: acessibilidade, segurança, saúde e bem estar, responsabilidades comunitárias, capacidades humanas e monumentos culturais.

Incrementos dos sistemas humanos, demográficos e conseqüentemente, do ambiente construído, causam impactos e reforçam questões sobre como suprir as necessidades inerentes ao desenvolvimento global de forma a manter o equilíbrio frente a recursos finitos. Se os padrões atuais não forem alterados, a expansão do ambiente construído irá destruir ou alterar ambientes naturais e a vida selvagem em mais de 70% da área superficial da Terra no ano de 2031, motivada principalmente pelo crescimento populacional, pela atividade econômica e urbanização (UNEP, 2003).

Desenvolvimento e sustentabilidade podem, a princípio, parecer expressões contraditórias, mas devem ser perseguidos conjuntamente caso o objetivo seja viver confortavelmente hoje e no futuro sem aniquilar a saúde do planeta. Considera-se que a urgência e escala da questão desafiam antigos paradigmas e demandam novos posicionamentos. Mas acredita-se que o setor da construção civil pode contribuir imensamente para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos ao permitir que os impactos positivos que produz sejam alcançados de maneira mais sustentável. Reformular a imagem da construção civil globalmente e, especialmente no Brasil, é algo prioritário e urgente.

2.3 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E DESAFIOS PARA ALCANÇAR A SUSTENTABILIDADE

O conceito de desenvolvimento sustentável não é novo, o que é relativamente novo é a articulação de idéias em torno desta problemática com base científica e num contexto de sociedade globalizada, pós-industrial e da informação (DTI, 2004). No entanto, segundo a DEFRA *Survey of Public Attitudes to Quality of Life and to the Environment*, estima-se que apenas 34% dos habitantes do planeta já tenham ouvido falar em desenvolvimento sustentável (DEFRA, 2002).

O setor da construção é uma parte importante e estratégica da indústria para o atingimento do desenvolvimento sustentável. E, de fato, um grande número de estratégias sustentáveis tem sido apresentado por parte deste setor recentemente. Muitas buscam desenvolver um entendimento comum acerca das questões que envolvem o conceito de construção sustentável e apresentar avanços efetivos, com padrões e metas de desempenho definidas. No entanto, para se obter uma construção de alto desempenho e baixo impacto, é vital

incorporar princípios sustentáveis desde as primeiras fases de projeto (UNEP, 2003) e isto requer uma mudança de paradigma.

O termo *construção sustentável* adota diferentes abordagens¹¹ e prioridades nos diversos países. Alguns deles identificam as questões econômicas, sociais e culturais como parte do panorama da construção sustentável, mas a ênfase em geral se concentra em impactos ambientais (biodiversidade e tolerância do meio natural e dos recursos). O problema da pobreza, do subdesenvolvimento e equidade social também surge algumas vezes como parte das definições.

A definição sugerida por Kilbert na Primeira Conferência Internacional sobre Construção Sustentável em Tampa, Flórida, em 1994, pode ser considerada a primeira tentativa para a conceituação mais precisa do termo (KILBERT, 1994):

“Construção sustentável é a criação e o gerenciamento responsável do ambiente construído com base em princípios ecológicos e na eficiência de recursos”.

Apesar de concisa, tal definição é generalística e, em certos casos, considerada vaga e ambígua (CIB, 1999). De fato, construção sustentável significa que os princípios do desenvolvimento sustentável são aplicados no ciclo do sistema construtivo, desde a extração e beneficiamento de materiais, planejamento, projeto e construção de edifícios e infraestrutura até a fase final de demolição e gerenciamento de resíduos gerados (CIB/UNEP-IETC, 2002). Sob a perspectiva do ciclo de vida, implica não somente em projetos ambientalmente orientados, mas também em procedimentos de operação e manutenção ambientalmente responsáveis.

No entanto, o conceito de construção sustentável agora transcende a sustentabilidade ambiental para abarcar a sustentabilidade econômica e social, que enfatiza possíveis ganhos de valor na qualidade de vida de indivíduos e comunidades por meio da contribuição para a redução da pobreza, com a criação de ambientes de trabalho saudáveis e seguros, com a distribuição equilibrada de encargos sociais e benefícios das construções, facilitando a criação de empregos, desenvolvendo recursos humanos e agregando benefícios financeiros para alavancar comunidades.

¹¹ A CIB Working Commission W82 verificou que há grande divergência sobre questões que envolvem o desenvolvimento sustentável e o futuro da construção entre países, com diferenças acentuadas entre economias de mercado desenvolvidas, economias em transição (emergentes) e países em desenvolvimento (CIB, 1999).

A consideração de aspectos não-técnicos (sustentabilidade social, econômica e cultural), bem como políticos deve ser estimulada por países que tenham como prioridade a luta contra a exclusão social. Essa mudança de foco, ou ampliação da pluralidade da abordagem deve contribuir no sentido de auxiliar países em desenvolvimento a enfrentar de modo mais produtivo os desafios colocados pelo desenvolvimento sustentável de acordo com suas realidades, dado que as contradições sociais, econômicas e culturais são as reais causas de seus problemas ambientais (CIB/UNEP-IETC, 2002).

Paralelamente, o entendimento ou interpretações sobre a sustentabilidade em edifícios e na construção civil tem tido diferentes posicionamentos ao longo dos anos (CIB, 1999): o foco inicial na questão de recursos limitados, especialmente energia e, em como reduzir impactos no meio ambiente, mudou nas duas últimas décadas para enfatizar aspectos mais técnicos relativos a materiais, componentes de edificações, tecnologias construtivas e conceitos de projeto relacionados à questão energética. E, especialmente nos últimos anos, a atenção se voltou também para as questões não técnicas, também chamadas “*soft issues*” como aspectos sociais, econômicos e mais recentemente os culturais surgiram como prioritários para a construção sustentável.

Neste contexto, a expressão *Green Building*¹² foi então cunhada para englobar todas as iniciativas dedicadas à criação de construções que utilizem recursos de maneira eficiente, com claro foco em uso de energia, que sejam confortáveis e que tenham maior longevidade, adaptando-se às mudanças das necessidades dos usuários e permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem (SILVA, 2007c).

Atualmente, a construção sustentável é vista como o meio pelo qual a indústria da construção deverá identificar questões e responder aos desafios (Figura 2.1) em direção ao desenvolvimento sustentável em seus diversos aspectos ambientais, socioeconômicos e culturais. E, os principais eixos de atuação para a incorporação de medidas mais sustentáveis (CIB, 1999), bem como os respectivos desafios são considerados os seguintes:

¹² Frequentemente utilizada erroneamente em alternância com a expressão *Sustainable Building*. O termo *green* refere-se exclusivamente à dimensão ecológica (ou sustentabilidade ambiental) da construção sustentável, que é um conceito mais abrangente e que contempla ainda as dimensões social e econômica.

(a) Gerenciamento e organização: é um ponto-chave para a construção sustentável que envolve aspectos técnicos, legais, econômicos e políticos e um grande número de atores. As principais barreiras para o progresso nesta área envolvem a inércia profissional e institucional em defender o *status quo*, a pouca compreensão dos problemas por parte dos profissionais da construção, a inadequação dos veículos de comunicação (que prejudicam a participação dos atores interessados), a defasagem do mercado, a insuficiência de dados, a falta de comunicação de dados existentes, a falta de clientes e a insegurança política.

(b) Produtos e edificações: diz respeito à sustentabilidade funcional e desempenho técnico de produtos e edifícios. Relaciona-se à otimização de características de acordo com clima, cultura, tradições e estágio de desenvolvimento do local e ao desenvolvimento de estratégias para melhorar o desempenho da sustentabilidade - como estruturas para a avaliação de desempenho de edifícios - pois aumentando o número e parâmetros e explorando indicadores adequados, métodos de avaliação de desempenho devem induzir melhores performances do produto final. No que diz respeito a materiais, é importante a redução das quantidades de energia incorporada ao produto, de emissões, e maior capacidade de reparação e reciclagem.

(c) Consumo de recursos: inclui medidas para economia de energia, redução e reciclagem e os principais desafios são o estabelecimento de medidas de conservação de energia, programas de *retrofit*¹³, minimização da necessidade de transporte, economia de materiais ao longo do ciclo de vida, de água e uso do solo.

(d) Impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável: a provisão de infraestrutura, edificações e utilidades são recursos prioritários para nações, comunidades e negócios, mas é preciso mitigar ou reduzir seus impactos.

¹³ *Retrofit* consiste em conservar a estrutura original do edifício, acrescentando a ela materiais e equipamentos modernos e difere substancialmente da simples restauração ou reforma. Muito utilizado na Europa e nos Estados Unidos, tem o objetivo de revitalizar antigos edifícios, aumentando sua vida útil, por meio da incorporação de tecnologias modernas e utilização de materiais avançados.



Figura 2.1 – Questões e desafios da construção sustentável.

Para atingir um objetivo em comum, a indústria da construção e a sociedade podem colaborar em diferentes linhas, como por exemplo, ao produzir sob conceitos eco-eficientes e sustentáveis, reutilizando materiais e reduzindo impactos e o uso intensivo de recursos. As estratégias traçadas não podem desconsiderar, no entanto, o conceito de ciclo de vida – LCA¹⁴ de materiais, edificações e serviços, para descrever e disseminar seus impactos entre aqueles com a capacidade de influenciar escolhas no processo construtivo.

O uso de energia gerada a partir de fontes alternativas, por exemplo, já toma uma nova perspectiva em casos onde se aplicam novos conceitos de *low-energy*, *minimum-energy* e *passive buildings* (EPCEU, 2002). O desafio para projetistas e construtores é criar e implementar tais conceitos em edifícios novos bem como traçar diretrizes para a renovação eficiente dos existentes. De fato, o potencial para aumentar a eficiência energética em

¹⁴ LCA ou *Life-Cycle Analysis* é um método internacionalmente aceito para avaliar impactos ambientais provenientes de processos de manufatura ou produtos. Os principais objetivos de um LCA são: dar um panorama das interações de processos com o ambiente tão completo quanto possível; contribuir com o entendimento sobre a natureza ampla e

edificações é maior em edifícios novos e é também mais econômico. No entanto, a adequação do estoque construído é de extrema importância, especialmente diante da necessidade do atingimento de metas em relação à economia e redução de gases do efeito estufa (CIB, 2008). Edifícios comerciais energeticamente eficientes, por exemplo, auxiliam empresários a se tornarem mais competitivos ao reduzir custos de operação. O edifício eficiente reduz a emissão de gás carbônico e, conseqüentemente, ameniza efeitos do aquecimento global (DTI, 2004).

A indústria da construção é ampla, complexa e diversificada, abrange uma vasta quantidade de interesses e atividades e, a “construção” per se é apenas parte do processo de construção sustentável cuja abordagem holística e multidisciplinar inclui as estruturas e infraestruturas construídas, os processos para construí-los e um grande número de atores envolvidos (Tabela 2.2) nas diversas etapas do processo, desde o planejamento, a operação até a fase de demolição do ambiente construído.

Tabela 2.2 – Atores e seus respectivos interesses e objetivos nas diferentes etapas do processo construtivo (elaborado a partir de CIB, 1999 e UNEP, 2003).

Etapas	Implantação/ Projeto	Construção/ Manutenção	Uso	Demolição/ Desmontagem
Atores	Empreendedores Proprietários Arquitetos e engenheiros Instituições financeiras Autoridades governamentais	Proprietários Arquitetos e engenheiros Contratantes Empresas de suprimentos Trabalhadores Instituições financeiras Autoridades governamentais	Proprietários Usuários e moradores Empresas Gerenciadoras Pessoal de operação e manutenção Autoridades governamentais	Contratantes Empresas de reciclagem, recuperação, incineração e aterros Autoridades governamentais
Ações e interesses afetam:	(b) Institutos internacionais (c) Governos locais (d) Clientes e projetistas Em relação à: uso do solo, de materiais, água, energia; estética, transporte e mobilidade	(a) Produtores de materiais (c) Governos locais (d) Clientes e projetistas Em relação à: materiais de construção, produtos químicos, energia, água, força de trabalho e equipamentos	(a) Produtores de materiais (c) Governos locais (d) Clientes e projetistas Em relação à: produtos químicos, energia, água e força de trabalho	(a) Produtores de materiais (c) Governos locais (d) Clientes e projetistas Em relação à: produtos químicos, energia, água, força de trabalho e equipamentos
Impactos e riscos	Alterações da paisagem Padrões de transporte Desempenho da construção	Riscos associados à extração e transformação de recursos, resíduos, erosão por escoamento, ruídos, tráfego, poeira, emissão e descarte de poluentes	Emissões no ambiente interno, resíduos sólidos e efluentes líquidos, aquecimento e refrigeração, gases do efeito estufa, compactação e contaminação do solo, tráfego	Resíduos, ruídos, poeira, descarte de materiais perigosos, poluição do solo, água e ar ao incinerar ou descartar materiais em aterros
	(a) Responsáveis por melhorar o desempenho ambiental da cadeia de suprimentos. (b) Responsáveis por questões de sustentabilidade globais e nacionais como qualidade do ar, da água, consumo de energia, redução do aquecimento global e o desenvolvimento de políticas e planos. (c) Cuidam do planejamento, uso do solo e implementação da Agenda 21. (d) Responsáveis pela redução do consumo de energia e recursos não renováveis nos edifícios, sendo os projetistas, em especial, responsabilizados por aumentar o uso de materiais reciclados em edificações.			

independente de conseqüências ambientais de atividades humanas e; prover, aos tomadores de decisão, informações objetivas e que identifiquem oportunidades de melhorias ambientais (SILVA *et al.*, 2000).

Muitos dos atores envolvidos no processo construtivo e de desenvolvimento necessitam de informações e diretrizes baseadas em indicadores para aperfeiçoar práticas tradicionais e a qualidade da construção. Portanto, indicadores de sustentabilidade constituem um gargalo no progresso rumo a construções e cidades sustentáveis sendo indispensáveis para o estabelecimento preciso de critérios de sustentabilidade e para medir o desempenho da indústria da construção e do ambiente construído.

Do mesmo modo, tomadores de decisão e formuladores de políticas públicas necessitam de indicadores para avaliar estratégias e soluções do ponto de vista técnico e econômico a fim de promover a melhoria da qualidade de vida paralelamente ao crescimento da eficiência no uso de recursos. E, a complexidade que envolve a interação entre a construção e o meio ambiente demonstra que esforços conjuntos são fundamentais para restaurar o equilíbrio entre os ambientes natural e construído. Definitivamente, a construção sustentável deve ser a resposta, por parte da indústria da construção, do governo e da sociedade para o conceito de desenvolvimento sustentável neste segmento.

2.4 O PAPEL DOS GOVERNOS PARA MELHORAR O DESEMPENHO DA CONSTRUÇÃO

Muitas tensões envolvem o debate global sobre sustentabilidade. Especialmente porque demanda mudanças fundamentais em longo prazo na ordem econômica mundial e nas relações de poder, nos modelos de desenvolvimento, práticas produtivas, atitudes frente a recursos e estilos de vida. O desenvolvimento sustentável requer não somente uma economia estável e competitiva, mas também o reposicionamento do mercado e uma atuação pró-ativa do governo, por isso, os aspectos político e legal já são considerados como novas dimensões neste contexto.

A crise ambiental global é o resultado de um modelo econômico que favorece a expansão de estruturas de produção em massa, cuja relação predatória junto ao meio ambiente e inerente desigualdade social se manifestam num cenário de grande concentração de renda e exclusão social (CIB/UNEP-IETC, 2002). Por outro lado, a experiência na construção civil tem demonstrado que os saltos nos níveis mínimos de desempenho aceitáveis dependem necessariamente de alterações nas demandas do mercado, sejam elas voluntárias ou originadas de exigências normativas (SILVA, 2007c).

Instrumentos econômicos são meios pelos quais a intervenção do governo para o desenvolvimento sustentável pode funcionar diretamente com a colaboração e apoio do

mercado. O tipo mais comum de instrumento econômico é a taxaço que influencia preços e pode incentivar ações sustentáveis (DETR, 2000). Neste contexto, indicadores são também instrumentos importantes pelo seu potencial de revelar tendências e o curso do progresso realizado em estágios recentes (HÄKKINEN *et al.*, 2002). Assim, evidenciam problemas emergentes e voltam a atenção à efetividade das políticas e legislação nas áreas em questão.

Diante deste panorama, é preciso repensar a construção conjuntamente, com o governo, indústria e clientes, num esforço para promover uma mudança radical e melhorar o desempenho do setor. Há desafios para alcançar certos níveis de eficiência e qualidade, mas normas e legislação adequadas ao lado do monitoramento e de avaliações de desempenho permitirão o acompanhamento do progresso em direção às metas estabelecidas por meio do uso de indicadores. Assim, empresas individuais, cadeias de suprimentos ou projetos identificarão pontos fortes e fracos.

O papel do governo e do setor público para melhorar o desempenho da construção no Reino Unido foi relatado no documento *NAO Report*¹⁵ que destaca a economia obtida por boas práticas na atividade da construção deste governo. Dentre as recomendações para atitudes governamentais relevantes para a construção sustentável estão (DTI, 2006):

- a) Considerar o desenvolvimento de um plano de ação que cubra todos os aspectos da atividade construtiva e, em particular, o desenvolvimento de indicadores de desempenho apropriados como redução de emissões de gás carbônico e resíduos, uso de água e energia e bem estar de operários;
- b) Basear decisões projetuais em valores sustentáveis do ciclo de vida utilizando uma estrutura de tomada de decisão robusta que relacione custos fim, sociais e ambientais (impactos);
- c) Avaliar o desempenho operacional e pós-ocupacional dos projetos a fim de alcançar excelência em metas estratégicas da construção e valores de ciclo de vida, incluindo desempenho econômico e oferecimento de melhores serviços;
- d) Aplicar as lições aprendidas em futuras experiências da construção e;

¹⁵ NAO – National Audit Office Report in Construction, 2005, “*Improving Public Services through Better Construction*” (HC 364-1 Session 2004-05). O NAO publicou ainda o “*Sustainable Building on Government State*”, um estudo que examina se as edificações públicas do governo do Reino Unido são projetadas e construídas para ser sustentáveis.

e) Incentivar produtores de suprimentos da cadeia construtiva.

De fato, há necessidade de se implementar políticas em desenvolvimento sustentável para o alcance de maior equilíbrio do progresso econômico, justiça e inclusão social, além de apoio público a fim de gerar pressão suficiente para desencadear uma mudança radical no ritmo de desenvolvimento do setor da indústria que é ainda o mais tradicional, ineficiente e maior produtor de resíduos – o da construção (WALSH, 2002). Do mesmo modo, metas de desempenho de sustentabilidade para o ambiente construído precisam ser definidas, monitoradas e estritamente controladas.

Se os objetivos a serem atingidos não forem claramente identificados, dificilmente poder-se-á impor um ritmo, manter o entusiasmo ou medir o progresso realizado frente a um tema e, a definição – em ampla escala - de tais metas cabe à esfera política, sendo que para um número considerável de indicadores, já existem metas fixadas pela própria legislação nacional ou local, por meio de convenções ou protocolos em nível internacional. Na ausência destas, a implementação de avaliações conduzirá certamente a resultados inconclusivos (SIDS, 2000).

Em geral a indústria reage mediante mudanças na legislação e opera nos limites da conformidade ambiental. Apenas alguns segmentos se antecipam às mudanças institucionais com atitudes pró-ativas, desfrutando antecipadamente dos benefícios decorrentes bem como da melhoria da imagem no mercado. Para a construção civil sustentável, resultados técnicos serão consequência do novo perfil de arquitetos, designers e engenheiros. Entretanto, o sucesso econômico somente ocorrerá quando empresários, dirigentes e tomadores de decisão nas empresas descobrirem que políticas, regulamentos, acordos voluntários e finalmente, questões ambientais, podem ser transformados em estratégias competitivas para os negócios.

O grau de liberdade para mudança diminui à medida que aumenta o entendimento ou a conscientização a respeito do problema. Já os custos e as dificuldades serão maiores caso o problema se converta em norma ou fator de pressão dos agentes sócio-econômicos sobre a indústria. Ainda assim, nem mesmo números que evidenciam o impacto da indústria da construção eliminam as dificuldades de aceitação de novas propostas pelos atores do setor.

O poder público, definidor da legislação, estrutura as políticas a partir das quais a indústria da construção produz a infraestrutura e o ambiente construído. Único cliente em larga escala do setor, o governo deve mostrar liderança e legislar no sentido de garantir práticas mais

sustentáveis na construção. Por outro lado, este, individualmente, não é capaz de implementar tal estratégia e o desafio para o setor no Brasil é superar a falta de suporte e comprometimento dos atores envolvidos.

No que diz respeito à elaboração de políticas públicas, o papel dos indicadores é fundamental e envolve três propósitos principais (EEA, 1999): (a) informar sobre problemas ambientais, para permitir que responsáveis por políticas públicas possam avaliar o seu grau de seriedade; (b) dar suporte ao desenvolvimento de políticas e à definição de prioridades por meio da identificação de fatores-chave que causem pressão no meio ambiente e; (c) monitorar efeitos de respostas produzidas por políticas implantadas. Há, porém, risco de vulgarização semântica quando políticos e empresários falam em desenvolvimento sustentável sem considerar os princípios ético-ambientais envolvidos.

2.4.1 O PANORAMA BRASILEIRO E OS DESAFIOS

Juntamente com a Argentina e o México, o Brasil foi incluído na lista do Departamento de Comércio Americano como um dos “Grandes Mercados Emergentes” durante as próximas duas décadas, o que confirmou o volume antecipado de novos edifícios e atividades construtivas (SILVA; SILVA, 2005). De fato, o país tem se desenvolvido também em função de investimentos em construção civil. Melhorias e investimentos na malha viária nacional e a privatização de serviços nos setores de transporte, telecomunicações e energia bem como o desenvolvimento de inúmeros projetos de infraestrutura movimentam o mercado. E o setor habitacional apresenta tendências semelhantes.

Um impulso importante se deu com o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2007-2010 e PAC II 2011-2014), um pacote de políticas de investimento do governo federal que, baseado em indicadores macroeconômicos e sociais positivos, busca elevar o crescimento nacional por meio de investimentos substanciais em energia, transporte e infraestrutura social e urbana para estimular o setor produtivo e distribuir benefícios sociais a todas as regiões do país. Este investimento maciço levou à escassez – sem precedentes – de materiais e equipamentos de construção, recursos humanos e habilidades para suprir o vigor das atividades construtivas que se espalharam pelo país em 2008 (SB, 2008).

Todavia, mais construções são necessárias a fim de prover prosperidade, equidade social e padrões de vida mínimos à população. E, isto cria uma tensão potencial frente aos princípios de desenvolvimento sustentável e redução de consumo. Pois, o impacto causado pela

construção civil como um setor da indústria é provavelmente maior em países em desenvolvimento do que em países desenvolvidos, mais industrializados e providos de infraestrutura adequada (CIB/UNEP-IETC, 2002). E, a construção sustentável em países em desenvolvimento ainda tende a focar a relação construção-desenvolvimento humano, frequentemente marginalizando os aspectos ambientais.

Na América Latina, de modo geral, as barreiras, desafios, agendas de pesquisa e necessidades práticas relacionadas à construção de edifícios sustentáveis e que demandam maior colaboração e assistência internacional se concentram ao redor de algumas temáticas principais e entre elas, destaca-se: **(a)** a pesquisa e a coleta de dados para a regionalização de avaliações de sustentabilidade e, **(b)** o desenvolvimento e a implementação de políticas nos setores público e privado.

É preciso retomar o posicionamento de SILVA; SILVA (2005), no que diz respeito à pesquisa e coleta de dados, e reafirmar que pouco mudou no Brasil desde 2004 quando foram relacionados os grandes desafios identificados para a comunidade científica brasileira:

1. Criação de base de dados nacional confiável para análise de ciclo de vida (LCA) a ser aplicada ao projeto de edifícios e à especificação de materiais, componentes e avaliações baseadas em seu impacto ambiental;
2. Regionalização de avaliações/certificações de sustentabilidade, e;
3. Definição de níveis de desempenho (*benchmarks*) e indicadores regionais.

O Brasil possui um importante histórico quanto ao seu envolvimento com o *Green Building Challenge*¹⁶ (GBC) quanto ao debate internacional sobre avaliações ambientais de edifícios, particularmente quando estas se aplicam a diferentes contextos culturais. No entanto, um sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios específico para o mercado nacional ainda está por ser desenvolvido e implementado.

¹⁶ *Green Building Challenge* (GBC) consiste num grupo internacional de pesquisa cujo esforço colaborativo para o desenvolvimento e disseminação de conhecimento objetiva um maior entendimento acerca da avaliação de desempenho ambiental de edifícios. Entre as características que o tornam único: possui duração indefinida e não está vinculado a uma organização sede; é constituído por equipes nacionais; auto-suficiente; atua com base no consenso entre os países participantes e; utiliza conferências como uma ferramenta focal. Outros aspectos incluem os papéis e motivação dos participantes, as atividades em subgrupos e a importância do trabalho em rede (COLE; LARSSON, 2001).

A primeira movimentação para o desenvolvimento de um sistema de avaliação de sustentabilidade no país foi realizada entre 2001 e 2003, com foco em edifícios de escritórios (SILVA, 2003). O desenvolvimento de um método de avaliação de sustentabilidade de habitações sociais foi iniciado em 2005 e publicado em 2009. Em ambos os casos (edificações de escritórios e residenciais) grande ênfase foi dada às questões sociais e viabilidade econômica, para se adequar com consistência ao contexto de uma nação em desenvolvimento. O desdobramento de todas estas iniciativas pode favorecer a criação de um contexto propício para um conjunto de ferramentas de avaliação nacionais (SB, 2008).

Ferramentas para a avaliação de edifícios têm sido consideradas como poderosos veículos para a disseminação de conhecimento que podem também se tornar importantes propulsores para o mercado no que se refere à criação de edifícios e produtos sustentáveis. Assim, empreiteiros perceberam uma oportunidade em adotar ferramentas estrangeiras enquanto uma versão nacional ainda não estivesse disponível (SILVA; SILVA, 2005).

Empreendimentos brasileiros interessados em obter uma certificação internacionalmente reconhecida até pouco tempo recorriam ao norte-americano LEEDTM que, em 2007, certificou o primeiro edifício brasileiro e que, no entanto, adota critérios e parâmetros relacionados à legislação, clima entre outros, por exemplo, que diferem radicalmente da realidade brasileira. Mais recentemente, em Abril de 2008, um segundo sistema de certificação – Processo AQUA, derivado de um modelo francês – foi disponibilizado nacionalmente com o diferencial de ter sido adaptado ao contexto brasileiro. O uso e disseminação de tais métodos aquecem a discussão acerca da validade e do interesse em utilizar ferramentas internacionais no mercado doméstico.

Em relação ao avanço no desenvolvimento e implementação de políticas públicas, enquanto em países desenvolvidos, o tema construção sustentável já ultrapassou o plano da discussão conceitual e atingiu o nível de mercado há pelo menos uma década, sobretudo como reflexo de políticas públicas ou exigências da sociedade e pressão de clientes, no Brasil, ainda há um longo caminho a percorrer.

Recentemente, delegados e palestrantes da conferência *Sustainable Building* (SB'04) para a América Latina, ocorrida em São Paulo em 2004 – e preparatória para a SB'05 global em 2005, enfatizaram o papel central dos governos em promover a sustentabilidade. E, reconheceram que, além de resoluções específicas orientadas às questões energética e de

resíduos, apoiadas por alguns governos, não havia, até então, exemplos robustos de políticas comprometidas, estratégias ou programas para impulsionar edifícios em direção à sustentabilidade na região. E, entre as forças mais efetivas para gerar mudanças, foram apontadas:

- Legislação, regulamentação e políticas;
- Ciência e pesquisa;
- Educação e demonstração de projetos de edifícios sustentáveis;
- Diretrizes de projeto e estratégias por parte da indústria da construção e da academia;
- Atividades para aumento da consciência;
- Punições financeiras e incentivos fiscais.

Atualmente, no Brasil, percebem-se avanços tímidos neste sentido. Grandes deficiências permanecem e o ambiente construído e a construção de edifícios sustentáveis ainda não são prioridades na agenda governamental brasileira. Aplicações relacionadas ao desenvolvimento sustentável ainda estão restritas, majoritariamente, a academia e pesquisas científicas. Redes de trabalho existentes ainda não suprem a defasagem que há entre prática e pesquisa em função da ausência de suporte político. E a participação brasileira em grupos de trabalho e iniciativas para o desenvolvimento de políticas públicas ainda é prejudicada pela falta de determinação do governo em financiar a participação e apoiar a implementação destas políticas posteriormente (SB, 2008).

Empreendedores da indústria da construção brasileira também dependem de suporte político e de uma estrutura regulatória para atingir avanços expressivos como os necessários para a implementação relevante e consistente da construção de edifícios sustentáveis no país. Mas, definitivamente, sem a devida liderança governamental, a falta de financiamento e de regulamentação apropriada para edifícios associada ao baixo grau de consciência ambiental entre os cidadãos tornam os obstáculos ainda maiores.

E, um passo concreto neste sentido é o aumento da consciência em todos os níveis governamentais e a coordenação entre academia, instituições financeiras, setor privado, para que uma chamada integrada e compreensiva por propostas para a implementação de políticas públicas quebre a inércia, amparada por conhecimentos técnicos e programas de financiamento robustos (SILVA; SILVA, 2005).

O Brasil possui, por exemplo, deficiências severas quanto a regulamentações para eficiência energética de edifícios e construções locais perdem oportunidades importantes no que diz respeito à redução de custos associados ao consumo de energia por não considerar princípios bioclimáticos ou tecnologias eficientes apropriadamente. Estudos já evidenciaram o imenso potencial para conservação (30% em edifícios existentes e 50% em edifícios novos) resultante desta pobre combinação projeto/construção no processo decisório (SB, 2008).

Uma experiência positiva que merece destaque consiste no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) criado em 1985. Em 22 anos de existência, o programa ajudou a economizar 28,5 milhões de MWh (ELETROBRAS, 2010) com a implantação de um sistema de etiquetagem para equipamentos eficientes estabelecido por meio de ato do governo federal em 1993 e dez anos depois, o PROCEL implantou uma ação específica para edificações (Procel-Edifica) cujo plano de ação envolveu seis atividades principais entre requisitos bioclimáticos, procedimentos para regulação e legislação e indicadores de eficiência energética para diversas tipologias de edifícios. Após consulta pública, a regulação entrou em vigor em 2007, tendo, inicialmente, caráter voluntário e, compulsório após cinco anos.

De acordo com SILVA; SILVA (2005), entre os avanços mais relevantes no Brasil, excluindo-se a regulação sobre eficiência energética de caráter nacional, os esforços públicos estão claramente isolados na cidade e no estado de São Paulo. Paralelamente, outra grande lacuna consiste na falta de coesão entre os diferentes setores envolvidos. Para a transformação efetiva na escala desejada a ser atingida, uma coalizão em nível nacional e também do governo é essencial para promover o projeto e construção de edifícios sustentáveis que sejam lucrativos, benéficos e saudáveis para se viver ou trabalhar nas diversas regiões do país. Entre os desafios frente à construção sustentável no Brasil e que se relacionam diretamente a esta pesquisa, entre outros já mencionados, estão:

- o desenvolvimento de um consenso em torno de um sistema de classificação/organização para auxiliar a comunicação e o entendimento;
- o desenvolvimento de métodos de avaliação robustos para o estabelecimento de *benchmarks* atuais e para calibrar e medir o progresso (grande conjunto de indicadores, métodos de agregação, etc.).

- a promoção de maior participação dos atores do setor para garantir a apropriação da problemática e validação das decisões ou resultados; e
- o desenvolvimento de uma estrutura analítica de avaliação consensual passível de adaptação para condições locais específicas.

A dificuldade, de modo geral, é desenvolver indicadores eficientes (MEADOWS, 1998), mas o maior desafio verificado nas iniciativas atuais envolve os aspectos práticos relacionados ao desenvolvimento e uso de indicadores e que ainda precisa ser superado, especialmente quanto à coleta de dados confiáveis e seguros. Outro obstáculo no trabalho prático com indicadores consiste na interpretação dos resultados apontados a fim de transformá-los em informação a ser utilizada para melhorar os processos de tomada de decisão.

Infelizmente, a repercussão do tema não gerou muitas iniciativas no que diz respeito ao desenvolvimento de indicadores para edifícios nacionalmente. As produções são desenvolvidas ainda em diferentes âmbitos, de modo paralelo e raramente com coordenação dos trabalhos. De fato, um programa integrado de âmbito nacional para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para edifícios não existe no Brasil. O desenvolvimento de indicadores como ferramenta de análise de sustentabilidade na área da construção e desenvolvimento urbano pode ser considerado como em estágio inicial no país atualmente.

Por outro lado, uma iniciativa importante consiste na criação do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) em Agosto de 2006, por parte da academia, atores e lideranças-chave do mercado para promover a construção sustentável no contexto nacional. Desde então, o CBCS busca o estabelecimento de parcerias estratégicas e redes de colaboração para gerar e disseminar conhecimento e melhores práticas; promover inovação; integrar o setor da construção a outros setores da sociedade; elaborar diretrizes; discutir políticas públicas e setoriais e; coordenar soluções e ações integradas entre setores.

Dentre as parcerias nacionais, destaca-se a que reuniu especialistas da USP¹⁷, UFSC¹⁸ e UNICAMP¹⁹ – em sua maioria associados do CBCS – para suporte ao *Selo Casa Azul de*

¹⁷ Universidade de São Paulo

¹⁸ Universidade Federal de Santa Catarina

¹⁹ Universidade Estadual de Campinas

Construção Sustentável da Caixa Econômica Federal, que levou à produção de um Manual com 53 estratégias para mitigar impactos ambientais e maximizar benefícios sociais da construção habitacional, cuja execução simples frente às condições de mercado brasileiras as torna economicamente viáveis mesmo em projetos de habitação popular.

Adicionalmente, destaca-se que, atualmente, o Brasil integra um grupo de trabalho internacional que busca desenvolver um sistema comum de certificação para construções sustentáveis. O acordo criou o GEA (*Global Environmental Alliance for Construction*) a partir de abril de 2008 e reúne também França, Inglaterra, Alemanha, Itália, Holanda, Líbano, Argentina e Chile. A idéia é que cada país parta dessa base de conhecimentos e adapte os selos às suas realidades locais (TECHNÈ, 2009).

Por isso, deve-se considerar muitos e grandes os desafios para a reestruturação do setor de modo mais sustentável. Há inúmeras barreiras a superar, (e que irão assumir importância variada de acordo com a região do país) em especial questões relacionadas a temas como processo de projeto, qualidade ambiental da construção, reengenharia do processo construtivo, conceitos para novas edificações, recursos humanos, processos decisórios, educação, consciência pública, normas e legislação e pesquisa.

3 DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

3.1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, políticas e relatórios ambientais ganharam maior visibilidade não só pelo crescimento da consciência pública sobre a problemática relacionada ao meio ambiente e seus aspectos internacionais, mas por sua estreita ligação com questões econômicas e sociais divulgadas, sobretudo, por meio de importantes trabalhos (Tabela 3.1¹) para o desenvolvimento e a organização de indicadores. Entre eles, merecem destaque os trabalhos da OECD² e da ONU³.

A OECD foi pioneira no desenvolvimento de indicadores, a partir de 1989, que resultou na publicação regular sobre indicadores ambientais a partir de 1991 e na cooperação dos países-membro no *Working Group on Environmental Information and Outlooks*. Sua contribuição tem sido decisiva para a harmonização de iniciativas individuais em função de uma abordagem comum com base num modelo conceitual padrão; do auxílio aos países-membro (e outros) no desenvolvimento e uso de indicadores e; do intercâmbio de experiências.

Atualmente, a OECD, mantém acordos de cooperação contínua com: *United Nations Statistics Division* (UNSD), *United Nations Commission for Sustainable Development* (UN CSD), escritórios regionais da ONU, *United Nations Environment Programme* (UNEP), Banco Mundial e com a União Européia, incluindo a *Commission of the European Communities*, o *Statistical Office of the European Community* (EUROSTAT), a *European Environment Agency* (EEA) e outros institutos internacionais. Tal rede de cooperação, que envolve também países não-membros - em particular a Rússia e a China - é essencial para a sinergia do trabalho e para identificar aspectos comuns, esclarecendo os propósitos específicos de cada iniciativa (OECD, 2003).

¹ Uma coleção ainda mais abrangente com compilações de iniciativas na área de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável pode ser encontrada nos sites do *IISD* (<http://www.iisd.org/measurement/compendium>) e do *UNEP Earthwatch* (<http://earthwatch.unep.net/indicators/organizations.html>).

² OECD – Organization for Economic Co-operation and Development.

³ ONU – Organização das Nações Unidas (UN – United Nations).

Tabela 3.1 - Seleção entre as principais iniciativas internacionais de desenvolvimento de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável (esfera das nações) (adaptado e atualizado a partir de SILVA, 2007a).

Organização/Ano Sistema de indicadores	Estrutura analítica: Categorias de indicadores	Comentários: foco e objetivos
OECD/1993 OECD Core Set of Environmental Indicators	PSR x indicadores socioeconômicos, setoriais e de contexto	Aproximadamente 50 indicadores ambientais para medir progresso ambiental.
UN DSD/CSD/1996 CSD Working List of Indicators of Sustainable Development	DSR x capítulos da Agenda 21	134 indicadores de desenvolvimento sustentável + fichas metodológicas para tornar os indicadores acessíveis aos agentes de decisão em âmbito nacional.
UN DSD/CSD/1999 CSD Theme Indicator Framework	Estrutura temática (indicadores econômicos, ambientais, sociais e institucionais)	57 indicadores de desenvolvimento sustentável, arranjados em 15 temas e 38 subtemas.
WORLD BANK/1999 World Bank Environmental Performance Indicators	Input-output-impact x temas ambientais	Monitorar e avaliar os efeitos ambientais (desempenho) de atividades e projetos apoiados pelo World Bank.
UN DSD/2001 Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies	Estrutura temática	Os temas propostos são inspirados na Agenda 21 – aprovada na Conferência das Nações Unidas em 1992.
EUROSTAT/2002 Energy and Environmental Indicators	DPSIR	Mais de 80 indicadores ambientais (relacionados a energia) respondem à demanda do Conselho de Energia da União Européia feita em 1999 e dados agregados, calculados para os 15 países da EU com séries de dados até 2000.
IBGE/2004 Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	Não definido	O projeto do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem como referência o “Livro Azul” publicado pela UN DSD (2001) e as recomendações adicionais posteriores, adaptando seu conteúdo às particularidades brasileiras.
UNITED NATIONS/2005 Millenium Development Goal Indicators	Não definido	Os indicadores estão estruturados Segundo os 8 objetivos e as 18 metas definidas na Declaração do Milênio das Nações Unidas e pretendem monitorar a sua evolução até 2015.
EEA/2005 EEA Core Set of Indicators Guide	DPSIR	37 indicadores englobam 6 temas ambientais e 4 setores e formam uma base estável para subsidiar políticas ambientais.
CEPMA/2005 Indicadores de Desarrollo Sostenible en América Latina y El Caribe	Sistema sócio-ecológico integrando os subsistemas: ambiental, social, institucional e econômica	Busca medir e avaliar o progresso dos países da região segundo modelo conceitual Sócio-ecológico aplicado à escala nacional, regional e local. Os indicadores são de 2 tipos: de desempenho ou sustentabilidade do subsistema.
DEFRA/2005 UK Framework Indicators In One Future different paths: The UK’s shared framework for sustainable development	Não definido	A estratégia do governo do Reino Unido inclui um conjunto de 20 indicadores-chave que permitem avaliar o progresso obtido nas áreas prioritárias estipuladas. Os indicadores são avaliados e publicados nos Pocket Books, na página WEB e nos folhetos Barometer Leaflet.
JSF/2005 Japan for Sustainability Indicators	Matriz de indicadores	Os indicadores são estruturados de acordo com as dimensões do desenvolvimento sustentável e de acordo com 5 composições de valor que traduzem a definição de desenvolvimento sustentável.
SIDS PORTUGAL/2007 Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	Modelos PSR e DPSIR	Apresenta os indicadores agrupados por área temática (setor e tema, respectivamente), sendo que a partir da revisão do trabalho, em 2005, novos setores foram incluídos.
UNITED NATIONS/2007 Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies	Estrutura temática-subtemática	Apresenta um conjunto de 50 indicadores-chave, extraídos de um conjunto maior de 96 indicadores.

O trabalho da OECD é reconhecido internacionalmente e é adotado como base teórica para praticamente todas as principais iniciativas acerca do desenvolvimento e uso de indicadores globalmente - em particular seu modelo conceitual *Pressure-State-Response (PSR)*. Indicadores de sustentabilidade, no entanto, devem ir além da esfera ambiental, devendo considerar a escala temporal e relações sociais, econômicas, culturais. Mais do que expressar crescimento⁴ - aumento de dimensões físicas, não necessariamente na qualidade - apontam o desenvolvimento, a eficiência, a suficiência, equidade e qualidade de vida.

Já o envolvimento da ONU tem seu marco inicial com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em 1972. Duas décadas mais tarde, foi responsável pela *Earth Summit*⁵ sediada no Rio de Janeiro em 1992, em que discutiram-se problemas de proteção ambiental e desenvolvimento sócio-econômico sob o consenso de que: (a) as estratégias de desenvolvimento sustentável deveriam integrar aspectos ambientais em planos e políticas de desenvolvimento; e (b) para tanto, precisariam do apoio de dados socioeconômicos e ambientais integrados (SILVA, 2007a).

Com o objetivo de assegurar o acompanhamento da UNCED e de monitorar e relatar a implementação dos acordos ali firmados, foi criada a Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD⁶). A UNCSD propôs uma lista flexível de indicadores de sustentabilidade a partir da qual os países poderiam selecionar indicadores de acordo com prioridades, anseios e metas nacionais. O processo de trabalho da comissão se fundamentou em trabalhos existentes como o conjunto de indicadores publicados pela OECD em 1993 (OECD, 1993)⁷, bem como por procedimentos colaborativos, de cooperação e consultivos envolvendo diversas organizações e especialistas no assunto.

⁴ "Crescimento", aqui, é definido como crescer de tamanho e "desenvolvimento" é crescer em qualidade – (WORLD BANK, 1991).

⁵ *Earth Summit* refere-se à *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) ou Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento.

⁶ UNCSD – *United Nations Commission on Sustainable Development*. Essa comissão pertencente ao conselho econômico e social das Nações Unidas realizou um vasto programa de trabalho acerca de indicadores de desenvolvimento sustentável entre 1995 e 2000 (EUROSTAT, 2001) entre outros. A proposta previa a criação de indicadores flexíveis o suficiente para que os países pudessem escolher de acordo com suas prioridades, problemas e metas.

⁷ OECD *Core Set of Indicators*. Essa foi a principal influência das listas de indicadores de sustentabilidade publicadas pelo UNCSD em 1996 (*UN Working list of indicators*), como primeira resposta à demanda da Agenda 21, e em 1999 (*CSD Theme Indicator Framework*).

O documento produzido, “*Indicators of Sustainable development: Guidelines and Methodologies*”⁸ (1995-2000), apresenta a estrutura analítica *Driving forces-State-Response* (DSR) proposta para a organização de um conjunto de indicadores (disponibilizados para países-membro) e descreve detalhadamente os temas e subtemas-chave definidos explicitando o posicionamento da CSD no que se refere ao desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável (EUROSTAT, 2001).

3.2 INDICADORES: CONCEITO, UTILIDADE, APLICAÇÕES E LIMITAÇÕES

Indicadores são instrumentos utilizados, muitas vezes intuitivamente, para monitorar situações e fenômenos complexos. Estão presentes no cotidiano sob diversas formas (placas, sintomas, sinais, notas, medidas, luzes de alerta, cores e outros) e são, necessariamente, parte do fluxo de informações utilizado para compreender o mundo, tomar decisões e planejar ações. Estas úteis ferramentas nos apontam onde estamos e qual a tendência de nossa posição futura para que possamos fazer julgamentos mais sensatos e tomar decisões fundamentadas para atingir nossos objetivos.

Comunicação é a principal função de indicadores⁹ e comunicação demanda simplicidade (EEA, 1999). Um indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado de parâmetros que aponta em certa direção, provê informações sobre algo, descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área, com significado que extrapola aquele diretamente relacionado ao valor numérico do parâmetro (OECD, 2003).

Como medidas quantitativas, qualitativas ou descritivas (ISO, 2006), são usados para ilustrar e comunicar fenômenos complexos de forma simplificada, incluindo as tendências e o progresso ao longo do tempo (EEA, 2005). Por esta razão, indicadores podem revelar informações e descrever situações para a compreensão de questões de maior interesse e relevância, tornando evidentes aspectos que não seriam imediatamente perceptíveis.

Segundo a OECD (2003), indicadores possuem significado sintético e devem ser objetivos, desenvolvidos para um fim específico. Focam-se em aspectos considerados cruciais e críticos ou naqueles cujos dados estejam disponíveis, mas seu significado essencial vai além

⁸ Disponível no site internet: <http://www.un.org/esa/sustdev/ids.htm>.

⁹ Do Latim, *indicare*, representa algo a evidenciar ou a revelar.

daquele obtido diretamente a partir das propriedades e valores observados ou medidos, destacando-se como as principais virtudes do seu uso:

(a) ***reduzir o número de medidas e parâmetros necessários para descrever determinada situação.*** Conseqüentemente, o número de indicadores e o nível de detalhamento devem ser limitados. Por um lado, um número excessivo de indicadores tende a distorcer a visão geral que o conjunto supostamente deveria fornecer. Por outro lado, o maior risco em relação ao uso de indicadores diz respeito à simplificação¹⁰ excessiva e à perda de informações essenciais (HÄKKINEM *et al*, 2002). Um índice¹¹ único ou um número demasiadamente pequeno de indicadores pode ser insuficiente para prover a informação necessária ou pode incorrer em dificuldades metodológicas que crescem com o nível de agregação de informações. De qualquer modo, ao ser selecionado um indicador ou ao se construir um índice, tal como quando se utiliza um parâmetro estatístico, se ganha em clareza e operacionalidade o que se perde em detalhe da informação.

(b) ***simplificar o processo de informação através do qual os resultados dessas medidas chegam ao usuário final.*** Em função desta sensibilidade às necessidades dos usuários, informações complexas são disponibilizadas num formato mais acessível tanto àqueles não especialistas no assunto quanto aos que necessitam de informação com rapidez.

Sobretudo, um indicador deve atender a requisitos como sensibilidade, precisão, objetividade, além de ser mensurável, acessível e compreensível. As características de um indicador apropriado e efetivo incluem (CRISP NETWORK, 2001) relevância ao programa ou projeto específico, compreensibilidade para a equipe de projeto e para os usuários, foco numa visão de longo prazo, estar baseado em informações confiáveis, ser mensurável por um método padronizado e calculado a partir de dados existentes e acessíveis. Para ser útil, um indicador deve, portanto, permitir uma explicação das razões das mudanças em seu valor ao longo do tempo, ser suficientemente simples na maneira como descreve problemas frequentemente complexos, e usar definições comuns de componentes-chave e normalização para permitir comparações (COLE, 2002).

¹⁰ A utilização de indicadores também gera debates e controvérsias em função das simplificações efetuadas por meio da aplicação de metodologias específicas. As eventuais perdas de informação têm constituído entraves à adoção de uma forma generalizada e consensual para uso em sistemas de indicadores.

¹¹ Ver definição na Tabela 2.1.

Assim, indicadores são necessários, principalmente, porque se deseja que fenômenos ecológicos, sociais, culturais e econômicos - com alto nível de complexidade - sejam de algum modo, considerados na tomada de decisões diante da impossibilidade de aplicação de medidas absolutas. Mas não apenas para prover informações sobre o estado, condição ou causalidades acerca de um tema são também essenciais para avaliar a efetividade de respostas e alternativas propostas (HÄKKINEM *et al.*, 2002).

Indicadores criam valores e são definidos com base em valores - pois se mede o que é importante e importa-se com o que se mede (MEADOWS, 1998). Certos valores e, conseqüentemente indicadores, estão atrelados a especificidades locais ou culturais, outros, são comuns a toda a humanidade. Alguns podem ser mensurados quantitativamente enquanto outros, não menos importantes, apenas qualitativamente. O trabalho com indicadores envolve uma série de definições e termos-chave frequentemente utilizados. A Tabela 3.2 relaciona os principais, entre eles: *dados*, *indicadores*, *índices* e *informação*.

Tabela 3.2 - Terminologia referente ao conceito de indicador de sustentabilidade entre outros termos relacionados (a partir de SILVA, 2007a; EEA, 2005; SIDS, 2000 e SEGNESTAM, 2002).

Termo	Descrição fornecida	Exemplos
Meta/alvo	Afirmção genérica que define a condição última desejada ou valor quantitativo que ampara um determinado objetivo. A meta, ou alvo possui, em geral, uma data limite para ser alcançada.	Maximizar a separação de todos os resíduos, evitando disposição em aterro sanitário
Objetivo	Direção desejada de mudança.	Redução de resíduos sólidos gerados na fonte
Dados	Componente básico do trabalho com indicadores. É base para a criação de indicadores, índices e produção de informação. Dados isolados, em sua maioria não são úteis para a interpretação de mudanças ambientais, econômicas ou sociais.	Quantidade de resíduos gerados na fonte
Parâmetro	Grandeza que pode ser medida com precisão ou avaliada qualitativamente/ quantitativamente, sendo considerada relevante para a avaliação de sistemas.	Indicadores
Indicador	Parâmetro selecionado, utilizado para informar sobre, descrever e aferir certas condições dos sistemas em análise, (normalmente utilizado com o pré-tratamento dos dados originais tais como médias aritméticas, percentuais, etc.). Variável que mede um estado ou progresso em direção a um objetivo e que evidencia uma questão de maior significância ou torna perceptível um fenômeno ou tendência que não seria imediatamente detectado.	Quantidade de resíduos gerados (ou dispostos) per capita (kg/pessoa/ano)

Termo	Descrição fornecida	Exemplos
Índice	Corresponde a um nível superior de agregação no qual, depois de aplicado um método de agregação ¹² específico aos indicadores ou subíndices, se obtém um valor final (consiste na transformação de uma grande quantidade de dados num elemento ou ferramenta simples, significativa e de uso amigável). Neste contexto, um índice é definido com um grupo de indicadores agregados ou parâmetros ponderados (CRISP NETWORK, 2001).	Human development Index (HDI) (UNDP, 2005); Living Planet Index (WWF, 2004) e Ecological Footprint (SIDS, 2007)
Subíndice	Constitui uma forma intermediária de agregação entre indicadores e índices.	Subíndice de resíduos sólidos, emissões e esgotos sem tratamento formariam o índice de poluição
Meta de Desempenho	Nível de desempenho desejado.	<i>n</i> kg/pessoa/ano
Ferramenta de avaliação	Uso pertinente de diversos indicadores e metas de desempenho em relação a condições locais e usos específicos.	BREEAM, BEPAC, Eco-profile, Escale, LEED™, Green Stars, GBTool, HKBEAM, HQE, Processo AQUA, etc.

Por outro lado, é preciso ter claro que indicadores e índices não são um fim em si mesmos, mas meios para se alcançar a melhora do processo decisório. Para isso, são necessárias análises e interpretações com base nestes parâmetros que resultem em informação (Figura 3.1). Para que estas sejam completas e exatas, dados e indicadores adicionais, além dos monitorados regular ou originalmente, podem ser incluídos. Isso é natural, uma vez que o objetivo de um indicador é revelar uma mudança e não necessariamente desvendar todos os aspectos responsáveis por tal mudança.



Figura 3.1 - Dos dados à informação (SEGNESTAM, 2002).

Indicadores derivados de dados são, em geral, a ferramenta inicial e mais básica para analisar mudanças na sociedade, numa situação ou ambiente. Como ferramentas analíticas são considerados importantes por várias razões (SEGNESTAM, 2002): (a) *ao produzir informações podem ser usados como base para avaliações e, portanto* (b) *contribuir para a formulação de políticas públicas e* (c) *facilitar a interpretação de dados e a comunicação*

¹² Os métodos de agregação podem ser aritméticos (linear, geométrico, mínimo, máximo, aditivo), ou heurísticos (regras de decisão). Os algoritmos heurísticos são normalmente preferidos para aplicações de difícil quantificação, enquanto que os restantes são destinados para parâmetros facilmente quantificáveis e comparáveis com padrões estabelecidos.

da informação à diferentes grupos da sociedade. Da mesma forma, índices criados a partir da combinação de indicadores ou de um conjunto de dados possuem tais atribuições, mas sua criação, especialmente os de desenvolvimento sustentável, é extremamente complexa.

A agregação de indicadores é utilizada para evitar a sobrecarga do sistema nos níveis de hierarquia mais altos. Indicadores agregados, pela condensação e simplificação de informação, comunicam com mais efetividade. Se todas as suposições e origens dos dados são claramente identificadas e a metodologia é explícita e publicamente reportada, o índice pode rapidamente ser desagregado e ter seus componentes separados. Tal procedimento, por outro lado, requer cuidado, pois dados são perdidos a cada estágio e, sempre, o ideal é que o acesso às informações específicas e detalhadas dos indicadores agregados esteja acessível (MEADOWS, 1996). Por exemplo, um eventual aumento do PIB pode ser motivado por diversos fatores - pelo incremento na construção civil, pelo aumento da venda de armas ou outros.

As pirâmides de informação (Figura 3.2) ilustram a relação entre dados, indicadores e índices e o sentido da agregação dos dados, revelando, no entanto, uma grande limitação prática quanto ao uso de indicadores: a disponibilidade, qualidade e confiabilidade de dados. Afinal, a qualidade dos indicadores e a informação que produzem dependem dos dados dos quais derivam (SEGNESTAM, 2002).

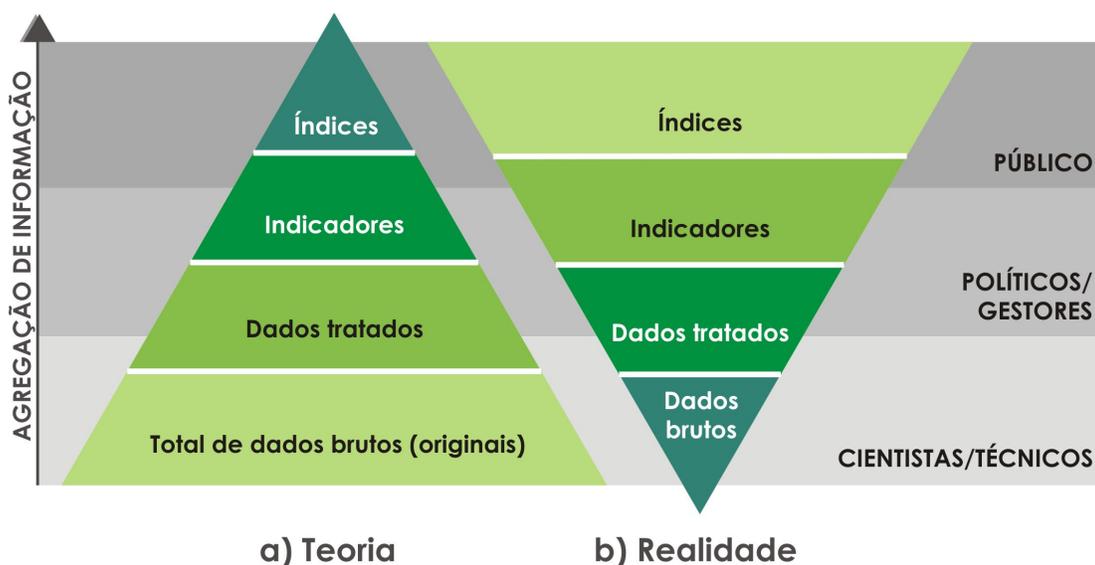


Figura 3.2 - Pirâmide de informação: versões que representam a teoria e a realidade com respectivos tipos de público alvo (a partir de SEGNESTAM, 2002; SIDS, 2007 e HAMMOND *et al*, 1995).

Consideram-se três as funções essenciais dos indicadores (HÄKKINEM *et al*, 2002): **quantificar, simplificar e comunicar**. Ao quantificar a informação, permitem que seu significado torne-se explícito e mensurável. No entanto, deve ficar claro que um indicador não é um número – apesar de esta ser uma acepção freqüentemente utilizada - e sim uma variável para a qual pode ser medido ou atribuído um valor (SILVA, 2007a).

A simplicidade da informação interfere diretamente na eficiência da comunicação, tornando-a mais clara, direta e rápida. É a propriedade mais desejada num indicador (SB, 2002): não apenas permitir que a informação objetiva e sintética seja rapidamente compreendida e mais facilmente assimilada do que seriam estatísticas complexas ou outros tipos de dados econômicos ou científicos, como também facilitar o processo de coleta de dados.

Ferramentas versáteis, os indicadores podem servir a diversas aplicações como instrumentos de apoio aos processos de gestão e à alocação de recursos; para a avaliação dos níveis de desenvolvimento sustentável ao comparar metas e padrões pré-estabelecidos e ao identificar as variáveis-chave do sistema; bem como para a fiscalização do cumprimento de normas legais, detecção e análise de tendências, informação aos atores e para a investigação científica. No entanto, ainda que amplamente divulgado e incentivado, o uso de indicadores possui limitações que devem ser consideradas (SIDS, 2000). A tabela 3.3 relaciona as principais vantagens e limitações quanto ao desenvolvimento e uso de indicadores.

Tabela 3.3 – Principais vantagens e limitações quanto ao uso de indicadores (adaptado e complementado a partir de SEGNESTAM, 2002).

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> • Educação da população quanto ao significado do desenvolvimento sustentável, e conscientização do público para ações mais sustentáveis • Orientação para alocação de recursos • Classificação de prioridades para suporte a decisões • Descrição do progresso e potencial em capturar tendências (aplicação a séries de dados para detectar tendências no tempo e no espaço) • Destaque de iniciativas de políticas-chave relevantes para o desenvolvimento sustentável • Informação ao público • Alerta em tempo de prevenir danos econômicos, sociais e ambientais • Cumprimento de normas legais • Investigação científica 	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de informação-base (o trabalho com indicadores requer a existência de dados, fornecidos por algum processo de monitoramento) • Dificuldades na definição de expressões matemáticas que melhor traduzam os parâmetros selecionados • Perda de informação nos processos de agregação de dados por simplificação excessiva e perda de informações essenciais • Diferentes critérios na definição dos limites de variação do indicador em relação às imposições estabelecidas • Ausência de critérios significativos para a seleção de alguns indicadores • Dificuldade na aplicação em determinadas áreas, como o ordenamento do território e a paisagem • Dificuldade prática de se obter dados

Indicadores podem descrever diretamente um impacto e tomar a forma de categorias de impacto tradicionais conforme a ISO 14.042 (ISO, 2006), expressando quantidade de cargas (emissões de CO₂) ou de impactos (contribuição à mudança climática, expressa em CO₂ equivalente), ou ser um indicador de consequência (indireto), que descreve aspectos que influenciam a magnitude de cargas ou impactos (distância do edifício aos serviços de transporte público considerada a frequência de linhas).

Apesar de fundamentais para ajudar a unificar a tomada de decisão econômica, social, ambiental e institucional, indicadores por si não são capazes de promover a melhoria de desempenho. O estabelecimento de metas de desempenho e desempenhos de referência (*benchmarks*) para os indicadores estabelecidos são igualmente necessários para que, por um lado, se possa avaliar qualquer progresso em matéria de sustentabilidade e calibrar a análise (definir a escala de desempenho) (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003), e por outro, encorajar a alocação apropriada de recursos para alcançar a meta desejada (CIRIA, 2001). E, para ser utilizado, um indicador deve ser acompanhado, ainda, de uma explicação quanto ao modo e à fonte de informação utilizada para atribuição de seu valor.

Deve ficar claro que, apesar de influenciarem o desempenho com relação a vários itens de sustentabilidade, recomendações práticas ou diretrizes para a seleção de materiais, produtos, equipamentos e sistemas não são indicadores. Indicadores possuem natureza mais genérica, enquanto os valores a eles atribuídos são específicos para cada caso (SILVA, 2007a). Já as recomendações práticas, que favorecem determinados tipos de soluções técnicas, dependem de circunstâncias geográficas (clima), tecnológicas e até culturais, e podem ser validadas com a ajuda de indicadores.

3.3 ESTRUTURAS ANALÍTICAS (*FRAMEWORKS*) E TIPOLOGIA

A diversidade de teorias sobre desenvolvimento sustentável e a proliferação das iniciativas para a construção de sistemas de indicadores estão tipicamente relacionadas à definição e à aplicação de modelos conceituais ou estruturas analíticas. Estruturas analíticas (*frameworks*) oferecem meios para organizar conjuntos de indicadores de maneira a facilitar a sua interpretação (SEGNSTAM, 2002). Indicadores são necessários para evidenciar diferentes aspectos de um problema e a estrutura analítica selecionada tem por objetivo assegurar que todos estes aspectos sejam considerados, auxiliando a compreender como as diferentes questões se inter-relacionam. Ajudam a focar em e evidenciar o que se deseja avaliar ou

medir, o que esperar como resultado e quais tipos de indicadores utilizar (IISD, 2005) evitando problemas associados à agregação de indicadores.

Entre as vantagens associadas ao uso de modelos conceituais destaca-se que estas estruturas permitem organizar os indicadores de forma coerente, selecionar aqueles mais adequados, direcionar o processo de coleta de dados e identificar lacunas de informação (SIDS, 2007). Funcionam como uma referência direta aos conceitos básicos de desenvolvimento sustentável apresentada de forma útil para decisores e para o público em geral e tornam-se importantes na medida em que garantem que os indicadores são desenvolvidos e selecionados de acordo com objetivos e parâmetros de forma transparente.

Por trata-se de um tema em corrente desenvolvimento conceitual, metodológico e instrumental, considera-se oportuno apresentar a evolução histórica recente e o panorama atual sobre a questão de organização dos indicadores, sistematizando as experiências principais que irão fundamentar e orientar o desenvolvimento deste trabalho.

A partir de meados da década de 80 foram desenvolvidas estruturas analíticas para a organização de indicadores na esfera das nações, principalmente na área ambiental (Tabela 3.4)¹³ Os esforços iniciais embasaram-se em quatro abordagens básicas, aplicadas separadamente ou combinadas (UNSTAT, 2002): (a) por meios, (b) modelo pressão-resposta, (c) contabilidade de recursos e, (d) abordagens ecológicas.

A maior parte do trabalho inicial para a formulação de indicadores ambientais concentrou-se no “estado” do ambiente, por meio do monitoramento de alterações físicas provocadas no ambiente natural. Apesar de essa abordagem informar aos agentes de decisão que havia algo errado, ela não explicitava as causas do problema ou o que era possível fazer a respeito (SILVA, 2007a). Como resultado, foram desenvolvidas abordagens pressão-resposta cada vez mais abrangentes, como o modelo *pressure-state-response* (PSR), adotado pela OECD; e suas variações: *driving force-state-response* (DSR), adotado pela Comissão das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável (UNCSD); *pressure-state-impact-response* (PSIR), uma outra interpretação do modelo inicial; e *driving force-pressure-state-impact-response* (DPSIR), adotado pela EEA e pelo EUROSTAT.

¹³ Essas iniciativas foram selecionadas porque ilustram diferentes abordagens possíveis ao se desenvolver estruturas analíticas para conjuntos de indicadores ambientais e de sustentabilidade. Porém, deve-se ter claro que há muitas outras iniciativas e que a utilidade de cada uma delas depende completamente do contexto e propósito do usuário. Assim, as iniciativas listadas não devem ser consideradas particularmente recomendadas para uso em todos os contextos.

Tabela 3.4 - Principais grupos de modelos conceituais desenvolvidos para organizar indicadores ambientais ou de desenvolvimento sustentável (DS) (a partir de IISD, 2005; SIDS, 2007; SILVA, 2007a e SEGNESTAM, 2002). Divisão entre modelos analíticos e estatísticos segundo a OECD (2001b).

Modelos	Estrutura (framework)	Comentários
ANALÍTICOS		
Modelos econômicos		
Modelos pressão-resposta (stress-response) e suas variantes	PSR ¹⁴ , DSR ¹⁵ , PSIR ¹⁶ , DPSIR ¹⁷	Estes modelos concentram-se nos impactos de atividades humanas sobre o ambiente (pressões) e sua transformação subsequente (respostas). Utilizados em níveis de análise local, nacional e internacional, são baseadas em categorias de indicadores.
Modelos de capitais	Contabilidade de capital (capital-accounting)	Fundamenta-se em conceitos econômicos e de economia ambiental. Foca-se em mudanças no capital físico, natural, humano ou social. O objetivo deste modelo é garantir que futuras gerações recebam tanto quanto ou mais capital per capita do que a geração atual. Mais detalhes sobre tal abordagem podem ser encontrados no trabalho desenvolvido por IISD (2000).
Modelos econômicos-ambientais-sociais		
Modelos de bem estar humano/ecossistema		
ESTATÍSTICOS		
Modelos de contabilidade ambiental	Contabilidade de recursos (resource accounting)	Procura traçar o fluxo de recursos naturais desde sua extração, por meio de etapas sucessivas de processamento e uso final, até o seu retorno para o ambiente, na forma de emissões e resíduos, ou para a economia, por meio da reciclagem.
Abordagens ecológicas (Estatística ambiental/ecológica)	FDES ¹⁸ FISD ¹⁹	Incluem diversos modelos, técnicas de monitoramento e índices ecológicos. Ambas as estruturas descritas abaixo são adotadas pela UNSTAT ²⁰ nos trabalhos em estatística ambiental. Relaciona os componentes ambientais (flora, fauna, atmosfera, água, solo e assentamentos humanos) a categorias de informação (ação, impacto e reação), ao combinar as abordagens por meios e pressão-resposta. Combina a FDES com a estrutura da Agenda 21 (e não por meios).
OUTROS		
	Abordagem por meios (media approach) e modelos temáticos	São estruturas baseadas em temáticas ambientais (a partir da perspectiva de componentes ambientais principais: ar, solo, água, etc.) ou de desenvolvimento sustentável. O principal objetivo em criar uma estrutura baseada em temas e sub-temas que conceituam a sustentabilidade é dar respaldo aos tomadores de decisão em suas escolhas em nível nacional.
	Estrutura baseada no programa ou projeto (Input-Output-Outcome-Impact)	Utilizada para monitorar a efetividade de projetos cujo objetivo é melhorar as condições ambientais. Parte desta estrutura pode ser utilizada para monitorar projetos com risco de impacto ambiental e que não tenham o aspecto ambiental como foco central (adotada pelo World Bank).

¹⁴ PSR – Pressure-State-Response.

¹⁵ DSR – Driving force-State-Response.

¹⁶ PSIR – Pressure-State-Impact-Response.

¹⁷ DPSIR – Driving force-Pressure-State-Impact-Response.

¹⁸ FDES – Framework for the Development of Environment Statistics.

¹⁹ FISD – Framework for indicators of Sustainable Development.

²⁰ UNSTAT – United Nations Statistics Division.

Modelo Pressão-Estado-Resposta (PSR Framework)

O modelo *pressure-state-response* (PSR) (Figura 3.3) foi inicialmente desenvolvido pela OECD (1993) a partir de uma adaptação do modelo *pressão-resposta* para estruturar seu trabalho em políticas e relatos ambientais. Este modelo considera que atividades humanas exercem pressão sobre o meio ambiente e alteram sua qualidade bem como a quantidade de recursos naturais disponíveis, ou seja, modificam sua condição ou estado. A informação sobre tais alterações atinge instâncias de decisão na sociedade que, por sua vez, respondem por meio de políticas ambientais, econômicas ou setoriais ou por meio de mudanças no nível de consciência e de esforços para alterar seu comportamento e atitudes.

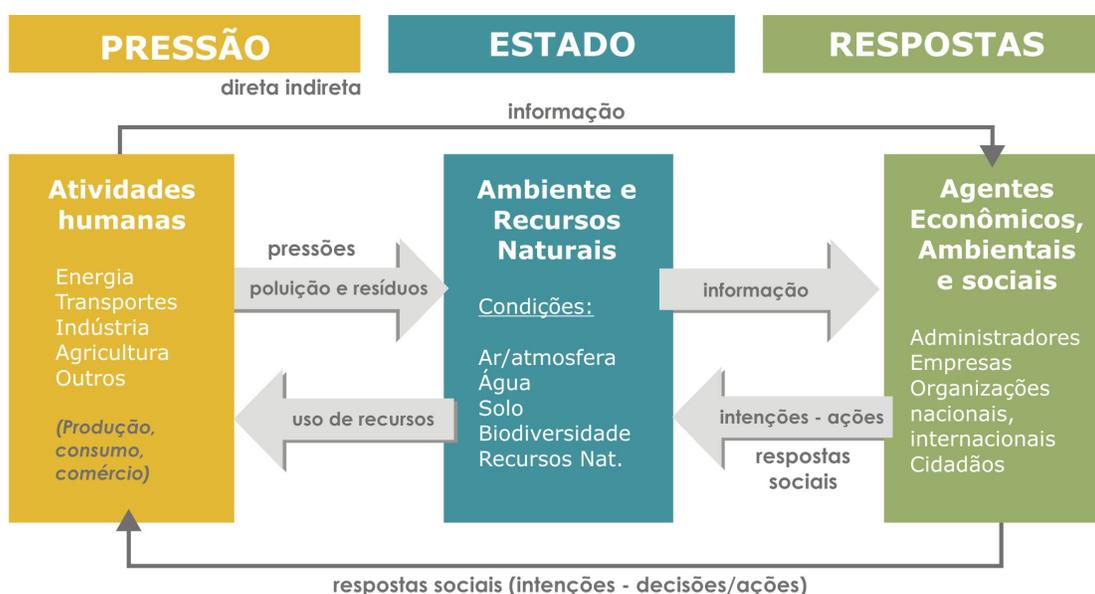


Figura 3.3 - Estrutura Pressure-State-Response (PSR) (OECD, 2003).

Entre suas principais características pode-se destacar o fato de (OECD, 2003): (a) *evidenciar relações causa-efeito*; (b) *ser o mais facilmente compreensível* e; (c) *ser flexível e ajustável de acordo com o propósito do uso*. Apresenta vantagens na medida em que auxilia os tomadores de decisão e o público a perceberem a interconexão entre questões ambientais, econômicas e outras. Ao prover meios para selecionar e organizar indicadores de maneira clara aos atores, assegura que nenhum aspecto importante seja desconsiderado. É uma estrutura bastante útil para casos com menores níveis de detalhamento, em que entradas e saídas (*inputs e outputs*) não são relevantes ou não facilmente identificadas. Em vez de focar nas diferentes fases do projeto, a estrutura PSR distingue três variáveis ambientais: *a*

variável pressão, a variável estado e, ainda, *a variável resposta* (HÄKKINEM *et al*, 2002), a partir das quais define sua tipologia de indicadores (Tabela 3.5).

A neutralidade deste modelo, ao destacar as relações causa-efeito, (apenas as identifica de forma direta, sem analisar se estas têm impacto positivo ou negativo) tende a sugerir relações lineares na interação entre atividades humano-ambientais. Este fato, porém, não deve obstruir a percepção de relacionamentos mais complexos em ecossistemas e as interações ambiental-econômicas ou ambiental-sociais (OECD, 2003). Outra crítica ao modelo é a lacuna quanto à reflexão de como o ambiente degradado afeta a qualidade de vida (a seta de pressão entre as variáveis “pressão” e “estado” na figura 3.3 deveria apontar para ambos os lados).

Tabela 3.5 – Tipologia da estrutura analítica PSR e suas variações (a partir de OECD, 2003; SILVA, 2007a).

Tipologia de indicadores	Descrição/exemplos
Indicadores de forças motrizes (D)	Descrevem o desenvolvimento social, demográfico e econômico da sociedade e alterações no estilo de vida, bem como nos níveis de consumo e produção. Forças motrizes primárias apontam para o crescimento populacional e para mudanças de necessidades e atividades dos indivíduos. Elas provocam alterações nos níveis de produção e consumo e este é o modo como tais forças exercem pressões sobre o meio ambiente.
Indicadores de pressão ambiental (P)	Descrevem atividades humanas que exercem pressões sobre o meio ambiente, incluindo os recursos naturais. São consideradas “pressões” diretas (ex: uso de recursos, disposição de resíduos e emissões) e indiretas (ex: atividades humanas em si ou tendências e padrões com relevância ambiental significativa).
Indicadores da condição/estado ambiental (S)	Descrevem quantitativa e qualitativamente fenômenos físicos (como temperatura e nível de ruído em determinada região), fenômenos biológicos (como vida selvagem presente) e químicos (como por exemplo, concentrações de substâncias tóxicas). E, também, características físicas (mensuráveis) do ambiente resultantes de pressões sofridas (ex: indicadores que monitoram aspectos como qualidade da água, disponibilidade de água, desmatamento, erosão do solo e qualidade do <i>habitat</i>).
Indicadores de impacto (I)	Descrevem impactos causados pela mudança do estado do ambiente, por exemplo, impactos relacionados à biodiversidade, recursos disponíveis e disponibilidade de condições adequadas para a saúde.
Indicadores de respostas sociais (R)	Descrevem respostas ou atitudes por parte de grupos da sociedade bem como iniciativas governamentais a fim de prevenir e compensar danos ou para a adaptação às mudanças; como e em que grau a sociedade responde às mudanças e alterações ambientais. Tais respostas podem afetar o estado do meio direta ou indiretamente. Exemplos: Políticas públicas, ações e investimentos, métodos de cobrança da água, estabelecimento de cobrança e outorga, uso de culturas alternativas e programas de reflorestamento.

Modelo Força motriz-Estado-Resposta (DSR Framework)

A estrutura PSR foi reformulada e adaptada a novos objetivos dando origem a outras variações. Utilizada no trabalho inicial sobre indicadores da UNCSD, o modelo *driving force-state-response* (DSR) (Figura 3.4) é uma reinterpretação do modelo anterior que inclui o uso de indicadores de força motriz substituindo indicadores de pressão especialmente pela

diferença da capacidade de abrangência entre essas categorias de indicadores. A matriz incorpora horizontalmente os três tipos de indicadores (*força motriz, estado e resposta*) e, verticalmente, as dimensões do desenvolvimento sustentável (*social, econômica, ambiental e institucional*).

Os adeptos a este modelo defendem que indicadores de pressão são mais adequados para questões ambientais. Já os de força motriz acomodariam melhor os aspectos sociais, econômicos e institucionais. Adicionalmente, o termo “forças motrizes” pressupõe maior neutralidade podendo ser usado para descrever atividades ou processos com impactos negativos ou positivos para o desenvolvimento sustentável (DESA, 2007).

DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	AGENDA 21 CAPÍTULOS	FORÇAS MOTRIZES ex. indústria e transporte	ESTADO ex. qualidade do ar, água, solo	RESPOSTAS ex. produção limpa, transporte público, normas, taxas e informação
SOCIAL				
ECONÔMICA				
AMBIENTAL				
INSTITUCIONAL				

Figura 3.4 - Estrutura *Driving force-State-Response* (DSR) adotada inicialmente pela CSD (DESA, 2001).

A partir de 2001, com a revisão dos indicadores da CSD, esta estrutura foi descartada especialmente porque não estava adaptada para identificar relações complexas entre diferentes aspectos; a classificação de indicadores como “forças motrizes”, “estado” e “resposta” foram ambíguas; havia incertezas quanto às relações causais e não havia evidências adequadas sobre as relações entre os indicadores e questões políticas (DESA, 2007). Os próximos indicadores foram já concebidos numa estrutura temática/subtemática mais flexível.

Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PSIR Framework)

A evolução do PSR ainda resultou na estrutura *pressure-state-impact-response* (PSIR) (Figura 3.5) que inclui uma categoria a mais de indicadores: os de *impacto*. Com o uso contínuo de indicadores como ferramentas de decisão, surge a necessidade de distinguir o estado do ambiente do nível originado por tais mudanças ambientais, a fim de captar a dimensão das alterações sofridas pelo ambiente. Assim, nessa estrutura, indicadores de

estado tem como vantagem a capacidade de foco em características físicas ambientais mensuráveis, em políticas existentes e práticas gerenciais utilizadas e, deste modo, conseguem explicar que fatores influenciam as pressões existentes, ao passo que descrevem o estado ambiental atual (SEGNESTAM, 2002).

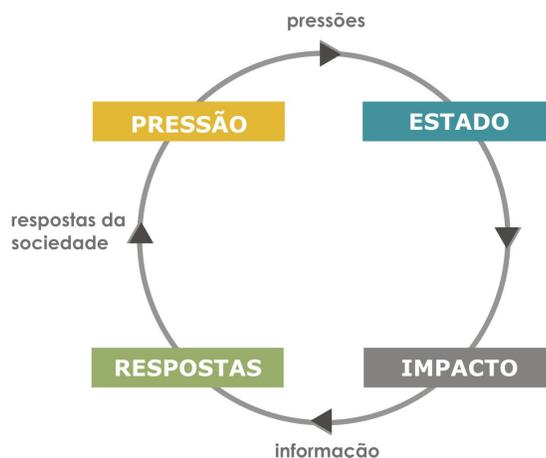


Figura 3.5 - Estrutura Pressure-State-Impact-Response (PSIR) (SEGNESTAM, 2002).

A categoria de indicadores de impacto é incluída para capturar os efeitos que as pressões podem exercer no estado do meio ambiente. No modelo PSR estariam considerados na categoria de indicadores de estado, o que poderia, em certos casos, dar orientações menos claras ao serem usados para a tomada de decisões ou para a formulação de respostas sociais. Decisões com base na informação de tais indicadores precisam, pois, ser monitoradas.

Indicadores de resposta podem, assim, ser utilizados para monitorar três aspectos das respostas da sociedade (SEGNESTAM 2002): (a) quais políticas ou investimentos são feitos para reduzir pressões, (b) se medidas mitigadoras propostas são apropriadamente implementadas e (c) se o comportamento dos atores envolvidos e atividades que exercem pressão estão mudando conforme o esperado.

No caso de não haver mudanças ou haver mudanças inesperadas, a estratégia de ação ou os indicadores precisam ser revistos. Pode ser que ligações causais assumidas estejam incorretas. Talvez outras políticas adotadas e práticas similares (como aspectos culturais) precisem ser reconsideradas e talvez as respostas também precisem ser diferentes para capturar todos estes aspectos apropriadamente. A estrutura PSIR é flexível e complexa o suficiente para contemplar a todos estes aspectos.

Modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (DPSIR Framework)

A terceira reinterpretação da PSR, a estrutura *driving force-pressure-state-impact-response* (DPSIR) (Figura 3.6) apresenta as cinco categorias de indicadores: *força motriz*, *pressão*, *estado*, *impacto* e *resposta*, oferecendo um mecanismo mais completo para a análise de problemas ambientais. Nesta estrutura, forças motrizes pressionam o ambiente e degradam o estado ambiental causando impactos na saúde humana e no ecossistema, levando a sociedade a responder com medidas políticas, regulação, informação e taxas que podem ser dirigidas a qualquer parte do sistema.

O componente “pressões” foi reinserido e um novo grupo (impactos) é utilizado para detalhar melhor os efeitos sobre o ambiente e facilitar a organização das respostas da sociedade (SILVA, 2007a).

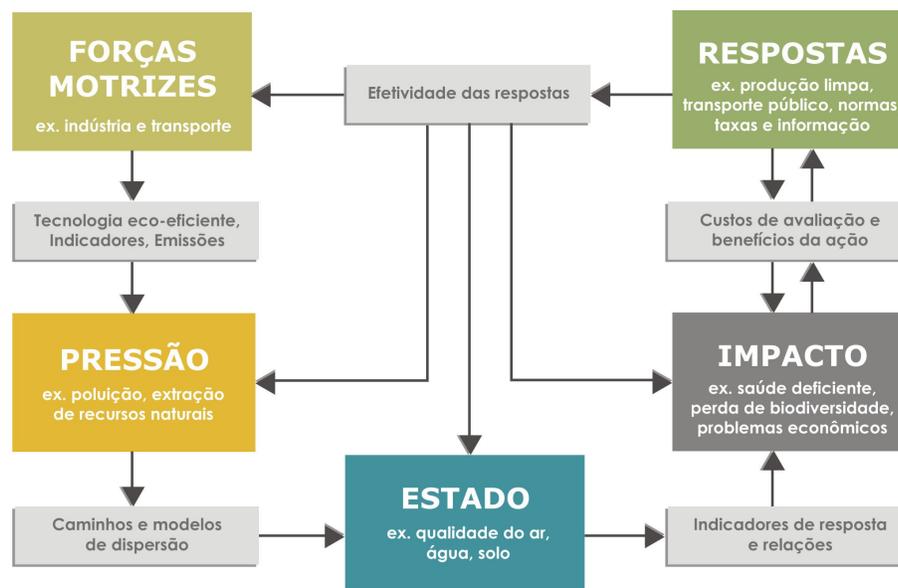


Figura 3.6 - Estrutura *Driving forces-Pressure-State-Impact-Response* (DPSIR) (a partir de HÄKKINEN, 2001 e SEGNESTAM, 2002).

Outras iniciativas para o desenvolvimento de indicadores adotaram combinações das abordagens apresentadas por meios ou temáticas e pressão-resposta, como as estruturas utilizadas na organização dos indicadores ambientais (estrutura FDES) adotada pela *Environment Statistics Section* da UNSTAT (UNSTAT, 1984) e na estrutura temática utilizada pela UNCSO (EUROSTAT, 2001).

O trabalho inicial da UNCSD utilizou a estrutura FDES, substituída pela DSR em 1996. A partir de então, o trabalho com indicadores se pautou na organização dos capítulos da Agenda 21 segundo as quatro dimensões do desenvolvimento sustentável - social, econômica, ambiental e institucional (DESA, 2007) – para, então classificá-los segundo o modelo conceitual DSR, amplamente adotado para o desenvolvimento de indicadores.

Entre 1996 e 1999, 22 países (incluindo o Brasil) participaram voluntariamente da etapa de testes. O EUROSTAT preparou uma compilação-teste de 54 indicadores da UNCSD com base em dados estatísticos europeus. Apesar de o modelo DSR ter-se mostrado útil para organizar os indicadores e testar o processo, o foco da estrutura analítica foi redirecionado para: (a) enfatizar políticas ou temas principais; (b) tornar o valor do uso do indicador mais óbvio; e (c) estimular o envolvimento de governos e da sociedade civil no uso e teste dos indicadores (EUROSTAT, 2001).

O modelo DSR foi então substituído pela *UNCSD Theme Framework and Indicators of Sustainability* (DESA, 2001) cuja organização se foca em temas, subtemas e dimensões do desenvolvimento sustentável. A estrutura da Agenda 21 deixou de ser seguida à risca, mas os temas/subtemas remetem aos capítulos apropriados. Essencialmente, a razão para a opção pela nova estrutura temática é melhorar a assistência para o processo decisório nacional e para avaliações de desempenho (EUROSTAT, 2001), sendo esta revisada e adequada para abranger as seguintes considerações: riscos futuros, a correlação entre temas, metas de sustentabilidade e necessidades básicas da sociedade. Essa estrutura analítica serviu de base para o desenvolvimento de diversos trabalhos, entre eles o das redes européias BEQUEST²¹ e CRISP²² e o de SILVA (2003), que abordou a discussão para o Brasil.

As estruturas analíticas atuam, separada ou complementarmente, como ferramentas de apoio ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade. Uma característica importante e comum a todas é que permitem ao usuário assegurar que todos os anseios – sejam impactos, pressões ou questões relacionadas a temas específicos – estejam sendo considerados e monitorados (SEGNESTAM, 2002). É o nível de detalhamento e o propósito do monitoramento que irão demandar estruturas adequadas para o suporte apropriado.

²¹ BEQUEST – Building Environmental Quality for Sustainability through Time.

²² CRISP – Construction and City related Sustainability Indicators.

A principal diferença entre os modelos existentes é o modo como estes conceituam e inter-relacionam as principais dimensões do desenvolvimento sustentável, a maneira como agrupam os aspectos e temas a serem medidos e os conceitos que adotam para justificar a seleção e o processo de agregação de indicadores (IISD, 2005). Sobretudo, não há uma estrutura analítica perfeita e aplicável a todos os casos. É preciso considerar a diversidade de contextos, temas e circunstâncias relevantes para o monitoramento da sustentabilidade e selecionar entre as estruturas existentes ou adequá-las cuidadosamente de acordo com o tema e o nível de análise.

Indicadores podem, ainda, estar conectados a várias tipologias (CRISP NETWORK, 2001). Estas são definidas e utilizadas de acordo com a estrutura analítica adotada, sua base conceitual e atendendo a objetivos específicos. A estrutura analítica de organização dos indicadores delinea e evidencia a tipologia dos indicadores. A Tabela 3.6 relaciona algumas definições de tipologias adotadas por diferentes estruturas analíticas e organizações.

É interessante salientar que o CRISP, ao classificar os indicadores segundo os tipos pressão, desempenho, estado, impacto, resposta e eficiência, demonstra que tal delineamento procura seguir a tipologia proposta pela EEA, porém, considera questões específicas relacionadas à edificações. A diferença mais relevante refere-se à definição do termo “desempenho”. O CRISP adota a definição do CIB²³ em detrimento da proposta utilizada pela EEA (HÄKKINEN *et al*, 2002). Em adição, não adota os indicadores de “força motriz” por estarem mais relacionados com a sociedade como um todo do que especificamente com edificações.

²³ CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction.

Tabela 3.6 – Tipologias de indicadores adotadas por diferentes estruturas e iniciativas.

Estrutura/ organização	Tipologia do Indicador (descrição)	
Estrutura analítica/ publicação/ organização responsável pela classificação	ISO 14031	Indicador de condição ambiental: expressão específica que fornece informação sobre condições ambientais locais, regionais e globais. Indicador de desempenho ambiental: expressão específica que fornece informação sobre o desempenho ambiental de uma determinada organização. Indicador de desempenho gerencial: é um indicador de desempenho ambiental que fornece informação sobre os esforços de gerenciamento capazes de influenciar o desempenho ambiental de uma determinada organização. Indicador de desempenho operacional: é um indicador de desempenho ambiental que fornece informação sobre o desempenho ambiental operacional de uma determinada organização.
	Estruturas:	Indicadores de forças motrizes (D) (descrição detalhada nesta sessão)
	PSR	Indicadores de pressão ambiental (P) (descrição detalhada nesta sessão)
	DSR	Indicadores da condição/estado ambiental (S) (descrição detalhada nesta sessão)
	PSIR	Indicadores de impacto (I) (descrição detalhada nesta sessão)
	DPSIR	Indicadores de respostas sociais (R) (descrição detalhada nesta sessão)
	Estrutura baseada no projeto (Input-Output-Outcome-Impact) (SEGNSTAM, 2002)	Indicadores de entrada: monitorar a provisão de recursos específicos para o projeto. Indicadores de produto: mensurar benfeitorias, produtos e serviços produzidos. Indicadores de resultado: aferir resultados imediatos ou em curto prazo. Indicadores de impacto: monitorar resultados em longo prazo.
	EEA (EEA, 1999)	Indicadores descritivos: descrevem o que está acontecendo com o meio ambiente e com os seres humanos. Esta tipologia está baseada, sobretudo, na estrutura DPSIR e em suas variações, incluindo os indicadores de forças motrizes, pressão, estado, impacto e respostas. Indicadores de desempenho: comparam condições atuais com um conjunto específico de condições referenciais. Medem a distância entre a situação atual e a situação alvo definida (meta). Indicadores de eficiência: relacionam pressões a atividades humanas para indicar se está havendo progressos e descrevem a eficiência de produtos e processos em termos de recursos utilizados, emissões e resíduos gerados por unidade de produto. Indicadores de bem-estar total (total welfare): tem a intenção de descrever a sustentabilidade total para demonstrar se, de modo geral, está havendo progressos.
	HÄKKINEN et al, 2002)	Indicadores de pressão: Indicam a evolução na liberação de emissões, o uso de recursos e solo. Indicadores de desempenho: descrevem o comportamento do produto (ou edifício) em seu uso pretendido. Indicadores de estado: descrevem quantitativa e qualitativamente fenômenos físicos (temperatura ou nível de ruído), biológicos (vida selvagem presente) e químicos (concentração de substâncias tóxicas), bem como sociais, econômicos e culturais. Indicadores de impacto: descrevem impactos causados pelas mudanças no meio ambiente e no ambiente construído como os relacionados à biodiversidade, recursos naturais disponíveis, condições de saúde e segurança. Indicadores de resposta: descrevem as respostas da sociedade, instituições, governamentais para compensar, mitigar ou adaptar mudanças. Indicadores de eficiência: relacionam pressões às atividades humanas, respostas ou ao desempenho. Informam sobre a eficácia de produtos, edifícios e processos em termos de recursos utilizados, emissões e resíduos gerados por unidade de produto.

3.4 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Indicadores são poderosas ferramentas para mudança, informação e propaganda. Sua presença ou ausência afeta o comportamento humano e da mesma forma, quando produzidos com pouca seriedade ou fundamentos, afetam o comportamento causando sérios desajustes.

Finalmente, podem ser considerados importantes e estratégicos, pois se encontram no centro de qualquer processo decisório.

Nos últimos anos verificou-se uma profusão de iniciativas para o desenvolvimento de indicadores para a tomada de decisão, particularmente por parte de países desenvolvidos e de agências internacionais. Na América Latina surgiram iniciativas que compreendem escalas diversas e enfoques metodológicos distintos (CEPAL, 2001). No Brasil, notam-se inúmeros esforços para definir indicadores de sustentabilidade do ambiente construído, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis (SILVA, 2003).

O desenvolvimento de indicadores internacionalmente envolve mais do que somente a simples listagem de indicadores. Se, por um lado, a necessidade de se relacionar os indicadores propostos, inequivocadamente, frente a consensos sobre a uma problemática ou tema é facilitado pela sua organização numa estrutura analítica padrão, por outro, a determinação de variáveis estatísticas, suas unidades de medida, classificação e métodos, periodicidade de coleta de dados devem ser especificados pelo processo de seleção, construção e compilação de indicadores (BARTELMUS, 1994). Tais aspectos técnicos e práticos, extremamente significativos, sobre a definição de indicadores e a disponibilidade de dados são, em geral, subjugados ao se, simplesmente, listar indicadores “desejáveis” para avaliações de desempenho.

Segundo Silva (2007a), o uso de indicadores prevê três etapas principais: (a) a escolha dos indicadores relevantes, que deve refletir as necessidades e preocupações das partes interessadas (agenda do setor) e a representação adequada do objeto avaliado, sendo que esta seleção depende de limites de decisão, do objeto e contexto de construção, e da disponibilidade prática de informação; (b) a pesquisa de métodos e informações adequados para avaliar os valores dos indicadores e; (c) a coleta de informações e uso de métodos relevantes para atribuir valores aos indicadores selecionados.

O consenso acerca da padronização de conceitos, classificação, seleção, construção e uso de indicadores em qualquer trabalho sobre este tema é um ponto prioritário (BARTELMUS, 1994). As dificuldades em antecipar e articular o uso potencial dessas ferramentas por um grande número de usuários, incluindo organizações governamentais e não-governamentais, a mídia, o setor privado, a comunidade científica e o público em geral, são bem conhecidas e,

na maior parte dos casos, não é fácil ir muito além da identificação de anseios genéricos e temas pertinentes especificados em sistemas estatísticos ou estruturas analíticas de indicadores.

A organização do trabalho é extremamente importante e o uso de metodologias para o desenvolvimento de indicadores apresenta vantagens, pois permitem a avaliação do nível de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade com fundamentação, segundo regras claras e, em geral, consensuais. Assim, é possível sintetizar informação de caráter técnico-científico, identificar variáveis-chave do sistema, facilitar a transmissão da informação, revelar tendências e possibilitar a comparação com padrões e metas, obtendo-se ao final, um instrumento confiável de apoio à decisão e ao processo de gestão.

Apesar de não existirem metodologias padronizadas para o desenvolvimento de indicadores, grande parte dos autores consultados neste trabalho considera que há vários passos fundamentais para sua formulação, como por exemplo: a definição clara dos objetivos do sistema de indicadores, do público alvo a que se destina, do contexto e finalidades às quais serão aplicados, dos temas considerados importantes em cada escala (local, nacional, regional ou global), da seleção de indicadores segundo critérios objetivos, exequíveis e verificáveis que justifiquem a escolha efetuada (em relação aos objetivos e necessidades dos usuários), bem como da interpretação, avaliação, apresentação e divulgação coerentes com os objetivos centrais da iniciativa.

O desenvolvimento de indicadores pode incluir ainda uma etapa adicional com a proposição de diretrizes de projetos, medidas mitigadoras e alternativas para sua implementação. Não é uma parte indispensável do processo, mas certamente importante para aprofundar o significado e garantir o sucesso da iniciativa. De qualquer modo, o desenvolvimento de indicadores bem feito conduzirá, facilmente, à definição dessas ações e medidas. O desafio se dará na fase de implementação uma vez que esta demanda recursos, vontade política e monitoramento.

3.4.1 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES

Uma estrutura analítica para organizar a seleção e o desenvolvimento de indicadores é essencial (EUROSTAT, 2001) e a sua definição é considerada o primeiro passo para o trabalho com indicadores (SEGNESAM, 2002), pois permite organizar os indicadores de

forma coerente, selecionar os mais adequados, direcionar o processo de coleta de dados e identificar lacunas de informação (SIDS, 2007).

Em geral, níveis analíticos distintos demandam diferentes estruturas analíticas. Isto é, de acordo com o detalhamento da análise, estrutura e propósito do monitoramento, diferentes estruturas oferecem suporte e auxílio apropriado. E, qualquer uma das estruturas analíticas precisa ter indicadores identificados para as respectivas categorias, sejam elas fases do projeto, categorias de indicadores ou temáticas ambientais ou de desenvolvimento sustentável. Para isso, utilizam-se critérios de seleção de indicadores, um aspecto metodológico crucial a ser considerado no trabalho com indicadores (SEGNSTAM, 2002).

Não há uma única estrutura analítica ideal e, considerando-se a diversidade de contextos, temas e circunstâncias relevantes para o monitoramento da sustentabilidade (em especial a do ambiente construído), é improvável que uma mesma estrutura se mostre adequada para todos os casos. Um fator importante é selecionar entre as estruturas existentes ou adequá-las cuidadosamente de acordo com o tema e o nível de análise. Mas, sobretudo, é preciso ser flexível. Diferentes ferramentas de apoio ainda diferem em seu grau de desenvolvimento e lapidação, porém há muitos pontos a serem mais bem explorados.

Métodos abrangentes e que demandam muito tempo para a coleta de dados, medições, observações e avaliações para produção de dados básicos – como a avaliação do ciclo de vida – não são usualmente adotados. Em geral, indicadores mais evidentes são demandados. No entanto, outros processos – como o desenvolvimento de produtos – oferecem maior facilidade de acesso a recursos para monitoramento e coleta de dados a serem usados no cálculo de valores de parâmetros.

Ao final, diante dos muitos esforços e discussões para o desenvolvimento de estruturas analíticas que produziram bons resultados, ainda que nenhum seja ideal, resta buscar aquela que, combinada ou não, ajustada ou refinada, torna intuitiva e captura a importância relativa dos indicadores, ilustrando suas inter-relações da melhor forma diante dos objetivos e do público-alvo em questão.

3.4.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Não é possível aplicar um conjunto único de indicadores a todos os casos e indicadores são utilizados com diversos objetivos, por isso é necessário definir critérios para a sua seleção e para a validação da sua escolha. Por outro lado, um pequeno número de indicadores, bem

selecionados, tende a ser mais efetivo (SEGNSTAM, 2002). Há alguns critérios de seleção que podem ser aplicados ao processo para a redução de uma lista extensa restringindo o número de indicadores. Tais critérios têm como objetivo garantir que os indicadores finais serão úteis e efetivos na provisão de informações-chave aos atores. O resultado do processo de seleção de indicadores busca a obtenção de um número conciso de indicadores que sejam claros e sintéticos.

Indicadores podem ser ultrapassados, ingenuamente selecionados, aferidos incorretamente ou imprecisos. É por isso que, via de regra, a seleção de indicadores é um processo cheio de lacunas (e até mesmo armadilhas) relacionadas à (MEADOWS, 1996): a) agregação excessiva, em que a mensagem torna-se indecifrável; b) medir o que é possível em vez do que é realmente importante; c) dependência de falsos modelos; d) falsificação deliberada (ao utilizar indicadores para conotações negativas); e) desviar a atenção da percepção direta (por exemplo, um indicador econômico que diz que a economia vai bem, quando na realidade todos estão mais pobres); f) confiabilidade exagerada (em geral indicadores contém lacunas); g) indicadores incompletos, ou seja, aqueles que apontam desvios de sistemas reais, mas não podem prever nem englobar todas as possibilidades.

O processo de seleção deve seguir um conjunto de critérios objetivos, exequíveis e verificáveis que justifiquem a escolha efetuada (SIDS, 2000). Por exemplo: existência de base de dados, possibilidade de intercalibração, possibilidade de comparação com critérios legais ou outras metas existentes/estabelecidas, facilidade e rapidez na determinação e interpretação, grau de importância e validação científica, sensibilidade do público-alvo, custo de implementação, facilidade de atualização/revisão. É fato que a maioria dos indicadores não atende a todos os critérios desejáveis, assim deve haver um esforço de otimização entre os critérios possíveis de garantir e aqueles mais relevantes para cada caso - é preciso conhecimento teórico e criatividade.

Indicadores devem ser claramente definidos a fim de evitar confusão ao longo do seu desenvolvimento ou interpretação. Devem ser práticos e realísticos e seu custo de produção ou a dificuldade de levantamento de dados considerados. A literatura sobre o desenvolvimento de indicadores aponta vários critérios de seleção, e os mais comumente utilizados ou descritos como os mais apropriados são agrupados na Tabela 3.7.

Outro aspecto a ser considerado é o modo como o processo de seleção é conduzido. Quando indicadores são selecionados e definidos, valores são expressos e propósitos são definidos sob consenso, diferentes pontos de vista estão envolvidos e modelos são desenvolvidos e compartilhados (implícita ou explicitamente). Por isso, o processo de seleção é o ponto em que a legitimidade e a compreensão são edificadas ao passo que os *stakeholders* vêem seus valores e anseios incorporados e contemplados nos indicadores. Por todas estas razões, um processo de seleção participativo e inclusivo legitima o produto e aumenta o aprendizado das pessoas envolvidas. À medida que o *expert* traz credibilidade científica ao processo de seleção, outros atores trazem credibilidade política. Mas essa integração tem custos e precisa ser feita com cuidado.

A seleção de indicadores é uma etapa crítica, pois terá impacto direto no comportamento do sistema a ser avaliado. No caso da construção civil, pode mudar o enfoque de modo intenso, juntamente com o avanço tecnológico e a regulamentação. Por outro lado, não ocorrem reações efetivas se não há informação ou se estas são inadequadas. Qualquer setor, seja o setor da construção civil ou outro, não pode alcançar metas que desconhece ou que não estão estabelecidas. Tampouco pode avançar em direção ao desenvolvimento sustentável (e à construção sustentável) se faltam indicadores definidos de maneira clara, precisa e atual. A presença do indicador já estimula a tomada de decisão e a ação frente a uma realidade.

Sobretudo, a seleção de indicadores deve estar diretamente relacionada aos problemas ou objetivos considerados. Por isso, o problema ou o objetivo central deve estar bem definido. Objetivos formulados de forma vaga ou muito abrangente são pouco úteis para o processo de seleção de indicadores e podem indicar que o objetivo em si não está bem elaborado ou identificado (SEGNESTAM, 2002). Ainda, a relevância em relação ao público alvo é decisiva. Diferentes atores podem apresentar diferentes necessidades e usos para a informação produzida por indicadores. Considerar aqueles que compõem o grupo alvo é, portanto, essencial. Por exemplo, as necessidades de uma autoridade específica ou do público em geral podem ser distintas: o primeiro poderia necessitar de um conjunto de informações detalhadas enquanto o segundo poderia ficar mais satisfeito com um pequeno número de indicadores-chave.

Tabela 3.7 – Principais critérios para seleção indicadores ou indicadores-chave (a partir de EEA, 2005; OECD, 2003; SILVA, 2007a; ISO 14031, 1999; SEGNESTAM, 2002 e SILVA, 2003).

Crítérios de seleção	Organização/iniciativas/autores que adotam ou recomendam	Comentários
Relevância (política)	EEA; OECD; SILVA (2007a); ISO14031; SIDS (2000) e SEGNESTAM (2002)	É representativo em relação a objetivos identificados (em políticas regionais, internacionais ou outras diretrizes), possui abrangência nacional ou oferece base para comparações internacionais.
Objetividade	OECD; SILVA (2007a); ISO14031, SIDS (2000) e SEGNESTAM (2002)	É simples, fácil de determinar e interpretar e capaz de mostrar tendências ao longo do tempo.
Comparabilidade/Progresso em direção aos alvos ou metas	EEA; ISO14031	Relevante quando metas quantitativas ou qualitativas forem definidas em documentos ou acordos políticos. Possibilidade de comparação com critérios legais ou outros padrões/metras existentes.
Mensurabilidade/Disponibilidade de dados	EEA; OECD; SILVA (2007a); ISO14031; SIDS (2000); SEGNESTAM (2002)	Verificar se é possível medir ou se haverá necessidade de atribuir valor ao indicador/critério relacionado ao suporte existente (por parte dos responsáveis comprometidos - legais ou não) para a coleta regular dos dados necessários.
Custo de implementação	OECD; SIDS (2000)	Permite a continuidade de produção de dados (prontamente e a custo razoável) para atualização contínua.
Confiabilidade/Qualidade dos dados	OECD	Os dados possuem qualidade comprovada e são adequadamente documentados e confiáveis.
Cobertura temporal e tempo	EEA; SEGNESTAM (2002)	O objetivo é ter uma cobertura temporal o mais ampla possível. Passível de compilação sem grandes atrasos e informar em tempo para permitir ações.
Cobertura espacial	EEA; SEGNESTAM (2002)	Relaciona a cobertura espacial do indicador em relação às metas estabelecidas.
Representatividade (em escala nacional)	EEA; ISO14031; SEGNESTAM (2002)	Possibilidade de definir <i>benchmarks</i> para o desempenho em nível nacional.
Compreensibilidade	EEA; SILVA (2007a); OECD; ISO14031	Foco na clareza, simplicidade e na apresentação apropriada. Clareza do valor (certeza sobre qual direção é a positiva e qual é a negativa) e conteúdo (unidades de medida que façam sentido).
Fundamentação metodológica	EEA; OECD; SIDS (2000)	Clareza analítica; teoricamente bem fundamentado em termos técnicos e científicos.
Padronização	OECD	Validade baseada em padrões ou consenso internacional.
Prioritário para Agendas ou políticas	EEA; SEGNESTAM (2002)	Assegura que o indicador mapeia temáticas prioritárias para os atores do sistema.
Utilidade para usuários	OECD; SEGNESTAM (2002)	É representativo para o público alvo e possui <i>threshold</i> ou valor referência com o qual possa ser comparado para que os usuários tenham acesso ao significado dos valores associados a ele.
Acessibilidade	SILVA (2007a)	Suficiente, capaz de dar um panorama da situação sem informações adicionais.
Sensibilidade/Flexibilidade	SILVA (2007a); ISO14031; SEGNESTAM (2002)	Adequados aos esforços da organização e sensíveis às mudanças, sensibilidade do público alvo e passível de ajustes e mudanças, possibilidade de atualização e calibração.
Rastreabilidade	SILVA (2007a); SEGNESTAM (2002)	Permite a rastreabilidade do processo de obtenção de pesos para os temas e categorias de desempenho em avaliação de edifícios.

Dentre os critérios aplicáveis e relevantes para a seleção de indicadores destaca-se aquele, específico ao nível espacial da iniciativa: *local, regional, nacional* (relevante às questões de

preocupação nacional) ou *internacional*. O nível analítico é um aspecto importante no desenvolvimento de indicadores e pode influenciar a interpretação dos resultados monitorados. Todos os níveis analíticos demandam a identificação da instituição responsável por implantar quaisquer medidas mitigadoras sugeridas ou outras ações que podem emergir com os resultados do monitoramento. Esse processo pode ser diferenciado de acordo com o nível de análise.

Em nível local, os atores são facilmente identificados e os responsáveis claramente determinados. Em nível internacional isso é mais difícil. Nenhum organismo de monitoramento internacional pode declarar as responsabilidades de países. Similar ao internacional, é o nível regional que envolve vários países. Indicadores nacionais têm abordagem mais prática focando: atividades que envolvem diferentes organizações e instituições, necessidade de pesquisa de dados nacionais, iniciativas focadas em coleta de dados e desenvolvimento de indicadores, pesquisas sobre a necessidade de informações específicas, etc. Já em nível local, os indicadores tendem a ser ainda mais práticos e orientados à ação. As relações causais são mais facilmente identificadas e o monitoramento, objetivo, identifica produtos e impactos (seria o caso de edifícios).

De fato, indicadores podem ser utilizados em diferentes níveis, no entanto, é preciso ter em mente que, devem ser internacionalmente comparáveis, ainda que sejam mais frequentemente utilizados nacionalmente (HÄKKINEN *et al.*, 2002), pois, no contexto internacional, a necessidade de comparação no modo em que indicadores são formulados e calculados é óbvia e não há sentido na comparação de indicadores calculados diferentemente.

No nível internacional é preferencial optar por indicadores calculados com dados existentes, considerando o custo de se criar novos indicadores. Os indicadores selecionados devem estar disponíveis em todos os países para permitir a comparação de resultados entre eles. Para que isso seja possível é necessário que exista o maior consenso internacional possível sobre os indicadores selecionados (UNSD, 2000).

Ainda, o critério de seleção pode depender do assunto a ser analisado, especialmente nos casos de indicadores para o desenvolvimento sustentável. Segundo SEGNESTAM (2002) o indicador deve refletir: a) mudanças em importantes áreas financiáveis (infraestrutura pública, estoques de recursos naturais); b) uma questão que pode gerar custos ou benefícios

significativos para as gerações presentes ou futuras (avanços tecnológicos, desertificação, etc.); c) uma questão que pode ser abordada ou observada apenas ao longo de anos, décadas ou séculos (ex: mudança climática) e/ou; d) uma questão que envolva um ponto limite (*threshold*) a partir do qual pequenas alterações poderiam conduzir a efeitos irreversíveis.

Deve-se ter o cuidado para que os indicadores sejam, também, sugestivos para ações efetivas, sendo capazes de exercer pressão para promover mudanças. Há outras características que aumentam a efetividade dos indicadores - como ser democrático (processo participativo para seleção e acesso de resultados) - e podem, conforme o caso, ser úteis como critérios para a seleção dos indicadores.

3.4.3 COLETA DE DADOS: DISPONIBILIDADE, CREDIBILIDADE E CUSTOS

Para dar continuidade ao processo, análises com base em indicadores e índices devem ser realizadas e para isso é preciso coletar dados. Após a definição dos aspectos conceituais relacionados ao desenvolvimento de indicadores, inicia-se esta parte prática que envolve a pesquisa em bases de dados existentes (disponibilidade, produção e uso de dados, necessidades não satisfeitas e tempo necessário para a obtenção de dados); utilidade prática dos indicadores e índices definidos e; aplicação da ferramenta analítica.

Aspectos práticos podem envolver grandes desafios como (SEGNESTAM, 2002): a falta de dados, a pouca qualidade dos dados existentes, a dificuldade em se desenvolver indicadores realmente úteis em função do nível analítico em foco ou ainda, dificuldade para apresentar ou disseminar os resultados de modo efetivo. E, obviamente, os custos também podem constituir um fator limitante neste processo.

A pirâmide da informação (Figura 3.2), em suas versões teórica *versus* realista, torna clara a realidade por trás do desenvolvimento de indicadores e índices. A base larga composta por dados primários de boa qualidade a partir dos quais indicadores são calculados, somente existe na teoria. A realidade é representada pela mesma pirâmide, porém invertida, em que os dados disponíveis (e confiáveis) são limitados. No entanto, tal fato não deve desencorajar novas iniciativas de trabalho, mas evidenciar a necessidade de coleta de dados com mais qualidade e rigor. Afinal, pode-se dizer que indicadores e a informação que geram são tão bons quanto os dados dos quais derivam.

O relatório *Global Environment Outlook 2000* (UNEP, 1999) discute duas causas restritivas para a coleta de dados novos e úteis: uma institucional e outra técnica. As **restrições**

institucionais envolvem a limitação de recursos, pessoal e equipamentos, unidades para relato dos dados, dificuldade para agregar e comparar conjuntos de dados, falha no gerenciamento de dados, falta de um sistema central de tratamento de dados e, falta de relevância de certas questões para determinados contextos. Já, *restrições técnicas* incluem definições não consensuais ou vagas e, falta de continuidade nas redes de monitoramento - o que gera lacunas nas séries de dados, emissão de relatórios em períodos defasados, uso de estimativas em substituição a dados reais e dificuldades conceituais e técnicas para medição e monitoramento.

Neste contexto, uma terceira categoria restritiva pode ser adicionada, a *política*. Questões ambientais, especificamente, nem sempre estiveram no topo da lista de prioridades dos governos em geral. Políticas ambientais e para o desenvolvimento sustentável demandam investimentos em longo prazo e tal característica vai de encontro às perspectivas de curto prazo, infelizmente, da maioria dos políticos. No entanto, a opinião pública pode ser alterada a partir das informações e do conhecimento disseminado pelos indicadores, assim, espera-se que logo exista maior demanda para que tais questões sejam contempladas nas decisões políticas.

A coleta de dados depende de recursos, tempo, equipamentos, pessoal treinado, entre outros e, considerando-se a realidade de muitos países, entre os quais o Brasil, a melhora na disponibilidade e qualidade dos dados coletados pode ser condicionada a um processo de longo prazo. Uma solução frente a esta questão é o uso de dados já existentes, que devem ser utilizados tanto quanto possível e com criatividade, inclusive, para reduzir custos.

No que diz respeito à responsabilidade pela coleta de dados, pode-se considerar que, em nível projetual, a organização ou empresa responsável pela implementação é a mais indicada para a coleta dos dados. Em nível internacional, os dados devem ser coletados pelos países internamente e depois, agrupados e centralizados por uma organização internacional. Em nível nacional, o mais comum é que uma organização nacional ou ministério seja responsabilizado pela coleta de dados para cada caso e interesse específico (SEGNSTAM, 2002).

Independentemente do nível analítico, pode-se elencar alguns critérios relevantes para a coleta de dados.

1. **Credibilidade:** os dados devem ter credibilidade, isso implica que os responsáveis

pela coleta devem também se responsabilizar pela credibilidade dos resultados. Se os dados não apresentarem credibilidade explicitamente (resultados de baixa qualidade) ou implicitamente (resultados sem credibilidade porque os dados refletem os interesses que quem os coletou), tornarão os indicadores inadequados. A credibilidade ainda se desdobra em dois aspectos: dados verdadeiros e capacidade de coleta. Ainda que os dados sejam verdadeiros, os responsáveis pelo monitoramento devem ser confiáveis e ter a capacidade necessária para desenvolver e analisar os indicadores, ou os resultados podem mostrar tendências falsas.

2. **Custo:** o custo efetivo também deve ser considerado. É possível que indicadores que já tenham sido selecionados por outros grupos ou organizações sejam aproveitados e monitorados, desde que estes sejam confiáveis junto aos atores envolvidos no processo. Assim, é possível cortar custos e aproveitar sistemas já estabelecidos.
3. **Responsáveis X incentivos:** é preciso equilibrar custos e benefícios ao definir a organização responsável pelo monitoramento e coleta dos dados. Convencer uma instituição a investir em monitoramento depende de incentivo. Monitoramento e coleta de dados implicam em custos que podem ser subsidiados, estabelecidos ou impostos por meio de regulação, normas, multas, compensações e benefícios econômicos de acordo com o nível e relevância da iniciativa.

Entende-se que, em nível nacional, a forma ideal para incentivar a coleta de dados ocorre através de regulação, normas, decisões políticas ou por meio de pressão popular, fruto da informação e conscientização sobre os possíveis benefícios oriundos de uma mudança de atitude. Em nível internacional e regional, por meio de autorização concedida a uma organização governamental ou não-governamental para disseminar informação. E, em nível projetual ou programático, por meio de regulação e benefícios em troca da informação gerada.

Um artifício para a redução de custos é a divisão dos indicadores em dois grupos (SEGNSTAM, 2002): um *core set* – grupo principal ou essencial – de indicadores para monitorar questões relevantes num nível mais agregado e um grupo complementar ao primeiro, que engloba as questões não tão comuns, oferecendo informações mais detalhadas sobre as mudanças apontadas pelos indicadores do grupo principal.

Tal estratégia tem sido utilizada em nível regional e internacional para que os objetivos

possam ser comparados entre países. Um *core set* de indicadores, monitorados por todos os países envolvidos é parte do objetivo de muitos trabalhos. No entanto, cada país, individualmente, é encorajado a monitorar outros aspectos que podem ser relevantes a sua realidade, particularmente. Esta solução é usada pela OECD no *Millenium Development Goals*. Ainda, outra possibilidade é trabalhar com um conjunto de indicadores alarme e outro de diagnóstico. Indicadores alarme apenas chamariam a atenção para a ocorrência de desvios indesejáveis e indicadores diagnóstico permitiriam uma investigação mais detalhada sobre as causas, extensão e magnitude dos impactos de tal desvio.

De modo geral, os indicadores considerados como melhores são os que possuem dados acessíveis ou cuja coleta não seja muito dispendiosa. Assim, indicadores tradicionais, baseados em fontes de dados tradicionais, são mais fáceis de monitorar e, por isso, mais efetivos na maior parte dos casos. Diante de um indicador “ideal” baseado em dados não confiáveis, o melhor é buscar-se outro indicador.

3.4.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Para atingir metas, análises com base em indicadores e índices devem ser realizadas. Tais análises resultam em informações que formam a base para a tomada de decisões. Para que a análise seja completa e exata, outros dados ou indicadores – além daqueles originalmente monitorados – podem ser necessários (SEGNESTAM, 2002). Isso é natural uma vez que o propósito do indicador é *indicar* a mudança e não necessariamente explicitar os motivos responsáveis por ela. Mas, até que a informação seja produzida e utilizada no processo decisório, o objetivo maior do desenvolvimento e uso de indicadores não terá sido concretizado.

Um ponto crítico para a análise e interpretação de indicadores pode ser o processo de agregação. Esta deve ser feita com cuidado, pois há perda de informação a cada estágio. Idealmente, somente informações importantes deveriam subir para níveis superiores. Deve ser possível desmembrar e investigar dados que foram unidos para criar determinados indicadores agregados. Informações de diferentes níveis hierárquicos deveriam estar disponíveis para pessoas em todos os níveis. Porém, uma das lacunas de tal sistema de informações é que ele pode ser manipulado. A solução é que o sistema seja acessível a atores com diferentes pontos de vista para interpretações múltiplas (MEADOWS, 1996).

Após a coleta dos dados e os cálculos realizados inicia-se a fase de a análise e interpretação

de resultados, para que, finalmente, os resultados obtidos possam ser reportados e apresentados de maneira adequada ao público. Dada a importância do papel dos indicadores como base para análises e tomada de decisão, fonte de informação e papel educador e formador de consciência para a sociedade como um todo, as ferramentas e os meios utilizados para a análise e posterior apresentação de resultados são importantes.

O uso de ferramentas de auxílio à análise como metas ou alvos, *comparators* (comparativos), *thresholds* (valores limite) e *baselines* (valores base) (Tabela 3.8) são úteis para o processo de análise de indicadores (SEGNSTAM, 2002) e para que estes, ao final, confrontados com um parâmetro estabelecido, tenham significado. Através do processo seqüencial de coleta de novos dados, a ferramenta analítica pode ser aplicada na análise da evolução dos indicadores (SEGNSTAM, 2002), respaldando o processo decisório.

Baselines são valores determinados antes que o indicador seja implementado a fim de demonstrar mudanças positivas ou negativas resultantes de uma iniciativa específica. Sem estes valores-base, os valores dos indicadores ao longo do monitoramento não podem ser comparados a um valor significativo sendo impossível dizer se houve melhora ou retrocesso no desempenho. No entanto, para avaliar se a iniciativa ou atividade foi a melhor alternativa *baselines* podem não ser suficientes, sendo necessário comparar os resultados obtidos com cenários de desenvolvimento alternativos, entre eles, o próprio cenário original, sem alteração ou intervenção alguma.

Para alguns sistemas de monitoramento a definição de *thresholds* pode ser ainda mais relevante do que a definição de *baselines* como uma ferramenta de análise. *Thresholds* são úteis em iniciativas nas quais melhorias ambientais ou desenvolvimento sustentável não sejam, necessariamente, o objetivo principal. Especialmente, naquelas que produzam impactos negativos sobre o ambiente e o cujo desenvolvimento leve a uma situação de desequilíbrio, por exemplo, num sistema de monitoramento baseado em sistemas de indicadores de alarme e diagnóstico. Sem tais níveis, não há como saber quando se dá o alerta ou quando se deve reagir ao fato revelado pelo indicador.

Tabela 3.8 – Ferramentas de auxílio à análise de indicadores de sustentabilidade (complementado a partir de SEGNESTAM, 2002).

Ferramentas	Para que utilizar?	Quando utilizar?	Como definir?
Baselines (Valor base)	Para quaisquer atividades cujos impactos se deseja monitorar	Ao monitorar mudanças ambientais, sociais, econômicas, etc. (positivas ou negativas) causadas por alguma atividade	Se utilizado para monitorar mudanças: estabelecer o <i>baseline</i> ao iniciar a atividade (definindo o estado atual do ambiente). Se utilizado para ilustrar a alteração global: definir o <i>baseline</i> como zero antes do início das atividades
Comparators (Comparadores)	Para comparar atividades, iniciativas, áreas ou regiões entre si (<i>baselines</i> , <i>thresholds</i> e <i>targets</i> são considerados <i>comparators</i>)	Ao comparar o estado ou evolução de atividades e regiões com outras em condições similares, verificando o desempenho de cada uma	Para definir qual <i>comparator</i> utilizar deve-se analisar o indicador proposto e selecionar <i>comparators</i> que sejam relevantes, isto é, que estejam expostos mais ou menos às mesmas circunstâncias e realidades
Thresholds (Valores limite)	Para controlar uma atividade que pode ter impactos negativos	Ao monitorar impactos negativos que não devem exceder um valor (<i>threshold</i>) predeterminado	Por meio do estabelecimento da capacidade de suporte (<i>carrying capacity</i>) do sistema. Devem ser definidos objetivamente a fim de que práticas de gerenciamento e de uso de recursos possam se relacionar a eles
Targets (Alvos ou metas)	Para atividades que têm o objetivo de melhorar o estado do ambiente ou do desenvolvimento sustentável	Ao monitorar quais impactos ambientais positivos resultantes de uma atividade ou iniciativa são suficientemente grandes	A definição depende do objetivo da atividade

O uso de *targets* (alvos ou metas) é muito similar ao dos *thresholds*, porém, estes são usados para melhorar o estado do ambiente por meio de ações como gerenciamento de recursos mais eficiente, redução de níveis de poluição ou aumento de eficiência institucional, sendo úteis em iniciativas que têm como um de seus objetivos a melhoria do desenvolvimento sustentável ou ambiental. Indicadores de desempenho são utilizados para monitorar o progresso em direção a tais alvos e metas.

Todas as ferramentas citadas podem ser consideradas *comparators* (comparadores), ou seja, o resultado do monitoramento de um indicador pode ser comparado com valores-base, *threshold* ou metas pré-determinadas. *Comparators* são ferramentas básicas, porém importantes, para a análise de indicadores e podem ser apresentados como números absolutos ou relativos. Tal diferença pode ser facilmente ilustrada ao considerarmos o indicador “áreas protegidas”. O valor pode ser expresso em quilômetros quadrados para cada país, porém, quando esta área é comparada à área total do país, a interpretação do indicador é simplificada. No entanto, para responder se esta área significa um grande ou pequeno espaço protegido, um *comparator* se faz necessário para, por exemplo, comparar a área protegida de um país com a média regional.

Um dos propósitos dos *comparators* é obviamente a comparação entre países, regiões, setores da economia ou grupos por renda, entre si. No entanto, é preciso ter cuidado para

evitar uma situação na qual um país, por exemplo, sinta a necessidade de se defender em vez de acatar a comparação como auxílio para alcançar a mudança necessária. Outro ponto crítico e que demanda precaução nas comparações entre países são as variações sobre definições e metodologias utilizadas.

3.4.5 FERRAMENTAS PARA APRESENTAÇÃO

Indicadores são, em geral, organizados e apresentados sob a forma de sistemas ou, mais especificamente, conjuntos de indicadores (HÄKKINEN *et al*, 2002), por exemplo: *United Nations Working List of Indicators of Sustainable Development*; *OECD Core Set of Environment Indicators*; *Green Building Challenge GBC International Frameworks* e; ferramental de avaliação ambiental e de sustentabilidade: *BREEAM UK*, *ECO Quantum NL*, *EQUER* e *ESCALE FR*, *DUXindex GE*, *LEEDTM*, entre outros.

Após a seleção segundo critérios específicos, agrupamento e organização dos indicadores segundo um modelo conceitual, grande parte destas iniciativas apresentam os indicadores no esquema de fichas metodológicas para cada indicador individualmente. Fichas de indicadores suportam a implementação do indicador, contendo características básicas e os princípios metodológicos essenciais para a obtenção dos dados necessários para o cálculo do indicador apresentado. Ainda procuram orientar os usuários quanto à existência de metas nacionais pré-estabelecidas politicamente ou, na ausência destas, metas ou valores internacionais (SIDS, 2000).

Walsh (2002) sugere a apresentação dos indicadores por meio de fichas metodológicas contendo: (a) **introdução**, com o objetivo do indicador, sua relevância política e relação com o desenvolvimento sustentável; (b) **descrição metodológica e definições**, com breve descrição do indicador em relação à estrutura analítica e informações sobre a interpretação do indicador; (c) **avaliação da disponibilidade de dados** de fontes nacionais/internacionais e; (d) **indicação** de outras referências e informações adicionais ao tema.

Apesar de as iniciativas no desenvolvimento de indicadores organizarem e estruturarem os indicadores, tais arranjos ou matrizes ainda permitem obter uma enorme quantidade de informação. Neste formato eles podem não simplificar as informações o suficiente para os atores interessados. Por esta razão, em muitos casos, um nível mais alto de agregação e a simplificação e redução de matrizes de indicadores é recomendado. Agrupar questões temáticas em um número limitado de categorias baseadas num modelo conceitual, por

exemplo, é um procedimento muito utilizado.

De forma a evitar problemas associados à agregação de indicadores, a maioria dos sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável que pretende avaliar a sustentabilidade de países baseia-se em conjuntos de indicadores que cobrem um vasto espectro de temas, ambientais, econômicos, sociais e por vezes, institucionais, geralmente apoiados nos diversos modelos conceituais apresentados anteriormente (PSR, DSR, PSIR, DPSIR, entre outros) (OECD, 2001a; SIDS, 2007).

Após a implementação dos indicadores, há vários meios para a apresentação de relatórios com resultados, por exemplo: textos explicativos, gráficos, apresentações numéricas, tabelas e mapas.

Gráficos e diagramas são úteis ao apresentar resultados para um público mais interessado na mensagem global do que em detalhes que uma extensa lista de números poderia oferecer. São, por definição, elementos visuais e, como tal, podem ser mais comunicativos do que uma tabela. **Tabelas**, por outro lado, oferecem ao usuário maior controle sobre os números apresentados. O controle da qualidade é, portanto, melhor quanto mais profundas e extensas forem as análises com bases nestes números. Há, também, razões práticas para a opção por tabelas, pois elas demandam menos espaço para apresentação de relações muito extensas de informações.

Mapas também são poderosas ferramentas para análise se utilizados de maneira correta e no contexto adequado. Há, atualmente, diversas tecnologias como o *Geographic Information Systems* (GIS), no qual dados são digitalizados sobre imagens. A principal vantagem do uso de mapas é permitir que vários indicadores sejam analisados simultaneamente de maneira facilitada e visualmente apreendida.

Sempre que possível, é preferível que indicadores sejam apresentados por meio de gráficos em vez de listas de números, assim não só o estado atual, mas a tendência ao longo do tempo é revelada. Afinal, só é realmente possível compreender indicadores pelo conhecimento de sua dinâmica.

O *Worldwatch Intitute*, em seu relatório anual *Vital Signs*, utiliza duas páginas para apresentar cada indicador, sendo uma com um texto explicativo e outra com gráficos que ilustram a evolução do indicador ao longo do tempo, além de uma tabela com os dados puros. Ainda, é possível que o gráfico apresente o indicador desagregado em suas partes

constituintes oferecendo informação mais detalhada e clara. É um modo econômico de comunicar uma grande quantidade de informação a uma vasta audiência traçando o histórico e futuro potencial para cada indicador.

A falta de padronização na apresentação de resultados pode resultar em comparações injustas e incorretas (SEGNSTAM, 2002). Listas e tabelas, muitas vezes induzem o público a fazer julgamentos sobre os últimos colocados na lista. Para evitar tal situação, ferramentas visuais podem ser utilizadas. Uma opção é o uso do gráfico *indicator diamond* (Figura 3.7) utilizado no trabalho *Millennium Development Goals* (MDG). Este tipo de ferramenta faz com que o observador concentre maior foco no progresso de cada país, empresa ou edifício em direção às metas do que na comparação destes entre si.

Outras ferramentas úteis e menos tendenciosas incluem outros tipos de gráficos e diagramas, tabelas, mapas e texto. O tipo de ferramenta a ser escolhida depende em grande parte do indicador, do objetivo da apresentação e do público expectador dos resultados. Por exemplo, textos são mais apropriados para indicadores qualitativos ou quando o público é formado por não especialistas (SEGNSTAM, 2002).

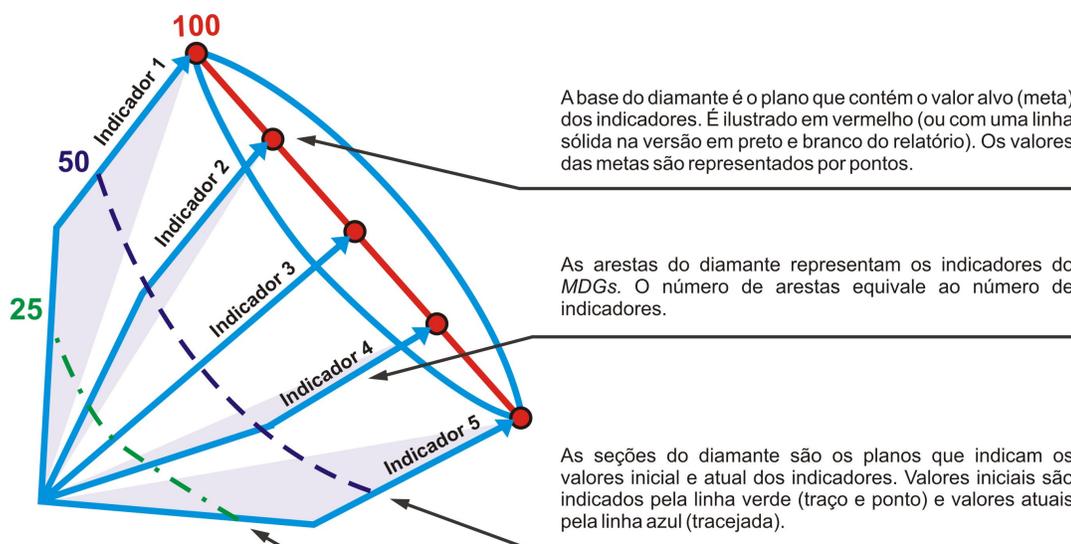


Figura 3.7 – Modelo do gráfico *Indicator Diamond* para a apresentação do progresso alcançado frente às metas do *Millennium Development Goals* (MDGs) (remodelado a partir de MDGs, 2009).

3.4.6 DIVULGAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A disseminação de descobertas e resultados e a participação dos usuários é essencial para a utilidade dos indicadores. A participação pode ser incentivada e o método como isso será feito depende de vários aspectos como: a) o nível de participação desejada (apenas o compartilhamento de informações ou participação ativa); b) o impacto desejado para os indicadores (aumento do conhecimento ou aumento do uso da informação); c) identificação do público-alvo (público em geral, especialistas técnicos ou políticos), e d) meios de publicação disponíveis.

Websites na internet, CD-ROMs e publicações impressas são os meios mais usuais para disseminar os resultados. Mas, diante da flexibilidade e acessibilidade de um website, essa é sem dúvida a ferramenta mais poderosa numa sociedade globalizada e da informação. Para publicações menos formais, várias organizações têm utilizado cartazes, folhetos e postais.

Construir e manter uma base de dados pode ser um processo custoso e burocrático. Bases de dados computadorizadas são instrumentos refinados, por vezes caras de manter e muitas vezes mais úteis para pesquisas e estudos do que para informar a sociedade e impulsionar reações. No entanto, versões mais simples, amigáveis e interativas podem gerar um bom resultado. Da mesma forma, longas listas de números podem auxiliar como instrumentos de comunicação, mas instrumentos mais imediatos são os gráficos. Pessoas com prática em artes gráficas podem oferecer maior auxílio do que *experts* na elaboração visual de bases de dados.

4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

4.1 INTRODUÇÃO

A construção civil prevê o mecanismo de distribuição em diversas vertentes da política governamental baseada na provisão e modernização do ambiente construído de nações, por meio de infraestrutura para transporte, habitação, edifícios (escolas, hospitais, empresas e comércio) e obras hídricas (DETR, 2000). E, para que a indústria da construção tenha maior percepção sobre seu estado atual de produção e tenha condições de produzir edifícios e estruturas que ofereçam maior satisfação, qualidade de vida aos seus clientes e usuários, além de minimizar impactos e danos ao meio ambiente, ser mais lucrativa e competitiva, necessita de indicadores para orientar-se e assegurar que o progresso esteja ocorrendo.

A busca por indicadores para edificações levou ao surgimento de novos esforços para sua definição. No entanto, a maior parte das métricas identificadas na revisão das iniciativas mundiais de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade concentra-se na dimensão ambiental, sendo esta mais apropriada para medir a saúde e a sustentabilidade de ecossistemas, comunidades ou componentes ambientais específicos, como água ou ar.

Adicionalmente, muitas destas métricas não podem ser aplicadas a edifícios ou aos seus efeitos, uma vez que estes não permitem distinguir a parcela de contribuição relativa dos edifícios ou do ambiente construído à saúde ou à sustentabilidade de um dado ecossistema, comunidade ou componente ambiental de interesse (SILVA, 2003). Há, portanto, uma dificuldade em relacionar informações obtidas na escala do edifício com o progresso do setor ou da nação em quaisquer das dimensões da sustentabilidade, mesmo na dimensão ambiental, que vem sendo a mais estudada delas.

Por outro lado, há necessidade e urgência em se definir e selecionar indicadores relevantes para edifícios que, agregados para formar uma medida global da sociedade ou não, indiquem o caminho para: (1) o esforço conjunto no cumprimento de metas nacionais e setoriais e (2) a produção de um ambiente construído de modo mais responsável a partir da reflexão sobre seus efeitos no longo prazo.

4.2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

Indicadores de sustentabilidade de edificações são parâmetros medidos ou observados que fornecem informação acerca do impacto sobre a sustentabilidade ambiental, econômica, social e cultural com um significado que transcende aquele diretamente associado ao do parâmetro em si (HÄKKINEN *et al.*, 2002). Refletem a relação causa-efeito entre uma ação e suas conseqüências. São instrumentos conceituais, expressos em termos precisos e claros que medem o processo em direção a uma meta, possuem uma unidade de medida através da qual o monitoramento pode ser conduzido.

Porém, neste caso, estas variáveis sintéticas que indicam, descrevem ou medem o estado de um fenômeno devem ser consideradas num contexto bastante específico: o da construção e dos métodos de avaliação de edificações, seja para a sua certificação - *labelling*, classificação – *rating*, comparação ou auxílio na definição de estratégias de projeto. E, deve ficar claro que existem diferenças fundamentais entre o conceito puro de *indicadores de sustentabilidade* e os indicadores utilizados em métodos de avaliação de edificações.

Muitos dos métodos de avaliação de edificações não abordam as dimensões sociais e econômicas da *sustentabilidade*, ou o fazem superficialmente, e/ou considerando as edificações *individualmente* e não no contexto em que se inserem. Por outro lado *indicadores de sustentabilidade*, particularmente os indicadores sociais e econômicos, relacionam-se a questões mais amplas da sociedade, como nível de escolaridade, redução de pobreza, analfabetismo, PIB e outros aspectos nem sempre facilmente associáveis à escala organizacional ou de um edifício. Outra diferença de abordagem significativa envolve a crescente tendência entre métodos de avaliação de agregar métricas de desempenho para traduzir o desempenho global de um edifício, enquanto indicadores de sustentabilidade são, geralmente, mantidos como entidades discretas (COLE, 2002).

Finalmente, indicadores de *sustentabilidade* são variáveis que ajudam a medir o estado (atual) ou progresso em direção a um objetivo ou seu estado sustentável e, para tanto, este patamar sustentável deve, portanto, ser identificado ou suficientemente estimado. Mas a dificuldade em relacionar níveis de desempenho de edificações a indicadores mais amplos de progresso em direção à sustentabilidade permanece como um dos principais desafios a serem enfrentados. É, portanto, seguramente mais simples obter dados para gerar indicadores de desempenho em relação a metas de sustentabilidade do que definir precisamente o estado sustentável, ainda que dificuldades práticas de acesso a dados

confiáveis e contínuos sejam um obstáculo a superar. Por isso, em geral, os métodos existentes para avaliação de edificações adotam esta alternativa e reportam-se a metas de sustentabilidade (ambiental) definidas teórica - ou empiricamente. Definições empíricas são validadas ou excluídas com base nas experiências práticas de implementação.

Neste contexto, indicadores de sustentabilidade de edificações descrevem os seus impactos ambientais, econômicos e sociais para projetistas, proprietários, usuários, gestores, desenvolvedores de políticas públicas e demais partes interessadas da indústria da construção. Ao fornecerem informações necessárias para a tomada de decisão, esses indicadores permitem (SILVA, 2003, ISO 15.392/2008):

- (a) facilitar o estabelecimento de metas e o desenvolvimento de padrões de referência para avaliação e monitoramento de desempenho (*benchmarking*);
- (b) medir ou descrever o desempenho (aderência às metas estabelecidas) de programas, ações, edificações e projetos, de diferentes agentes do processo de construção ou de diferentes regiões ou países;
- (c) monitorar periodicamente o progresso em direção à sustentabilidade;
- (d) propiciar comunicação com clientes e demais partes interessadas;
- (e) derivar benefícios diretos de relato de sustentabilidade e de *benchmarking* do desempenho, permitir o diagnóstico (para apontar fatores que afetam a sustentabilidade) e comparação entre alternativas e edificações.

O *European Charter 2000* (WALSH, 1998) enfatizou a necessidade do uso de indicadores de desempenho na construção para a definição de metas e para o monitoramento do desempenho real do ambiente construído, incluindo edificações, projetos, transporte, sistemas de apoio e infraestrutura. Indicadores de desempenho detalhados para todos os estágios do processo construtivo (planejamento, projeto, construção, operação, manutenção e demolição) devem ser utilizados para elevar padrões de sustentabilidade, verificar o alcance de objetivos e continuamente adequar alvos em intervalos adequados.

O setor da construção precisa de indicadores para avaliar o desempenho e a qualidade ambiental de edificações, mas, sobretudo, para orientar e apoiar o planejamento e projeto de edifícios sustentáveis. Para isto, agentes de decisão e atores terão que fazer escolhas e tentar equilibrar as diversas necessidades para encontrar uma solução que seja a melhor para a grande maioria. Tais decisões precisam ser flexíveis e devem ser orientadas por indicadores consensuais a fim de manter o equilíbrio do sistema.

Portanto, a demanda por indicadores simplificados neste setor existe, sobretudo, por razões práticas como (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003): (a) a necessidade de tomada de decisões importantes nos estágios iniciais de processos e projetos construtivos; (b) a escala de complexidade observada e a natureza dos projetos e das edificações, especialmente por dificuldades no processo de coleta de dados; (d) indicadores são também necessários caso a atividade considerada tenha impactos indiretos no desenvolvimento sustentável; (e) para orientar a tomada de decisão no processo projetual, produtivo e no gerenciamento e; (f) para indicar a eficiência ambiental de produtos e processos ao público e clientes.

A discussão sobre indicadores de sustentabilidade de edificações foi intensificada ao longo da década de 90 e a Tabela 4.1 reúne as principais iniciativas de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor da construção, nos níveis setoriais e de edificações.

É importante destacar que houve um grande volume de trabalho para o desenvolvimento de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável em geral entre a década de 90 (*OECD Core Set of Environmental Indicators, 1993; UN CSD Working List of Indicators of Sustainable Development, 1996; UN CSD Theme Indicator Framework, 1999; World Bank Environmental Performance Indicators, 1999*) e a década seguinte (*UN DSD Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies, 2001; EUROSTAT Energy and Environmental Indicators; 2002; IBGE Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, 2004; UN Millenium Development Goal Indicators, 2005; EEA Core Set of Indicators Guide, 2005; CEPAL Indicadores de Desarrollo Sostenible en América Latina y El Caribe, 2005; UN Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, 2007, etc.*).

Especificamente no caso de indicadores de sustentabilidade em edificações, houve um pico entre 1990 e 2003, correspondente ao desenvolvimento individual dos sistemas de avaliação (por exemplo: *BREEAM, 1990; BEPAC, 1993; LEEDTM, 1996; GBC/iiSBE, 1996; CASBEE, 2002; HQE, 2003; entre outros*) e, de forma mais abrangente, com o estabelecimento da rede *CRISP* (2000-2003) e *CIRIA* (2001). Após um período de acomodação, os esforços foram retomados, destacando-se, o trabalho recente do grupo *ISO/TC59/SC17/WG2* da ISO (2006), da *SB Alliance* (2008) e do *UNEP/SBCI* (2009).

Tabela 4.1 - Iniciativas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor da construção.

Organização/ iniciativa	Publicação/Fonte	Objetivo/Foco
NO NÍVEL SETORIAL		
CIB W82 Construction Related Sustainability Indicators (CRISP) (06/2000 a 08/2003)	CRISP NETWORK (2001); Häkkinen <i>et al.</i> (2002); CRISP NETWORK (2004)	Indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor de construção (rede européia).
Construction Industry Research and Information Association (CIRIA)	CIRIA (2001)	Indicadores de sustentabilidade para a indústria da construção do Reino Unido.
NO NÍVEL DE EDIFICAÇÕES		
University of Michigan	REPPE, 1999a	Indicadores de sustentabilidade de edificações.
Green Building Challenge (GBC)	COLE, LARSSON (2000); LARSSON, NILS, COLE (2001)	Indicadores de sustentabilidade ambiental utilizados para comparar edificações em diferentes países.
ISO TS 21929	ISO/TC59/SC17/WG2 (ISO, 2006)	Estrutura de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações – Normalização.
ECOLOGICA Brasil	SILVA (2003)	Iniciativa pioneira no desenvolvimento de um método brasileiro de avaliação da sustentabilidade da produção e uso de edificações definindo diretrizes e indicadores de sustentabilidade.
HQE/AQUA	FCAV (2007 e 2008)	Primeiro referencial técnico comercial brasileiro para a avaliação de edificações, determina o desempenho em função de indicadores e de critérios de avaliação.
SB Alliance	http://www.sballiance.org/	Indicadores simplificados globais x metas e indicadores locais específicos. Definição de 6 indicadores-chave para a avaliação de edificações e áreas urbanas, metodologia de cálculo e relato de resultados, bem como uma proposta que relaciona tais indicadores e sistemas de avaliação.
SBCI Common carbon metrics	http://www.unepsbci.org	Protocolo para medir uso de energia e relatar emissões de GHGs a partir da operação de edifícios, utiliza dois indicadores: <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade energética = kWh/m²/ano ou kWh/ocupante/ano • Intensidade de carbono = kgCO₂e/m²/ano ou kgCO₂e/ocupante/ano
UNEP Sustainable Building & Climate Initiative - SBCI Sustainable Building Index	http://www.unepsbci.org SEO, S., FOLIENSTE, G.C., TUCKER, S.N. (2009) ¹	Definição dos 10 indicadores globais-chave de desempenho de edificações em sustentabilidade, a partir da chamada quadruple bottom line (desempenho, ambiental, econômico e social). Os indicadores deverão ser MRV (mensuráveis, relatáveis e verificáveis), aplicáveis ao estoque construído e novas construções, para informar políticas públicas e setoriais (iniciativa em andamento). Utiliza a metodologia Delphi para definir uma estrutura analítica consensual global e uma lista de indicadores de desempenho para edificações sustentáveis.

¹ Documento de acesso restrito, obtido mediante comunicação direta com o autor.

Em 1999, a Universidade de Michigan realizou um workshop para discussão de indicadores de sustentabilidade de edificações (REPPE, 1999a), obstáculos para a sua implementação (REPPE, 1999b) e estratégias (REPPE, 1999c). Em 2001, foi constituído um Grupo de Trabalho no *Green Building Challenge* (GBC) com o objetivo desenvolver uma lista preliminar de indicadores de sustentabilidade, entendidos como medidas absolutas destinadas a embasar a comparação internacional de edificações. Inicialmente adotou-se a terminologia *indicadores de desempenho ambiental*. Mais tarde, após uma importante mudança de abordagem, foram iniciados estudos para consideração dos efeitos econômicos e sociais relacionados à construção e operação das edificações.

Um avanço paralelo e bastante importante nesta mesma direção é o trabalho do sub-comitê (SC) 17 - Sustainability in Building Construction, do Comitê técnico (TC) ISO Technical Committee 59 - Buildings and Civil Engineering Works, da ISO (**ISO/TC59/SC17**) na elaboração de um conjunto de normas sobre sustentabilidade de edificações e ativos construídos, que inclui um texto específico sobre princípios para indicação de sustentabilidade de um edifício ou grupo de edificações (SILVA, 2007a).

Com o uso destas normas, pretende-se que as avaliações e certificações de sustentabilidade de edificações sejam feitas segundo uma estrutura comum e um conjunto principal de indicadores. Iniciativas para padronizar requisitos para métodos de avaliação de edificações e traçar um *framework* comum tendem a melhorar a qualidade e comparabilidade entre os sistemas de avaliação (COLE, 2005).

A definição de normalização de sustentabilidade do ambiente construído na ISO, atualmente, já disponibiliza os seguintes textos produzidos ou em desenvolvimento pelos grupos de trabalho (WGs²) do ISO/TC59/SC17:

- **ISO TC59/SC17/WG1/Nxxx (ISO 15.392/2008):** Sustainability in building construction: General Principles;
- **ISO TC59/SC17/WG2/N142 (ISO/TS 21.929-1:2006³):** Sustainability in building construction: Framework for the development of indicators for buildings;

² WG 1 General principles and terminology; WG 2 Sustainability indicators; WG 3 Environmental declaration of products; WG 4 Environmental performance of buildings; e WG 5 Civil engineering works.

³ Atualmente em revisão para: ISO/DIS 21929-1 - Sustainability in building construction -- Sustainability indicators -- Part 1: Framework for the development of indicators **and a core set of indicators for buildings**.

- **ISO TC59/SC17/WG4/N501 (ISO 21.931-1:2010):** Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works - Part 1: Buildings.

O objetivo da **ISO 21.931** é definir um *framework* para indicadores de sustentabilidade de edifícios. A norma descreve e lista diretrizes para o desenvolvimento e seleção de indicadores relacionados a edificações e aponta uma lista mínima de itens a serem contemplados no desenvolvimento de métodos de avaliação ambiental de edificações. Os indicadores ambientais utilizados referenciam-se basicamente às categorias de impactos listadas na ISO 14.042 (*Environmental management – Life-cycle impact assessment*): uso de recursos (solo, água, energia e matérias-primas), potencial de aquecimento global, acidificação, eutroficação, formação de foto-oxidantes, dano à camada de ozônio, ecotoxicidade, contaminação do solo, saúde e biodiversidade.

Segundo Silva (2007a), uma norma complementar - **ISO/DTR 21932** (*Building and construction assets – Sustainability in Building – Sustainability indicators*) - apresentaria indicadores econômicos e sociais, com *indicadores econômicos* relacionados a fluxos monetários - basicamente custo ou retorno para proprietários, ocupantes e usuários - gerados durante o ciclo de vida do edifício⁴, e indicadores sociais tratados em termos de saúde e produtividade (riscos à saúde e clima interno); segurança do usuário, igualdade (acessibilidade) e herança cultural (qualidade arquitetônica; flexibilidade; vida útil do edifício e adequabilidade ao entorno). No entanto, a nomenclatura atualmente divulgada pelo TC59/SC17 para a ISO/DTR 21932 é *Sustainability in building construction – Terminology*, não havendo indicação do andamento do trabalho em indicadores sociais e econômicos.

No setor da construção, indicadores de sustentabilidade são um paralelo necessário ao lado de macro indicadores nacionais e indicadores de escala regional que medem o movimento da sociedade na direção ou não de alguma aproximação ao desenvolvimento sustentável (GUY; KIBERT, 1998). Indicadores da construção sustentável consideram relações com a comunidade de forma mais ampla enquanto abordam questões específicas de planejamento,

⁴ Como investimentos (em terreno, projetos, manufatura de produtos, construção...); custos operacionais (consumo de energia e de água, gestão de resíduos...); custos com manutenção e reparo; e com desconstrução e destinação de resíduos de demolição.

arquitetura, operações em construções, operação, reuso e adaptação de edificações e disposição final. A Tabela 4.2 apresenta indicadores potenciais para medir a sustentabilidade em edificações.

Tabela 4.2 – Indicadores potenciais para medir a sustentabilidade na construção (GUY; KIBERT, 1998).

TEMAS	Indicadores potenciais
SOLO	Áreas de “brownfields” ⁵ desenvolvidas (ou recuperadas) anualmente como porcentagem do total de áreas identificadas
	Área verde por metro quadrado de área construída
	Inventário da cobertura arbórea
	Razão entre área do município e seu perímetro
ÁGUA	Área total impermeável ou área superficial impermeável por unidade de área
	Consumo de água per capita
	Consumo de água reciclada/reaproveitada per capita
MATERIAIS	Toneladas de resíduos (de construção e demolição) reciclados por unidade de nova construção
	Número de edificações históricas
	Porcentagem de edificações comerciais com facilidades ou sistemas de reciclagem internos
USO DE ENERGIA	Acidentes de carro por cruzamentos selecionados
	Porcentagem de energia consumida proveniente de recursos renováveis
POLUENTES	Porcentagem de ambientes internos “ <i>smoke-free</i> ” em relação à área total construída

Dentre os objetivos fundamentais do uso de indicadores de desempenho de sustentabilidade no setor da construção e, em especial em edificações, aponta-se aqueles que permitem (a) iniciar o trabalho prático de implementar uma abordagem sustentável ao desenvolvimento futuro e à modificação no ambiente construído além de contribuir para a existência e manutenção de um ambiente natural ao reparar potenciais danos causados direta ou indiretamente pela construção; e (b) harmonizar indicadores de desempenho para a aplicação nacional e permitir a comparação entre países, permitindo a criação de metas, além de quantificar e monitorar o desempenho de edificações a partir de um *benchmark* consensual.

Neste sentido, pode-se destacar o trabalho realizado pelas principais iniciativas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações internacionalmente e que delineiam a tendência mundial no tema nas escalas: **a) setorial: Construction Related**

⁵ “Brownfields” (campos marrons) é um termo de origem americana que designa instalações industriais e comerciais abandonadas, ociosas ou subutilizadas cuja expansão ou revitalização são complicadas por contaminações ambientais reais ou percebidas. No Reino Unido e na Austrália, o termo é aplicado para qualquer tipo de terreno já utilizado. Em planejamento urbano, define um terreno previamente usado para fins industriais ou comerciais, e que pode estar contaminado por baixas concentrações de lixo tóxico ou poluição mas que possui o potencial para ser reutilizado desde que seja limpo.

Sustainability Indicators (CRISP) Network; Construction Industry Research and Information Association – CIRIA e; b) da edificação: SB Alliance; SBCI Common carbon metrics e UNEP Sustainable Building & Climate Initiative - SBCI Sustainable Building Index, apresentadas a seguir.

Construction Related Sustainability Indicators (CRISP) Network

Em 1995, a *CIB Working Commission W82 “Future Studies in Construction”* (CIB W82) criou o projeto *Sustainable Development and the Future of Construction* (1995-1998), envolvendo 11 países europeus, além de Estados Unidos, Japão e Malásia. O projeto tinha por objetivo definir o termo *construção sustentável*, as conseqüências futuras do desenvolvimento sustentável sobre a indústria da construção, recomendações estratégicas e exemplos de melhores práticas de construção. Este estudo concluiu que o passo seguinte deveria ser alcançar maior visão consensual por meio de um modelo global comum e estabelecer indicadores e políticas para traduzir esta visão em realidade (HUOVILA, 2002). O resultado deste trabalho foi base para preparação da Agenda 21 em Construção Sustentável publicada pelo CIB em 1999.

Em continuidade, a CIB W82 criou o projeto *Construction Related Sustainability Indicators – CRISP* (1999-2001) para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para o setor de construção. Estes indicadores deveriam considerar todo o processo de produção do edifício, que começa no início do projeto e termina no fim do ciclo de vida do empreendimento, incluindo demolição e eventual tratamento posterior. A missão do projeto era desenvolver uma estrutura comum em nível internacional, com um conjunto único de indicadores que, eventualmente, tivessem ponderações diferentes em cada país. A estrutura de indicadores deveria, ainda, ser compatível com um cenário futuro projetado, para permitir a evolução dos indicadores e de seu conteúdo ao longo do tempo.

O trabalho continuou com a formação da *European Thematic Network on Construction and City Related Indicators (EC CRISP Network)*, liderada pelo CSTB (França) e pelo *VTT Building Technology* (Finlândia). Inspirada no projeto internacional CIB-W82 a *CRISP NETWORK* constitui-se numa rede temática de trabalho na qual o estabelecimento de um grupo dinâmico, formado por profissionais reconhecidos, permite a pesquisa e a troca de informações acerca de indicadores de sustentabilidade relacionados à construção e à cidade.

A responsabilidade pela coordenação de pesquisas em desenvolvimento permitiu que este grupo orientasse a definição e validação de indicadores a fim de melhorar a qualidade de vida e promover o desenvolvimento sustentável avaliado em termos econômico, ambiental, social, cultural e institucional. Sobretudo, os impactos e benefícios eram esperados em decorrência do objetivo central em desenvolver e validar critérios harmônicos, identificando indicadores relevantes e eficientes para medir a sustentabilidade de construções, especialmente no ambiente urbano (CRISP NETWORK, 2001).

Entre os objetivos e as principais atividades do Projeto CRISP destaca-se (HUOVILA, 2002; CRISP NETWORK, 2004; BOURDEAU, HUOVILA, 2002):

- **Definir uma estrutura e metodologia consensual para indicadores**, inicialmente, com base no modelo *driving forces-state-response (DSR)* e em categorias/etapas processuais em cinco níveis de abrangência crescente: edifício, urbano, regional, nacional e global. Inclui ainda a definição do estado da arte de indicadores de desempenho existentes e de trabalhos em desenvolvimento, bem como os objetivos e anseios globais e nacionais sobre construção sustentável;
- **Definir e validar indicadores** (quantitativos e qualitativos) de sustentabilidade relacionados ao setor de construção, incluindo aspectos ambientais, econômicos, sociais, culturais e institucionais. Os indicadores são práticos e validados em casos-piloto;
- **Implementar os indicadores** para (1) mensuração da sustentabilidade de edificações e do ambiente construído em cidades, e dos diferentes atores envolvidos em sua criação e manutenção em nível nacional e; (2) comparação da sustentabilidade de edificações, regiões e nações;
- **Estimular e coordenar o desenvolvimento e o uso de indicadores** incluindo trabalhos de pesquisa e iniciativas referentes à: definição, validação e implementação de indicadores de sustentabilidade relacionados à construção e à cidade para medir e comparar a sustentabilidade de: a) cidades e áreas urbanas; b) projetos construtivos em cidades; c) grandes grupos de edificações; d) edificações individuais; e) materiais, produtos e componentes e; f) atividades construtivas, entre outros;
- **Agrupar indicadores numa base de dados**: coletar, agrupar e organizar indicadores numa base de dados – com informações sobre validação, teste e critérios de uso comparando indicadores e metas de desempenho e;
- **Disseminar amplamente os resultados das pesquisas realizadas** por meios de comunicação e disseminação: website público, rede de trabalho e usuários finais, *newsletters*, conscientização de padronização e, publicações (livro, mídias, site).

SILVA (2003) realizou uma criteriosa revisão dos indicadores de sustentabilidade existentes e acrescentou a reflexão de sua aplicabilidade e das peculiaridades do contexto brasileiro. Estas iniciativas somam-se para configurar um amplo estado da arte e servir de base para os

desenvolvimentos posteriores. Os indicadores foram estruturados de acordo com: tipo, escala do impacto, aspecto de desenvolvimento sustentável e categoria de construção.

Na classificação da CRISP são previstos seis tipos de indicadores: pressão, desempenho, estado, impacto, resposta e eficiência. Tal classificação procura manter aquela adotada pela EEA (1999), com três diferenças importantes: considera-se aspectos específicos relacionados às edificações; utiliza-se a definição de *desempenho* do CIB em detrimento daquela proposta pela EEA e não foram incluídos indicadores de forças motrizes (*driving force*), por estarem mais relacionados com a sociedade como um todo do que especificamente com edificações (HÄKKINEN *et al.*, 2002).

Em relação à *escala de impacto* a CRISP considera 4 categorias: a) global ou internacional, b) nacional, c) regional, em que uma região é considerada como uma subparte de um país d) local, sendo uma cidade, bairro ou comunidade. Neste sentido, buscou-se definir indicadores de sustentabilidade em nível internacional que tivessem conceitos e estruturas comuns e outros locais, nacionais e regionais com vários usos. Entre os *aspectos do desenvolvimento sustentável* a CRISP considera as dimensões: ambiental, social, econômica e institucional (HUOVILA, 2002). E, as *categorias de construção* incluem os grupos: *urbano, infraestrutura, edificações, produtos de construção e processos*.

No trabalho desenvolvido pela CRISP a coleta de indicadores se dá tanto individualmente quanto coletivamente, como sistemas de indicadores. Foram definidos dois formatos de fichas de dados para a documentação que incluem informações sobre o contexto de implementação, precauções de uso, usos prévios e referências.

A estrutura da base de dados CRISP está baseada na correlação entre essas duas fichas de dados. A *ficha de dados do indicador*, que documenta indicadores individualmente, e a *ficha de dados do sistema*, que documenta os grupos ou sistemas de indicadores. As fichas de dados complementares podem ser acessadas por meio do site na internet, sendo que cada ficha possui um campo chamado “referência” com *links* para acesso a informações mais detalhadas. Como toda base de dados, a base CRISP é acessível para a utilização e administração, porém, diferentes níveis de acesso são permitidos a diferentes atores.

Para atender às expectativas dos usuários finais quanto ao uso da base de dados, o objetivo da rede CRISP é continuar a ampliar e a desenvolver essa base robusta, que funciona como ferramenta de fácil uso e manutenção e que permite ao usuário obter uma visão geral de todo o conteúdo e ainda buscar indicadores ou sistemas de acordo com um certo número de

critérios, selecionados dentre um amplo conjunto de acordo com suas necessidades e anseios. O trabalho da CRISP é essencial para apoiar e orientar a coordenação de iniciativas no desenvolvimento de indicadores para a construção e cidades, ampliar o consenso entre indicadores existentes e entre os critérios que adotam colaborando para aumentar a compreensão sobre a aplicação dos indicadores.

Na vigência do projeto CRISP (1999-2002), as organizações participantes validaram 510 indicadores, agrupados em 40 sistemas (listas estruturadas) de indicadores relevantes, usando um *framework* de sustentabilidade compatível. Um protótipo da base de dados⁶ que classifica sistemas e indicadores em um formulário-padrão foi disponibilizado para demonstrar aos usuários finais seu conteúdo e estrutura. Esse sistema permite aos atores a definição de metas de desempenho mais apropriadas e a criação de ferramentas e padronizações para elevar o nível do ambiente construído.

Estrutura de indicadores proposta pela Construction Industry Research and Information Association - CIRIA

Uma segunda iniciativa de desenvolvimento e estruturação de indicadores de sustentabilidade para o setor de construção que merece destaque foi conduzida pela *Construction Industry Research and Information Association - CIRIA* (2001), que realizou uma ampla consulta ao setor de construção no Reino Unido. A partir da discussão de elementos do desenvolvimento sustentável, emergiram 10 temas-chaves para a construção sustentável (SILVA, 2007a):

TEMAS AMBIENTAIS

- Evitar poluição
- Proteção e melhoria da biodiversidade
- Melhoria da eficiência energética
- Uso eficiente de recursos

TEMAS SOCIAIS

- Respeito à equipe de funcionários
- Relacionamento com comunidades locais
- Estabelecimento de parcerias

TEMAS ECONÔMICOS

- Aumento de produtividade e lucro
- Melhoria no empreendimento (produto oferecido)
- Monitoramento e relato de desempenho X metas

⁶ Esta base de dados está disponível em <http://www.crisp.cstb.fr>.

Apesar de estes temas terem sido propostos para o Reino Unido, é instrutivo considerar a forma de organização dos indicadores propostos pela CIRIA. Dentro dos temas e sub-temas, há indicadores *estratégicos* e indicadores *operacionais*. Os *indicadores estratégicos* medem os sistemas e processos internos da empresa, para melhorar seu desempenho, sendo, por natureza, genéricos e relevantes para a maior parte das empresas de construção. A informação necessária está normalmente disponível em nível corporativo e requer menor esforço de compilação. Já os *indicadores operacionais*, medem o desempenho da empresa na *produção e entrega de construções* mais sustentáveis. O desempenho da empresa em projetos individuais pode ser agregado para indicar o desempenho global da empresa quanto a um item específico.

Especificamente na escala da edificação, as principais tendências internacionais agrupam, além dos já citados trabalhos do ISO/TC59/SC17, as iniciativas da *Sustainable Building Alliance – SB Alliance*, e da *UNEP Sustainable Building and Climate Initiative (UNEP SBCI)*, descritas resumidamente a seguir.

Iniciativa da Sustainable Building Alliance – SB Alliance

Com o objetivo de acelerar a adoção de práticas de construção sustentável ao desenvolver métricas comuns que possam ser utilizadas internacionalmente para monitorar e comparar o comportamento ambiental e o desempenho quanto à sustentabilidade de edificações por meio de esquemas de certificação/avaliação voluntários, a *SB Alliance* propõe um *framework* com indicadores comuns (*Core SB*) a fim de fortalecer estruturas nacionais, gerando maior consistência e transparência na comparação e classificação de edificações avaliadas em diferentes países.

A *SB Alliance* não é uma organização certificadora e tampouco pretende definir um novo sistema de certificação ou etiquetagem (PONCE, 2010). Consiste numa rede de cooperação internacional formada por organizações, centros de pesquisas, indústrias e atores do setor da construção que dissemina a relevância de certificações baseadas numa estrutura principal padrão - que remete a uma linguagem única - mas alinhada aos diferentes contextos locais. Reconhece a necessidade de se refletir diferenças regionais, inclusive por meio do estabelecimento de metas locais.

Em 2009, seus membros definiram um *framework* inicial com um conjunto de indicadores comuns que abordam questões de relevância global (*SBA Framework for Common Metrics*)

para guiar o desenvolvimento de sistemas de avaliação de edificações ao longo de seu ciclo de vida. Diretrizes como transparência, consistência, flexibilidade e pragmatismo, entre outras, orientaram a definição da estrutura e das seis métricas comuns: *energia primária (kWh)*, *água (m³)*, *conforto térmico (% de período de ocupação em que a temperatura excede um valor determinado)*, *qualidade do ar interno (CO₂ em ppm e formaldeído em g/m³ de ar no ambiente)*, *emissões de gases do efeito estufa (Kg de CO₂ equivalente) e resíduos (em toneladas e em Kg, conforme o tipo de resíduo)*. Indicadores de desempenho econômico, conforto visual e acústico ainda estão em fase de discussão.

Iniciativas da UNEP SBCI

1) Common Carbon Metrics

A *Common Carbon Metrics* consiste numa metodologia de cálculo utilizada para medir, relatar e verificar níveis de emissão de gases do efeito estufa por edifícios em operação em regiões climáticas específicas. Com o objetivo de apoiar e incentivar a redução de tais emissões por meio da medição de melhorias na eficiência energética de edifícios em operação, a *Common Carbon Metrics* se volta ao setor da construção, por ser este o responsável por mais de um terço das emissões globais. Não é uma ferramenta de classificação, mas se mantém consistente frente a métodos de avaliação de desempenho ambiental de edifícios utilizados mundialmente.

Nesta iniciativa, indicadores aplicáveis em escala global para medir e relatar o uso de energia e emissões provenientes de edificações em operação, fornecem parâmetros e dados consistentes para (UNEP-SBCI, 2010): a) orientar atitudes da indústria da construção civil; b) subsidiar a definição de políticas internacionais e locais para a redução de emissões de edificações, especialmente em países em desenvolvimento; c) fornecer um *framework* que suporte a formulação de planos e mecanismos de redução de emissões em edificações e; d) estabelecer um sistema de indicadores mensuráveis, relatáveis e verificáveis (MRV). Dois indicadores são propostos para compilar dados consistentes e comparáveis: **1) Intensidade energética** = kWh/m²/ano ou kWh/ocupante/ano e **2) Intensidade de carbono** = kgCO₂e/m²/ano ou kgCO₂e/ocupante/ano.

2) Sustainable Building Index

Com o propósito de avaliar e relatar o progresso anual rumo à construção sustentável internacionalmente a UNEP *Sustainable Building and Construction Initiative* (SBCI) reuniu

especialistas em desempenho de edifícios, representantes do governo e atores da indústria da construção para buscar estabelecer (SEO; FOLIENSTE; TUCKER, 2009): a) um consenso acerca de temas centrais (não mais que dez) relacionados à sustentabilidade de edificações; b) indicadores apropriados (*Sustainable Building Index*) a cada temática acompanhados por metas e níveis de desempenho-chave (*benchmarking*) e; c) um *framework* para relato de desempenho de edificações sustentáveis.

O consenso emergente da iniciativa resultou num conjunto de indicadores associados a questões globais (Tabela 4.3) listados do mais ao menos relevante. Notou-se a dificuldade em definir um indicador principal por temática e, o custo ao longo do ciclo de vida não foi classificado junto aos indicadores principais ainda que tenha sido considerado muito importante especialmente quanto às implicações econômicas ao longo do ciclo de vida de edificações. A iniciativa não produziu até então, no entanto, uma definição ou consenso acerca de metas ou níveis de referência.

No que diz respeito a um índice (*SB Index*) único, SEO; FOLIENSTE e TUCKER (2009) acreditam que, conceitualmente, independentemente do nível de avaliação (estoque construído, nível nacional ou de edifícios individuais), este deveria ser definido como um conjunto de indicadores e não um número único para uma avaliação global. Sistemas utilizados por diferentes países demandam ajustes locais quanto ao peso relativo de indicadores a fim de que resultados possam ser agregados num único número e, um índice isolado poderia inibir ou desestimular a coleta de dados apropriada para comparações de igual para igual (consideradas as especificidades locais).

Inicialmente, os indicadores serviriam para o relato de sustentabilidade por meio da harmonia e consistência de dados e, posteriormente, para o acúmulo de dados e estabelecimento de níveis de referência de desempenho. Com a consistência do relato de dados globalmente, o acúmulo de dados e definição estatística de níveis de referência para cada indicador podem viabilizar um índice global realmente representativo.

Tabela 4.3 – Sustainable Building Index: indicadores, unidades de medida e método de avaliação (SEO; FOLIENSTE; TUCKER, 2009).

Indicador	Unidade	Método de avaliação
Tema 1: Energia e GHG		
Emissão anual de gases do efeito estufa	kg CO ₂ eq./m ²	Cálculo/ simulação /LCA
Tema 2: Água		
Águas pluviais, cinzas e negras coletadas e tratadas/utilizadas no sítio ou fora dele (uso de água reciclada)	l/m ² /ano	Simulação/ medição

Indicador	Unidade	Método de avaliação
Tema 3: Materiais e uso de recursos		
Uso de materiais reciclados na construção	% por massa	Declaração ambiental do produto/ LCA
Tema 4: Qualidade do ar interno		
Nível de poluentes do ar interno	Nível de poluente/m ³	Amostragem/ simulação
Iluminação adequada ao trabalho	Lux	
Ruídos	dB	
Conforto térmico	Índice PMV	
Tema 5: Resíduos		
Resíduos para aterros	Kg/m ² /ano	Medição direta ou pesquisa anual
Tema 6: Emissões no ar e na água		
Emissões de poluentes ao longo do ciclo de vida	Nível de poluente/m ² /ano	Cálculo estimado
Tema 7: Uso do solo e ecologia		
Área já utilizada para construção e áreas verdes preservadas	Sim/ não	Observação
Tema 8: Gestão		
Relato anual energético, ambiental, de gestão de resíduos e melhorias	Sim/ não	Verificação direta
Tema 9: vida útil		
Vida útil de componentes ou do conjunto da edificação	Anos	Cálculo da expectativa da vida útil
Tema 10: adaptabilidade		
Técnica: Facilidade de movimentar partes Climática: Resiliência e dinâmica do edifício Funcional: Facilidade de alteração do uso da edificação	-	Estimativa/ cálculo/ avaliação de projeto

4.3 ESPECIFICIDADES DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

A norma ISO aponta requisitos essenciais a serem observados ao se definir sistemas de indicadores, como o fato de que a sustentabilidade deve ser descrita por um conjunto de indicadores que expressem aspectos ambientais, sociais e econômicos, bem como sua inter-relação e; que o desenvolvimento de indicadores e seus processos de aplicação devem ser reportados com transparência (ISO, 2006).

O desenvolvimento conceitual por trás dos indicadores de sustentabilidade de edificações tem evoluído nos últimos anos. No entanto, as discussões ainda se concentram em que estrutura analítica adotar e quais os critérios de seleção mais adequados, mas de modo geral, verificam-se grandes avanços. Ainda, ao passo que os usuários se familiarizam com os indicadores e a metodologia utilizada para construí-los a atenção se foca nos componentes que exercem pressão àqueles que contribuem para a tendência descrita por determinado indicador e assim, estes se tornam *ferramentas para a definição detalhada, clara e objetiva de prioridades*.

O desenvolvimento e o uso de indicadores abrangem diversas etapas e o ponto de partida, no caso de indicadores de sustentabilidade de edificações, deveria ser a identificação do contexto local, dos principais usuários e suas prioridades ou exigências. Um grande número de atores compõe as partes interessadas no setor da construção: governo, proprietários, cidadãos e usuários de edificações, construtoras, fornecedores de produtos e matérias-

primas, empresários e imobiliárias, e profissionais como projetistas, urbanistas e arquitetos. E a necessidade dos usuários varia de simples indicadores ambientais adequados para produtos específicos a conjuntos completos que relacionam todos os aspectos da sustentabilidade – ambiental, cultural, econômico e social – de edificações.

Ao longo da revisão bibliográfica realizada no *Capítulo 3* foi possível identificar e apontar a existência de uma seqüência de etapas metodológicas fundamentais para a formulação de indicadores de sustentabilidade num contexto mais amplo. São elas:

1. *Definição da estrutura analítica para a organização de indicadores;*
2. *Definição de critérios de seleção;*
3. *Coleta de dados;*
4. *Análise e interpretação dos resultados;*
5. *Definição de ferramentas para apresentação;*
6. *Divulgação da informação.*

No âmbito dos sistemas de avaliação/certificação de edificações, é preciso restringir o foco e perceber pontos críticos deste processo quando aplicado à escala do edifício. E, sobretudo, explorar melhor cada uma das etapas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade sob esta ótica específica, pontuando suas semelhanças e especificidades. Somente assim será possível evidenciar os aspectos que caracterizam a metodologia que instiga esta pesquisa: a do *desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações*.

O primeiro ponto a destacar é que indicadores de sustentabilidade de edificações são, em geral, utilizados no âmbito de sistemas ou métodos de avaliação/certificação de edificações e que, cada método utiliza uma abordagem específica para definir requisitos ou categorias de indicadores, os pesos de cada requisito (ponderação), a pontuação a eles atribuída, os níveis de referência (*benchmarking*) aos quais os resultados medidos por meio dos indicadores serão comparados, entre outros elementos. De fato, neste contexto, a funcionalidade de um indicador depende de sua seleção, estruturação e organização segundo uma hierarquia ou lógica, bem como de critérios para ponderação de resultados, distribuição de pontos e

normalização⁷ de resultados. Neste sentido, uma análise do histórico do desenvolvimento e das estruturas dos métodos existentes internacionalmente realizada por Silva (2003) realça alguns aspectos marcantes relacionados a estes sistemas⁸ de avaliação de edificações:

- **O desenvolvimento e intenções de uso de cada sistema variam de ferramentas para uso no auxílio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação;**
- **Os sistemas diferem segundo agendas, especificidades e necessidades de cada país, mas dentro de blocos de discussão relativamente comuns, presentes em qualquer contexto;**
- **A consideração de impactos ao longo de todo o ciclo de vida permeia todos os sistemas de avaliação disponíveis e de alguma forma transparece em suas estruturas,** mas poucos seguem o formato de LCA (*Life-cycle assessment*) com maior fidelidade;
- **Os sistemas enfrentam - ou em algum momento enfrentaram – três pontos metodológicos críticos muito bem definidos:** estabelecimento de uma estrutura de avaliação e do conjunto de indicadores correspondente, de um sistema consensual para ponderação e para agregação de resultados; e de referências e metas de desempenho para os indicadores utilizados;
- **Os sistemas partilham o objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental,** seja com avaliações detalhadas ou simplificadas;
- **Todos os sistemas concentram-se exclusivamente na dimensão ambiental da sustentabilidade,** em função da natureza da agenda para a sustentabilidade em países desenvolvidos ser tão centrada na dimensão ambiental e pelo reconhecimento do direito do “outro” - seja ele um vizinho, um operário ou um bairro - existentes nos países desenvolvidos.

Percebe-se, a partir destas considerações, a pontuação de certos elementos que podem influenciar ou que se relacionam diretamente aos indicadores utilizados em sistemas de avaliação e aos resultados produzidos por eles: **(a)** a escala temporal (dentro do ciclo de vida da edificação); **(b)** a escala geográfica – local, regional, nacional ou global (quanto ao

⁷ Uma vez adotado um determinado indicador, sua unidade é normalmente consensual, isto é: emissões são expressas em Kg de substâncias equivalentes/ano; o consumo de energia, em MJ/ano; e o consumo de água, em m³/ano. Pode haver, no entanto, variação quanto ao critério de normalização, isto é: se os valores dos indicadores são expressos como a quantidade absoluta de impacto ou por unidade de área, ou por horas de ocupação da edificação (SILVA, 2003). A normalização de resultados pode ser adotada para evitar equívocos de interpretação influenciados, por exemplo, por extremos de densidade de ocupação do edifício.

⁸ Silva (2003) se concentrou na revisão dos principais sistemas existentes para avaliação ambiental de edifícios na ocasião, sendo que sua seleção excluiu os sistemas em idiomas pouco acessíveis, os em desenvolvimento e aqueles derivados dos sistemas selecionados a seguir: BREEAM (*BRE Environmental Assessment Method*) – Reino Unido; LEED™ (*Leadership in Energy and Environmental Design*) – Estados Unidos; BEPAC (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*) – Canadá; GBC (*Green Building Challenge*) – Internacional e; CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) – Japão.

contexto no qual se insere o edifício); (c) escala de impacto (temporal e geográfica); (d) aspectos metodológicos; (e) escopo e finalidade da avaliação. Tendo isto em mente, traça-se um paralelo a partir das etapas metodológicas previamente identificadas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, a fim de identificar aspectos-chave para melhor considerar especificidades associadas ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade na escala do edifício.

ETAPA 1 - Definição da estrutura analítica para a organização de indicadores de sustentabilidade de edificações

Um ponto crítico nesta etapa refere-se às vantagens em se utilizar uma estrutura analítica internacional, frente à necessidade de equilíbrio com questões e contextos regionais. Por um lado, é óbvia a importância da consistência internacional do sistema, por outro, defende-se que, na esfera das nações, a definição de estruturas analíticas para a avaliação integrada de itens ambientais, sociais e econômicos pode se respaldar em instrumentos como agendas ambientais, normatização e legislação para que a concepção de *frameworks* esteja fundamentada segundo temáticas relevantes nestes contextos conferindo maior sensibilidade regional às estruturas dos métodos de avaliação.

Frente a este dilema, o desenvolvimento de indicadores associados a um método de avaliação de edificações pode ser considerado sob dois pontos de vista: (1) o que destaca a importância de se considerar aspectos regionais e, (2) o que destaca as vantagens de se definir um sistema de avaliação internacionalmente padronizado.

Neste momento, cabe mencionar a iniciativa *Green Building Challenge '98* (GBC'98), que desenvolveu e testou um sistema de avaliação de edificações a ser utilizado internacionalmente. Uma de suas premissas foi permitir a adaptação às diferenças regionais por meio da flexibilidade e ponderação dos critérios de avaliação do edifício junto a uma estrutura analítica internacional (TODD; GEISLER, 1999).

Desenvolvido para facilitar ao máximo a aplicação do método em diferentes países, ora como instrumento para introdução do conceito de construção sustentável, ora para fornecer uma base para a derivação de métodos nacionais próprios, a então chamada *GBTtool*, o GBC caracterizou uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvida especificamente para ser capaz de refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país (SILVA, 2003).

Segundo TODD e GEISSLER (1999), sistemas de avaliação cujas aplicações envolvam a certificação por meio de selos ambientais ou de sustentabilidade; a identificação da necessidade de renovações ou especificação de níveis desejados de desempenho e ou; estratégias de auxílio ao projeto, demonstram que a adaptação regional é não só apropriada, mas essencial. E, no caso específico do uso de indicadores que compõem a parte de avaliação ambiental do edifício (relacionados a recursos, emissões e resíduos), a necessidade de se considerar diferenças regionais existe por vários motivos: (a) tornar a aplicação do sistema viável e prática; (b) tornar o sistema de avaliação significativo e relevante aos usuários potenciais a fim de que estes se sintam motivados a utilizá-lo e; (c) permitir que o sistema de avaliação reflita a realidade local mais precisamente.

Em geral, avaliações para certificação de edificações demandam que os usuários (neste caso, o público alvo interessado nos resultados) decidam aplicar determinado sistema por si mesmos e, em grande parte dos casos, sem a interferência (auxílio ou análise) de atores externos. Portanto, precisam compreendê-lo (e a seus componentes), reconhecendo-o como praticável e viável no contexto específico em que as edificações estão inseridas. Se estes usuários consideram que um sistema é irrelevante, que contém categorias e indicadores inapropriados para sua realidade, que é incompreensível ou simplesmente pouco prático para ser aplicado, então este sistema perderá a credibilidade e estará fadado ao desuso.

De fato, o contexto em que o sistema de avaliação será utilizado é um fator importante para se determinar quais tipos de adaptação são apropriadas. Neste ponto, porém, deve-se refletir sobre o papel dos indicadores num sistema de avaliação e sobre quais elementos – relacionados ou não aos indicadores - deveriam ser customizados para refletir especificidades regionais, quais deveriam ser mantidos fixos e como isto deveria ser feito. Ainda, é preciso avaliar que impactos pode ter este tipo de calibração na efetividade do sistema como ferramenta de avaliação e como instrumento para estimular o avanço rumo a sustentabilidade.

No âmbito da avaliação de edificações, a existência de algum tipo de estrutura analítica para a organização de indicadores de sustentabilidade é fundamental, pois, a partir da definição da estrutura e do conteúdo da avaliação, cada sistema revela aquilo que avalia. Depois de abordados todos estes pontos, observa-se que a *ETAPA 1* do desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações, envolve alguns aspectos-chave, quais sejam:

- a) **Estrutura de avaliação - framework (tipologia e organização de indicadores):** diz respeito à aderência do sistema de avaliação a alguma estrutura analítica a qual se associam diferentes tipologias de indicadores (pode-se verificar o uso de estruturas pré-concebidas, a adaptação ou fusão de estruturas ou ainda a ausência de estruturas claramente reconhecidas);
- b) **Escopo da avaliação:** diz respeito à abrangência da avaliação quanto às dimensões da sustentabilidade (sobretudo ambiental, social, econômica e institucional) sob as quais estarão organizados e distribuídos os indicadores;
- c) **Propósito da avaliação (aplicação e público alvo):** o uso previsto para cada sistema de avaliação (mercado-certificação, pesquisa-exploração metodológica ou ferramenta de auxílio ao projeto para a tomada de decisões e especificação de materiais) pode influenciar a organização da estrutura analítica, as categorias de avaliação e a tipologia de indicadores adotados, tornando a estrutura mais complexa ou mais simplificada conforme a aplicação desejada e o público alvo que se deseja atender;
- d) **Limites do sistema:** refere-se aos limites do sistema quanto à avaliação do impacto nas distintas etapas do ciclo de vida da edificação (planejamento, projeto, construção, operação, manutenção e demolição). Sistemas mais abrangentes quanto aos limites da avaliação podem demandar estruturas mais completas e indicadores complementares específicos para cada fase do ciclo de vida em questão.

ETAPA 2 – Definição de critérios para a seleção de indicadores de sustentabilidade de edificações

Sistemas de indicadores devem ser definidos de modo a descrever impactos (ambientais, sociais e econômicos) essenciais das edificações, sendo que a relevância dos indicadores selecionados deve ser justificada ou, quando necessário, validada. Ainda, a seleção dos indicadores relevantes deve refletir as preocupações e interesses das partes interessadas e representar o objetivo da avaliação (ISO, 2006).

A seleção de indicadores deve, portanto, considerar critérios de seleção essenciais, além de assegurar que estejam claras respostas para questões sobre: (a) quem são os usuários finais; (b) qual é o propósito do uso do indicador; (c) como utilizar o indicador; (d) como proceder diante de indicadores contraditórios e; (e) como atribuir valores a indicadores que não permitem medição instrumental.

Deste modo, o processo de seleção dos indicadores de sustentabilidade de edificações deve seguir um conjunto de critérios objetivos, exequíveis e verificáveis que justifiquem a escolha efetuada. Os indicadores escolhidos devem refletir o significado dos dados na forma original, satisfazendo, por um lado, a conveniência da escolha e, por outro, a precisão e relevância dos resultados (SIDS, 2000). A maioria dos indicadores não preenche a todos os

requisitos desejáveis, assim deve-se assumir um compromisso de otimização entre os critérios possíveis e aqueles considerados como mais relevantes para cada caso.

Como resultado do processo de seleção de indicadores de sustentabilidade espera-se a obtenção de um número conciso de *indicadores-chave* que sejam claros e sintéticos e, dentre os critérios principais (reunidos no *Capítulo 3*) para tal seleção pode-se resgatar aqueles imediatamente aplicáveis à escala do edifício sem a necessidade de maiores considerações como: ***objetividade; custo de implementação; confiabilidade dos dados; tempestividade; mensurabilidade; fundamentação metodológica; acessibilidade; compreensibilidade; comparabilidade e rastreabilidade.***

Por outro lado, a escolha e a utilização de indicadores exigem, muitas vezes, a classificação de seu ***grau de relevância*** visando sinalizar prioridades para o alcance dos objetivos estabelecidos e, neste caso, há critérios de seleção de indicadores que serão considerados frente às especificidades do contexto e propósito da avaliação. São eles: ***escala espacial*** (escala geográfica) ***e temporal*** (em função do ciclo de vida da edificação); ***representatividade e padronização*** (em diferentes escalas); ***prioridade para agendas ou políticas*** (no contexto específico); ***utilidade para usuários; sensibilidade e flexibilidade*** (frente aos diferentes contextos e públicos).

A seleção de indicadores é uma etapa crítica e tem impacto direto no comportamento do sistema a ser avaliado. No caso de avaliações de edificações, as métricas selecionadas podem mudar o enfoque de modo intenso. Ainda não há consenso sobre um conjunto único de indicadores mais apropriado. No entanto, deve-se ter claro que a construção sustentável é uma abordagem socioeconômica - ambiental global, mas com visões variadas local, nacional e regionalmente. Assim, listas de indicadores internacionalmente relevantes e aceitas são importantes, mas é preciso garantir que cada aspecto comum tenha pesos e importância diferente em cada região ou país.

Elementos de contexto podem, inclusive, ser considerados no processo de seleção para a complementação de um conjunto principal de indicadores dentro de categorias específicas. Tais elementos incluem condições atmosféricas, acesso ao transporte público e alternativo, disponibilidade e valor da terra, disponibilidade de edificações para renovação, adequação do suprimento de água e de serviços municipais de infraestrutura para atender demandas periféricas, disponibilidade de luz solar, acesso a serviços culturais, de recreação e comerciais, aspectos culturais e históricos locais (TODD, *et al*, 2001).

Em geral, listas de indicadores são compêndios definidos por meio de um processo consensual e participativo. O envolvimento de especialistas e atores interessados, especialmente aqueles que irão fazer uso de tais ferramentas, aumenta as possibilidades de se capturar a diversidade de interesses e pontos de vista. Neste processo, alguns indicadores podem não se mostrar úteis e terão que ser descartados e, outros, testados. Afinal, o trabalho com indicadores envolve um processo de tentativa e erro, de testes até que um conjunto de indicadores esteja disponível para avaliar o progresso mais precisamente (WALSH, 2002).

A seguir, destacam-se aspectos-chave relacionados aos sistemas de avaliação – acerca do enfoque e modo de avaliação - que revelam se os critérios adotados para a seleção de indicadores consideraram contextos específicos ou não:

- a) **Orientação da avaliação: prescritiva x desempenho (sensibilidade):** os indicadores selecionados podem revelar abordagens prescritivas (orientações sobre medidas a adotar para a melhora do desempenho) ou abordagens voltadas para a mensuração do desempenho (independentemente das medidas adotadas);*
- b) **Uso de LCA (escala temporal):** O uso de indicadores pode variar, pois o caráter, a qualidade e a disponibilidade de dados são dependentes da fase do ciclo de vida do edifício. Indicadores que descrevem os mesmos aspectos podem, inicialmente, estar relacionados a valores estimados na fase de projeto e, posteriormente, na fase de operação, serem substituídos por medições em tempo real, pesquisas de satisfação (ISO, 2006) ou outros instrumentos para a avaliação de desempenho. Consequentemente, indicadores utilizados para caracterizar o desempenho do edifício em diversas etapas devem ser ajustados de acordo com o fim e uso específicos. Os indicadores selecionados podem permitir a análise do desempenho ao longo do ciclo de vida da edificação segundo diversas categorias como, por exemplo, “uso de recursos” e “cargas ambientais” entre outras, ou estar centrados numa única fase do ciclo de vida da edificação;*
- c) **Categorias de avaliação (prioridade para agendas ou políticas):** os indicadores selecionados estarão relacionados a áreas temáticas ou categorias de avaliação (saúde, higiene, segurança, conforto, tecnologia, flexibilidade de projeto, entre outras) que podem ou não abordar prioridades em agendas e políticas específicas;*
- d) **Tipologia avaliada:** pode haver a necessidade de um critério de seleção especial em função da tipologia avaliada: por isto a tendência dos sistemas de avaliação tem sido a separação por tipologia, a fim de que alguns indicadores, específicos para cada tipologia estejam presentes.*

ETAPA 3 – Coleta de dados para a avaliação de sustentabilidade de edificações

A etapa de coleta de dados no processo de desenvolvimento de indicadores permite tanto o acúmulo de dados necessários para o cálculo dos resultados para determinado edifício quanto para a alimentação de bases que processam dados para definir o nível de referência (*benchmarking*) para a tipologia em questão. Pois, alguns indicadores podem ser

comparados a valores de referência definidos com base científica ou normativa, enquanto outros são avaliados em função das tendências que evidenciam ao longo do tempo. Daí a importância do acúmulo de dados para o estabelecimento de diferentes níveis de referência que podem levar, inclusive, à revisão das metas de desempenho.

Segundo Silva (2003) a definição de valores de referência (*benchmarks*) é um ponto crítico. Não por dificuldades conceituais intrínsecas, como no caso da ponderação, mas pela necessidade de dispor de grande quantidade de dados tratados, e que sejam estatisticamente representativos. No Brasil, em especial, grande parte da informação necessária para a condução do processo de avaliação, nem sempre está prontamente disponível e organizada e, no caso específico da avaliação para a certificação de edificações, a coleta de dados e documentos é feita, muitas vezes, pelo próprio interessado na avaliação, o que pode levantar dúvidas quanto à confiabilidade dos dados.

É consenso que o emprego de mecanismos de retro-alimentação é um fator-chave para melhoria de desempenho de edificações, mas historicamente estes têm sido pouco utilizados. Considerando-se a tendência ideal para o desenvolvimento das metodologias de avaliação de edificações – que consiste na migração do uso de critérios prescritivos para os de desempenho – pode-se apontar que o papel do *benchmark* ganha importância e sinaliza o grande desafio de acumular os dados para construção de referências de desempenho.

No *Capítulo 3* foram enumeradas diversas dificuldades associadas a esta etapa prática do processo de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade. Em casos em que é possível levantar dados com relativa facilidade, o estabelecimento de metas tende a ser também mais simples. No entanto, em geral há pouca informação sobre o desempenho de edificações existentes em relação a diversos indicadores, pois há aspectos de desempenho ambiental (como o efeito de qualidade do ar interno na saúde dos ocupantes) substancialmente mais difíceis de avaliar quantitativamente, seja de forma absoluta ou comparativa (HARRIS, 1999).

Portanto, na ausência de dados para a retro-alimentação do sistema e definição de *benchmarks* apropriados à definição de pontuação mínima, desempenho de referência e metas de desempenho, diversos métodos de avaliação existentes adotam valores iniciais definidos de forma empírica e consensual. E, as avaliações realizadas entre revisões destes método retro-alimentam o ajuste para as versões posteriores, assim como os resultados de pesquisas pontuais conduzidas em paralelo.

Finalmente, no que diz respeito à disponibilidade de dados, de modo geral observa-se que, por um lado não há dados suficientes sendo coletados de modo contínuo e, por outro lado, às vezes dados são coletados sem razões claras acerca de sua utilidade ou necessidade real. A qualidade dos dados coletados é em geral questionável em função da falta de procedimentos padronizados ou sistemas com definições e classificações consensuais. Dados podem existir, mas podem estar inacessíveis, pois são armazenados em bases múltiplas e com perfis distintos e sem interação entre si – e, geralmente, há competição envolvida.

Tais considerações apontam dois aspectos-chave a ser considerados durante a etapa de coleta de dados para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações:

- a) **Público alvo interessado x responsável pela coleta:** em geral, há sobreposição de papéis e, os mesmos atores interessados nos resultados são também os responsáveis pela coleta de dados e documentos que irão subsidiar o cálculo dos indicadores. Pode haver demanda de agentes externos, envolvendo treinamento e custos, por parte de alguns sistemas;*
- b) **Vulnerabilidades para a coleta de dados:** no Brasil, especificamente, verifica-se que o mercado ou não dispõe de dados para grande parte dos indicadores de sustentabilidade ou necessita de tempo para preparar-se para ser avaliado em relação a alguns deles. Devem-se considerar ainda as dificuldades quanto ao fornecimento de dados necessários em relação a tipologias ou regiões específicas e a não-confiabilidade de dados levantados;*

ETAPA 4 – Análise e interpretação de resultados da avaliação de sustentabilidade de edificações

Indicadores per si, não são suficientes para cumprir a sua função de comparar edificações em países (e contextos) diferentes, devendo, para isto, estar atrelados a padrões que apontem claramente o significado daquele valor (de consumo de recursos, de cargas ambientais, etc.) no contexto em que o edifício está inserido. Estes padrões são valores que expressam os limites nos quais a ocorrência de um indicador deve ser ou não nociva ao seu ambiente (níveis mínimos) bem como seus valores de referência (*benchmarks*) e valores ideais (metas).

Nesta etapa, deve-se considerar que em sistemas de avaliação, os resultados são, em geral, comparados a um valor de referência padrão (estabelecidos em normas locais ou acordos internacionais) ou ainda comparado com um valor de referência baseado em análises de outras edificações. O processo de análise e interpretação de resultados se vale de ferramentas analíticas (*comparators*) para comparar resultados de indicadores com metas e valores de

referência globais ou regionais cuja definição deve ser criteriosa, pois orienta todo o cálculo, análise e interpretação de resultados.

Mas, se por um lado *benchmarks* e metas possuem papel fundamental ao contextualizar a avaliação e definir a escala de desempenho, por outro revelam seu ponto fraco: quaisquer falhas na sua definição afetam diretamente o resultado da avaliação podendo até invalidá-la. Por isto, é preciso considerar a adequação das metas e níveis de referência às especificidades locais (econômicas, sociais e ambientais).

Valores de referência (*benchmarks*) variam de um contexto a outro, sendo normalmente obtidos através de programas experimentais para coleta de dados da prática típica, que retroalimentam a definição das metas (SILVA, 2003). Devem ser estimados com o maior rigor possível a partir de valores normativos (nacionais ou internacionais) ou científicos (a partir de consultas a especialistas), dados e recomendações nacionais publicados, quando existentes, ou ainda, se aplicável, valores emitidos por fabricantes de equipamentos e profissionais do mercado.

Em geral, valores de normas existentes são adotados como níveis mínimos de referência por sistemas de avaliação e práticas típicas são utilizadas para a definição do nível de desempenho padrão. A prática típica é uma medida associada, por definição, a região na qual esta é aplicada, e isto implica, necessariamente, em considerações regionais específicas que, não devem estar limitadas a questões ambientais apenas, mas incluir também fatores sociais, econômicos e políticos.

O desempenho padrão é determinado em função de cada indicador. Para aqueles relacionados ao consumo de energia ou uso do solo, por exemplo, normas ou legislação local podem definir o desempenho mínimo e influenciar o desempenho padrão. A prática típica numa região é modelada ainda pelo estilo, história, questões sociais e políticas, preferências, infraestrutura disponível, etc. Há, portanto, aspectos específicos a considerar para a definição de *benchmarks* em diferentes regiões (TODD; GEISSLER, 1999):

- a) ***O contexto do projeto/construção do edifício*** incluindo, entre outros: as práticas e técnicas padrão por parte dos profissionais do setor; capacidade e habilidades dos profissionais da área; códigos, normas e legislação – de construção ou zoneamento – locais; estilos e preferências atuais e históricas; padrões de uso de edificações; estoque construído; práticas de financiamento para construção; tarifação e políticas;

- b) **O contexto da infraestrutura local** incluindo, entre outros: tipos e custos de fontes para abastecimento de energia; disponibilidade para suprimento de água e qualidade da água; indústria para manufatura de materiais de construção; infraestrutura para recuperação, reuso e reciclagem; capacidade e custos de aterros; sistemas de transporte;
- c) **O contexto cultural local**, incluindo, entre outros: definições e compreensão de termos; considerações legais e político-administrativas; implicações econômicas em diversas escalas e; experiência histórica.

Tais fatores ajudam a refletir sobre o que é viável em termos de custos, praticável, aceitável e acessível numa área em particular e, portanto, definir qual a prática típica regional, bem como a mínima aceitável, a melhor e aquela considerada excepcional⁹.

Ainda, o processo de análise e interpretação de resultados de uma avaliação está relacionado de maneira intrínseca ao modo como o sistema se comporta frente a aspectos regionais. E, há dois elementos centrais associados à adaptação de sistemas de avaliação às condições regionais específicas (TODD; GEISSLER, 1999): (a) o sistema de pontuação de desempenho para cada indicador e; (b) o sistema de ponderação para definir pesos conforme a importância de cada categoria ou requisito (aos quais estão atrelados os indicadores).

Um indicador de consumo de energia (MJ/m^2) calculado para um edifício brasileiro, por exemplo, (em que o clima pode exigir refrigeração em determinada época do ano) pode ser bem mais baixo do que o de um edifício sueco (onde o funcionamento do aquecimento por longos períodos no ano é questão de sobrevivência) e, ainda assim, ser extremamente elevado em relação à média de edificações similares no Brasil. Do mesmo modo, a importância de indicadores envolvendo a eficiência no uso de água deve mudar quando analisada numa perspectiva global ou quando analisada sob perspectivas locais. Estas situações ilustram as implicações acerca da definição de *benchmarks*, ponderação e pontuação de critérios segundo sua importância nos sistemas e a complexidade do processo no qual se inserem os indicadores de sustentabilidade de edificações.

⁹ O desempenho excepcional pode estar atrelado à melhor prática observada numa determinada região, ao que é tecnicamente viável ainda que não tenha sido colocado em prática, ao que é necessário para a sustentabilidade ou ainda, ao que é financeiramente viável. Tal definição poderá estar atrelada ao propósito do sistema de avaliação: se é simplesmente para certificar edifícios, para classificá-los e compará-los entre si ou se pretende atuar como agente de mudança de comportamento elevando níveis de desempenho ou ainda, abranger a todos eles.

Em muitos sistemas, fatores importantes para o clima e hábitos locais, características geográficas e tradição construtiva (a avaliação de RCD¹⁰ considera apenas as perdas inerentes às tecnologias construtivas, e não desperdício, que é considerável no Brasil por exemplo) não são adequadamente valorados (SILVA, 2003) ao se atribuir a pontuação.

A definição de pesos para categorias avaliadas é inerente aos sistemas de avaliação ainda que não seja explícita e, neste caso, atribui-se pesos idênticos a todas as categorias ou atribui-se pesos implicitamente por meio da pontuação alocada a cada categoria (TODD *et al*, 2001). A possibilidade de ajustar os pesos das categorias de indicadores de acordo com a importância relativa daquele aspecto para determinada região ou país permite, por um lado, refletir as condições nas quais se insere o edifício – uma vez que vários problemas ambientais, por exemplo, estão associados às condições locais; por outro, pode haver desvios e variações de pesos incorretas que alterem a pontuação final indevidamente.

A aplicação de um critério de ponderação às categorias de avaliação é, em muitos casos, considerada fundamental para a aceitabilidade do sistema e para que este deixe transparecer mais precisamente prioridades locais, além de tornar o perfil da avaliação mais claro e ágil, ao passo que a pontuação pode ser distribuída entre um número limitado e gerenciável de itens a avaliar. A definição clara dos limites deste sistema é crucial para customizar critérios de pontuação e para determinar a importância das categorias (pesos) de modo que sejam viáveis e aceitáveis (TODD; GEISSLER, 1999).

No entanto, a definição de pesos envolve grande complexidade e gera conflitos, enfrentando, muitas vezes a falta de julgamentos, parâmetros e valores objetivos nas decisões para atribuição de pesos, por isto, não deve ser um processo conduzido pelos próprios usuários, a fim de manter-se o mais imparcial possível. Na falta de uma base-científica para ponderação de indicadores, algumas organizações utilizam uma base consensual (TODD *et al*, 2001) em que especialistas classificam os elementos em termos de sua importância relativa ou atribuem pontos a estes elementos.

A definição de ponderações em uma avaliação da sustentabilidade de edificações centra-se, portanto, na busca de um método de ponderação que ofereça solução para dois problemas distintos: primeiro, a comparação entre itens medidos por unidades diferentes (ex.: consumo de recursos x cargas ambientais) e, segundo, comparação entre itens monetários e não

¹⁰ Resíduos de construção de demolição.

monetários (desempenho econômico x social x ambiental) (SILVA, 2003). Sistemas de ponderação de indicadores permitem a variação da importância relativa dos indicadores a fim de refletir fatores ambientais, sociais e econômicos em determinada região, ainda que todos devam ser considerados na avaliação.

Sobretudo, o que dá aderência ao contexto local na interpretação de resultados é o *benchmarking* e a ponderação, sendo que o primeiro está diretamente relacionado aos indicadores. Neste sentido, é interessante notar que, a *SBTool GBC*, com o intuito de fornecer resultados com maior embasamento científico adota, entre outros: fundamentação consistente para a definição de *benchmarks*; de critérios de ponderação entre e intra-categorias e de uma gama mais ampla de indicadores de sustentabilidade para refinar as comparações internacionais. E a pontuação é dada por comparação com desempenhos de referência.

Com base nestas reflexões, aponta-se os aspectos-chave que cercam a etapa de análise e interpretação de resultados:

- a) **Sistema de pontuação (escala geográfica):** frente à seleção de indicadores universais, a customização regional para a atribuição de pontos deve considerar aspectos relacionados ao contexto construtivo da edificação, ao contexto da infraestrutura local e cultural. O atingimento da pontuação mínima garante elegibilidade a uma das classes de desempenho existentes nos sistemas de avaliação;
- b) **Definição de benchmarks (níveis de referência):** Sistemas de avaliação podem utilizar os dados coletados para o estabelecimento da escala de avaliação: níveis de referência e metas. Na maioria dos sistemas, benchmarks são fixos e geralmente implícitos (TODD et al, 2001), porém a comparação de indicadores com benchmarks explícitos e regionalmente apropriados pode levar a resultados mais precisos por adequar-se à escala geográfica de impacto – local (limites do edifício ou entorno próximo), regional, nacional ou global. A definição de benchmarks refere-se ao modo como estes são calculados e utilizados (caso isto esteja claro) e ao tipo de valores adotados (prática típica, mínima e de excelência; normas, a partir de dados coletados, etc.);
- c) **Ponderação - definição de pesos (flexibilidade, representatividade e utilidade para usuários):** este aspecto afeta os requisitos e não os indicadores diretamente. Pois, ao afetar o entendimento e a importância dos requisitos – os indicadores a eles associados terão seus resultados analisados sob diferentes níveis de importância. A questão central neste caso versa sobre a seleção de indicadores locais ou universais e sobre a customização regional de pesos (segundo os contextos ambiental, socioeconômico e político-administrativo e a escala do impacto) por categoria de indicadores para torná-los mais representativos e úteis em regiões específicas;
- d) **Metas de desempenho:** Metas muito ambiciosas e que nunca serão atendidas podem, em vez de encorajar mudanças, acabar tendo efeito contrário. Metas muito baixas, por outro lado, beneficiam práticas típicas e deixam de diferenciar práticas que vão

além do modelo corrente. Metas específicas, para casos em que os indicadores sejam os mesmos para todas as tipologias, podem ser necessárias em função de algum critério especial para as diferentes tipologias avaliadas.

ETAPA 5 – Definição de ferramentas de apresentação e comunicação de resultados da avaliação

Para que a informação proveniente da análise de dados, indicadores e índices tenha influência sobre processos de decisão é preciso que esta seja apresentada de modo que: (a) *permita a análise de relações causais, e (b) que o resultado de tais análises seja claro e transmitido de maneira coerente.* A apresentação de informações e resultados da avaliação de sustentabilidade de edificações demanda organização, clareza e simplicidade e pode apropriar-se de ferramentas gráficas e textuais de modo a focar a atenção no progresso individual em relação a metas, mais do que na simples comparação entre as edificações, organizações ou países avaliados - o que, mais do que incentivar o progresso, pode gerar constrangimentos.

Uma característica geral da indústria da construção é que esta é avessa a riscos e que prefere mensagens simples e claras, focadas, sobretudo, no que deve ser feito mais do que porque deveria ser feito (COLE, 2005). Inclusive, percebe-se que neste fato está o sucesso alcançado por muitos dos sistemas de avaliação atuais. Sistemas de avaliação de edificações oferecem apresentações diferenciadas a fim de atender a um público-alvo específico (atores com conhecimentos técnicos nivelados). Utilizam gráficos, categorias de desempenho, entre outros. Porém, a capacidade de agregar resultados para que possam ser facilmente compreendidos e assimilados é um fator crítico.

O aspecto principal quanto à comunicação de resultados relaciona-se a dois itens: (1) se a demonstração do desempenho do edifício adota um indicador único (como o BREEAM); perfis de desempenho (como o BEPAC e o Processo AQUA); uma combinação índice-perfil (como o CASBEE e o GBC SBTool); ou simplesmente um número de pontos em relação ao total possível (como o BEPAC e o LEEDTM) e; (2) se esta demonstração do resultado é absoluta ou relativa, isto é, se a classificação do desempenho posiciona o edifício avaliado em relação ao desempenho típico do mercado.

Cresce a tendência dos métodos de avaliação de edificações utilizarem um processo de agregação das medidas de desempenho para sumarizar o desempenho global do edifício. Este não é o caso dos indicadores de sustentabilidade, que são normalmente mantidos como entidades discretas (COLE, 2002).

De fato, a ponderação para agregação de resultados é o que envolve maior complexidade, pois a definição da importância relativa entre os diferentes aspectos avaliados é um dos pontos mais críticos em uma avaliação de edificações, seja ela em termos ambientais ou de sustentabilidade (SILVA, 2003), por isto, nem todos os sistemas apresentam os resultados através de uma pontuação global e ainda não há método consensual para determinar objetivamente os fatores de ponderação apropriados. Há dificuldades em obter consenso sobre a importância relativa de diferentes fontes de pressão ou sobre o fato de que um determinado estado percebido ou impacto gerado pode ser não só dependente dos materiais selecionados, mas também de características de uso; ou ainda, que níveis de relevância de pressões e impactos variam geograficamente, entre outros.

A definição das ferramentas utilizadas para a apresentação e o formato de comunicação dos resultados insere-se no aspecto “como avaliar?” no contexto dos sistemas de avaliação de edificações e envolve os seguintes aspectos-chave:

- a) Formato dos resultados: demonstração de resultados absoluta (índice único, perfil de desempenho, perfil e índice) ou relativa;*
- b) Apresentação dos resultados: ferramentas gráficas adotadas para a apresentação dos resultados.*

ETAPA 6 – Divulgação da Informação

A publicação dos resultados obtidos no processo de avaliação é um passo vital para que esta possa gerar efeitos, desde a informação aos atores interessados, a produção de valores de referência até a conscientização geral que estimule respostas da sociedade, de empresas e governos. De fato, avaliações e certificações somente têm sentido quando o desempenho de referência é explicitamente definido, por isto é necessário manter bases de dados atualizadas continuamente a fim de conduzir a números e avaliações mais confiáveis bem como à definição de metas mais realistas.

A divulgação de resultados e valores de referência também é importante a fim de tornar a prática de avaliação e certificação replicável em cada país, paralelamente ao reconhecimento das particularidades regionais que interferem na interpretação dos resultados. Porém, a informação gerada por meio de avaliações de edificações em geral não tem caráter público e, normalmente, há grande sigilo em torno do desempenho de edificações e a divulgação de resultados. Percebe-se que isto ocorre porque as avaliações de edificações ocorrem em nível

mais restrito, seja por questões comerciais, repercussão de mercado, e marketing. No entanto, há tratamentos variados por parte de diferentes sistemas.

Entre os aspectos-chave que envolvem a divulgação da informação:

- a) **Público alvo interessado:** usuários do sistema versus atores interessados nos resultados da avaliação;*
- b) **Escala de divulgação dos resultados (acesso à informação):** em função do nível de sigilo ou interesses em torno dos resultados da avaliação;*
- c) **Meio de comunicação:** Para compatibilizar agilidade e baixos custos a maior parte dos sistemas de avaliação divulga resultados na internet na própria plataforma em que o sistema é acessado.*

4.4 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

Surgimento e evolução dos métodos de avaliação

A crise do petróleo nos anos 70 estimulou uma série de iniciativas focadas na avaliação e maximização da eficiência energética de edificações e, a partir da década de 90, pesquisas visando reduzir os impactos ambientais passaram a receber investimento crescente, especialmente pela necessidade de se avaliar edifícios projetados segundo os conceitos de projeto ecológico (*green design*). A definição de estratégias para minimização do uso de recursos não renováveis, economia de energia e redução de resíduos de construção, em especial, foi amplamente estimulada por órgãos do governo, instituições de pesquisa e pelo setor privado de diversos países. Um segundo e importante impulso para o surgimento de métodos e ferramentas de avaliação veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais de que a avaliação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação seria um dos meios mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações.

A emergência e a evolução de métodos de avaliação de edificações se deram em resposta à tensão gerada pela necessidade de critérios de desempenho que fossem objetivos, cientificamente válidos e rigorosos e que, ao mesmo tempo fossem práticos, transparentes e de simples compreensão, suficientemente capazes de sensibilizar a indústria da construção a responder com mudanças práticas.

Originalmente desenvolvido na esfera de avaliação de impactos de produtos, o conceito de análise do ciclo de vida (*LCA - Life-Cycle Analysis*) forneceu a base conceitual para o desenvolvimento das metodologias para avaliação ambiental de edificações (SILVA, 2000)

e as primeiras surgiram na década de 90 na Europa, nos EUA e no Canadá como elementos-chave para estimular o mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações ora detalhadas, para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no estoque construído; ora simplificadas, para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edificações (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2001).

A área tem evoluído rapidamente desde o surgimento do BREEAM (*UK Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) em 1990 e, num período relativamente curto, testemunhou-se o crescimento no número de novos métodos internacionalmente bem como gerações sucessivas de sistemas que evoluíram a partir da experiência acumulada ou de novas proposições conceituais e teóricas. Os termos “sistema” e “esquema” são geralmente utilizados indistintamente com “método” de avaliação e os termos “certificação” (*certification*), “classificação” (*rating*) e rotulagem ou etiquetagem (*labelling*), são utilizados, da mesma forma, para indicar resultados emitidos pelos processos de avaliação (COLE, 2005).

Aplicações dos métodos de avaliação

Hoje, a avaliação de edificações é vista como um domínio de investigação sistemática com explorações rigorosas em avaliar protocolos, indicadores de desempenho, efeitos físicos e mercadológicos, entre outros. Países europeus, Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong e diversas nações emergentes, como o Brasil possuem pelo menos um sistema de avaliação de edificações disponível. Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os esquemas de avaliação podem ser claramente separados em duas categorias (Tabela 4.4) (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003):

- (a) ***aqueles orientados para o mercado***, isto é, desenvolvidos para ser facilmente absorvidos por projetistas ou para receber e divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços dispensados para melhorar a qualidade ambiental de projetos, execução e gerenciamento operacional – têm, portanto, uma estrutura mais simples, normalmente formatada como uma lista de verificação e estão vinculados a algum tipo de certificação de desempenho e;
- (b) ***aqueles orientados para pesquisa*** cuja ênfase é o desenvolvimento de uma metodologia abrangente e com fundamentação científica, que possa orientar o desenvolvimento de novos sistemas.

Do ponto de vista mercadológico, os sistemas de avaliação servem como base, sobretudo, para a certificação de edificações. Sua estrutura pode ser desenvolvida para a avaliação de desempenho sistemática com base em metas para edificações e utilizada por clientes da construção em estágios iniciais do processo de projeto e subsequentemente para monitorar o alcance de metas. A estrutura analítica do sistema de avaliação que organiza os indicadores oferece um bom ponto de partida para a produção de diretrizes para a construção sustentável.

Grande parte dos sistemas inicialmente modelados para a avaliação é também utilizada como ferramentas de auxílio ao projeto (TODD *et al*, 2001), ainda que não concebidos especificamente para isto, o que gera problemas e armadilhas, entre elas: uma visão limitada quanto a práticas para a construção sustentável quando talvez a exploração e a inovação deveriam ser encorajadas; a pressão para que projetistas atinjam maiores níveis de desempenho por meio do uso de um sistema específico – resumindo o processo a uma busca por mais pontos como finalidade última; o uso da ferramenta para explorar quais práticas levariam a maiores pontuações com menor custo ou esforço em vez de buscar aquelas que trariam maior efetividade para cada edifício especificamente.

Internacionalmente, há uma grande variedade de métodos para a avaliação de edificações, sendo que os relacionados na Tabela 4.4 foram selecionados por possuir pioneirismo ou grande representatividade entre os demais sendo mais completos (foco mais amplo – edifício como um todo) e por serem periodicamente revisados. Esta seleção exclui ainda os sistemas em idiomas pouco acessíveis e aqueles derivados destes selecionados.

Entre os fatores que, cada vez mais, moldam o uso dos sistemas de avaliação e modificam seu foco destacam-se, entre outros: (a) uso inicial com base na adesão voluntária x uso como instrumento de incentivo potencial para aprovações e outras concessões; (b) maior uso da avaliação de edificações pelo setor financeiro e por seguradoras (para avaliações de risco entre outros); (c) influência do uso dos métodos de avaliação sobre as respectivas indústrias manufatureiras - que podem aproveitar a oportunidade para reavaliar processos de produção; (d) maior número de tipologias específicas de edificações buscando certificação; (e) aumento da necessidade de fácil acesso (*online*) aos métodos para permitir avaliações rápidas e com menor custo e; (f) necessidade de relacionar os resultados de avaliações (por meio de seus indicadores e outros elementos) a diferentes escalas de impacto – por mais que

ainda exista grande dificuldade em se avaliar edificações individuais como base para a compreensão do desenvolvimento sustentável global.

Tabela 4.4 – Principais metodologias para a avaliação ambiental ou da sustentabilidade de edificações (a partir de BARATELLA; SILVA, 2003 e SILVA, 2007a).

País/Ano	Sistema	Relevância / Diferencial
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ORIENTADOS PARA O MERCADO		
Reino Unido/1990	BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)	Primeiro e mais conhecido sistema de avaliação de desempenho ambiental e que embasou os vários sistemas subseqüentes também orientados ao mercado.
Estados Unidos/1996	LEED™ (Leadership in Energy and Environmental Design)	Atualmente, o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento. Inspirado no BREEAM é um documento consensual, baseado em critérios e <i>benchmarks</i> e aprovado pelas 13 categorias da indústria de construção representadas no conselho gestor do método. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) e versões para algumas tipologias estão em estágio piloto.
França/2003	HQE (NF Bâtiments Tertiaires Démarche)	Metodologia inovadora que avalia o sistema de gestão do desenvolvimento do empreendimento, além de suas características de desempenho, as quais são priorizadas em função do contexto e dos princípios de sustentabilidade do empreendedor.
Japão/2002	CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	O método que introduziu alguns conceitos inovadores à avaliação de edificações.
Austrália	GREEN STAR	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> que combina aspectos do BREEAM e do LEED™ e pretende abranger várias tipologias de edificações.
Brasil/2008	Processo AQUA	Primeiro referencial brasileiro para a certificação de edificações.
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ORIENTADOS PARA A PESQUISA		
Canadá/1993	BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	Primeiro método canadense para avaliação abrangente do desempenho ambiental de edificações orientado a pesquisa metodológica.
Internacional GBC/iiSBE/1996	GBC (Green building Challenge) iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) GBTool ¹¹ /SBTool	Sucessor do BEPAC e utilizado no estudo exploratório do ECOLOGICA Brasil. É um sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos e ponderação ajustável ao contexto de avaliação.
Brasil/2003	ECOLOGICA BRASIL	Primeira metodologia desenvolvida à luz das necessidades, desafios e limitações brasileiras.

Definição, organização e uso de indicadores nos métodos de avaliação

Métodos ou sistemas de avaliação possuem, em geral, estruturas analíticas (*frameworks*) reconhecíveis que organizam ou classificam categorias de indicadores de desempenho de maneira estruturada com pontuação e pesos associados.

A avaliação de edificações requer a obtenção de medidas por meio de indicadores de irão aferir como está o desempenho de um edifício em relação a critérios e metas preestabelecidos. A noção de “avaliação” implica precisão, objetividade e transparência na

¹¹ Atualmente renomeada para *SBTool – Sustainable Building Tool*.

definição de indicadores de desempenho, bem como num processo de avaliação igualmente rigoroso. Por isto, o desenvolvimento de sistemas de avaliação tem, em grande parte, sido movidos pela definição de áreas ou categorias abrangidas pela avaliação e pela estruturação dos indicadores de desempenho (COLE, 2005).

A organização dos indicadores facilita a compreensão e aplicação do método de avaliação, porém a existência de uma estrutura analítica (*framework*) num sistema é ainda mais importante nas fases apresentação e comunicação dos resultados da avaliação do desempenho – em que estes precisam ser relatados de forma coerente, clara e direta a uma variedade de atores. Segundo (GANN *et al*, 2003 *apud* COLE, 2005), o modo como os resultados de uma avaliação são descritos tem relação direta com a maneira como são utilizados e compreendidos os indicadores – e por quem.

Um sistema que, explicitamente, distingue o modo de organização da informação gerada pelos indicadores durante o processo de avaliação e como esta é transformada para comunicar diferentes resultados em formatos específicos, permite que se relate o desempenho do edifício sob diferentes perspectivas: em relação ao desempenho global e ao desempenho pontual (por áreas ou categorias) por meio de descrições detalhadas para cada indicador utilizado.

Indicadores possuem importância estratégica no contexto de métodos para a avaliação da sustentabilidade de edificações e permitem comparações entre edificações individuais e o registro da melhoria e progresso. Ao estruturar indicadores de forma organizada por meio de *frameworks* os sistemas de avaliação oferecem um padrão lógico e um foco aos interessados criando uma linguagem comum, o que consiste num benefício indireto de seu uso. Porém, os indicadores definidos na esfera de avaliação mais restrita (edificações) devem considerar não só as especificidades relacionadas à escala do edifício, mas também alinhar-se aos indicadores e metas de desenvolvimento sustentável definidos em âmbito nacional e mundial.

Abordando a sustentabilidade

Há consciência de que os primeiros sistemas desenvolvidos focaram-se no aspecto ambiental da avaliação, no entanto, sabe-se que a agenda para a construção sustentável – especialmente nos países em desenvolvimento - deve, necessariamente, contemplar as várias dimensões da sustentabilidade, inclusive para a avaliação de edificações. Torna-se claro, portanto que uma questão central é saltar da avaliação ambiental para a avaliação da sustentabilidade das

edificações, e contemplar também os aspectos sociais e econômicos relacionados à produção, operação e modificação do ambiente construído (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003).

Ainda que, inicialmente focados nas avaliações ambientais e concebidos para uso voluntário, os métodos de avaliação de edificações desempenham um papel qualitativamente diferente no contexto atual. Sobretudo, no que diz respeito à mudança da ênfase em direção a sustentabilidade que começa a transformar aspectos estruturais e operacionais de tais sistemas. Uma discussão importante refere-se ao modo como e em que extensão os sistemas expõem ligações e sinergias entre os indicadores de desempenho. Um edifício é considerado sustentável em função do nível e modo como seus vários sistemas interagem e desempenham distintas funções e, de fato, somente é possível atingir mais altos níveis de desempenho sustentável – considerando-se limitações de tempo e recursos financeiros – por meio da integração criativa destes sistemas.

Do mesmo modo, as dimensões social, ambiental e econômica utilizadas para emoldurar a sustentabilidade e o modo e a medida em que uma influencia a outra - positiva ou negativamente - são pontos críticos de intersecção dos sistemas avaliados. Afinal, a avaliação de edificações, mais do que simplesmente mensurar medidas físicas, importa-se com o efeito gerado pela existência e operação daquele edifício sobre os indivíduos, a sociedade e o meio ambiente. E, a simples inclusão de indicadores sociais ao lado de indicadores ambientais de desempenho existentes pode não necessariamente mostrar como se influenciam mutuamente (COLE, 2005).

O modo como os métodos de avaliação irão incorporar e acomodar tal complexidade e ainda manterem-se simples e práticos para os usuários é um fator significativo a ser considerado. E, do ponto de vista prático, a acomodação desta complexidade está associada ao modo como se relacionam a estrutura do sistema (ex. a abrangência e organização das categorias de desempenho) e a especificidade dos requerimentos dos indicadores presentes.

A concepção de sistemas para a avaliação de sustentabilidade de edificações com base em indicadores que mostrem a “distância da sustentabilidade” esbarra ainda em dificuldades relacionadas ao pouco conhecimento da capacidade de carga ambiental. Isto demandaria, inclusive, maior clareza nas metas e objetivos a se atingir ou quanto aos produtos desejados – o que vai na contramão do foco dominante na maior parte dos sistemas atuais, em que indicadores são comparados com práticas típicas ou níveis de referência (*benchmarks*) pré-

estabelecidos. Portanto, questiona-se a capacidade destes sistemas em descrever com precisão o desempenho de um edifício em relação à sustentabilidade. Fato que, no entanto, não tira o mérito de seu papel em transformar a cultura da indústria da construção para incorporar a sustentabilidade como parte comum, consistente e integral dos processos decisórios. Persiste, por fim, a dificuldade de se relacionar o progresso, em termos de sustentabilidade, do setor da construção ou da nação com a escala do edifício.

Desafios para o desenvolvimento e uso de métodos de avaliação/certificação

Os desafios para o desenvolvimento e uso destes sistemas se concentram, sobretudo, nos seguintes pontos – alguns deles diretamente relacionados ao desenvolvimento de indicadores:

- Dificuldade em se definir quais os aspectos mais críticos que descrevem o desempenho de um edifício específico diante da grande diversidade de aspectos potencialmente úteis e adequados (ponderações de requisitos podem auxiliar, mas em geral envolvem processos genéricos e subjetivos);
- Quantidade de dados necessários a coletar: a natureza e o número de indicadores de desempenho que integram o sistema influenciam o tempo, esforço e custos envolvidos na avaliação;
- Variabilidade do grau de compreensão científica acerca dos aspectos e métricas (indicadores) associados aos sistemas;
- Habilidade dos sistemas em assimilar e comunicar resultados com clareza e coerência - que tenham sentido para o público interessado.

O questionamento central acerca dos sistemas de avaliação de edificações refere-se a como estes podem abordar questões complexas mantendo-se ainda simples e práticos para seus usuários e, sobretudo, como questões ambientais serão abordadas no contexto mais amplo da sustentabilidade e como os métodos atuais conseguem atender a esta nova agenda.

Sistemas de avaliação/certificação em países em desenvolvimento

Sistemas de avaliação surgiram na esfera de nações desenvolvidas e, com o aumento do interesse internacional, a possibilidade de transferência intercultural foi vista com particular interesse por países em desenvolvimento ou emergentes como o Brasil. O acesso a tais métodos tem sido recorrente pela participação destes países em programas internacionais e outras iniciativas, como a *Green Building Challenge* (COLE, 2001).

Ainda que existam benefícios associados a esta troca, os perigos da homogeneização e a redução da sensibilidade à compreensão e adequação de estratégias de projeto apropriadas a regiões específicas serão preocupações constantes. De fato, simplesmente importar estratégias e técnicas específicas entre culturas de forma inapropriada pode levar a uma potencial retração do progresso ambiental no curto prazo.

Os métodos existentes são naturalmente diferentes, por que as agendas ambientais variam de um país a outro; assim como as práticas construtivas e de projeto, o clima, o estado do estoque construído, as prioridades de regulamentações e do mercado; as mudanças (no mercado) que se deseja encorajar; e a receptividade dos mercados à introdução dos métodos (SILVA, 2003). De fato, um núcleo comum aos sistemas pode ser considerado como ponto de partida no desenvolvimento de métodos nacionais, mas deverá ser complementado por categorias que reflitam prioridades específicas não contempladas nos métodos estrangeiros. A importância relativa (fatores de ponderação) entre categorias também deverá ser ajustada à agenda local.

No Brasil, o desenvolvimento de métodos para a avaliação de desempenho de edificações era, até pouco tempo, praticamente inexistente e as discussões normalmente voltadas ao ponto de vista econômico. Ainda, o Brasil e outros países em desenvolvimento têm um longo caminho a percorrer no que diz respeito aos níveis de regulamentações e de democratização da tomada de decisão orientada à produção, manutenção e renovação do ambiente construído. As necessidades de redução de desigualdade social e econômica juntam-se à necessidade fundamental de equilíbrio entre o custo e o benefício ambiental envolvidos nas ações para o desenvolvimento da nação.

Diante de migração de sistemas de avaliação, destaca-se que aqueles que permitem ao usuário considerar diferentes limites do sistema (escala geográfica ou de impacto) para então adaptá-lo às condições e prioridades regionais são mais interessantes. No entanto, este processo deve permitir o claro entendimento sobre o que está sendo alterado e o porquê. No caso de indicadores, as escalas geográfica e temporal são aspectos muito significativos para o trabalho relacionado ao uso de recursos naturais e poluição gerada (SEGNESTAM, 2002). Indicadores utilizados no processo decisório relacionados à gestão de recursos naturais e poluição gerada estão potencialmente ligados à escala geográfica. Estes indicadores nem sempre coincidem com limites políticos e fronteiras oficiais que geralmente delimitam o processo decisório e abordam uma questão que envolve indicadores globalmente

significativos *versus* indicadores localmente significativos. Do mesmo modo, a escala temporal de um indicador também afeta sua utilidade e interpretação. A questão temporal é importante na formulação de medidas mitigadoras e para permitir ações preventivas em vez de reativas.

Nos países em desenvolvimento, preocupações sociais e econômicas exercem muito maior pressão do que naqueles desenvolvidos, por isso limitações domésticas para o progresso ambiental são qualitativamente diferentes. E, ainda que alguns indicadores e critérios possam ser ajustados para adequar-se a diferentes contextos geográficos e regionais, há outros que não possuem a mesma flexibilidade. Tal situação ilustra a necessidade de maiores debates acerca da relevância, do potencial de aplicação e das estruturas dos métodos de avaliação diante da diversidade global de culturas e contextos climáticos. Por isso, o trabalho prático com indicadores requer a colaboração entre governos, organizações nacionais e grupos locais. Se os indicadores forem desenvolvidos de acordo com limites territoriais políticos, tanto os indicadores quanto a sua interpretação podem incorrer em imperfeições ou irrelevância e então, produzir medidas incorretas e resultados falhos.

4.4.1 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DISPONÍVEIS NO BRASIL

A seguir são apresentados com maiores detalhes unicamente os sistemas disponíveis para a avaliação/certificação de edificações no Brasil: LEEDTM e Processo AQUA. Ambos são claramente orientados para o mercado e limitam-se à dimensão ambiental da sustentabilidade.

Leadership in Energy and Environmental Design (LEEDTM)

Diversos métodos de avaliação de edificações são, atualmente, como produtos e serviços de engenharia e arquitetura em geral, globais em escopo e influência. É o caso do LEEDTM. É um sistema de certificação ambiental reconhecido internacionalmente que permite verificar se um edifício ou comunidade foram projetados com base em estratégias para a melhoria do desempenho em relação às métricas em áreas significativas como: eficiência no uso da água e energia, redução de emissões de CO₂, melhora da qualidade do ambiente interno, responsabilidade ao utilizar recursos e sensibilidade frente aos impactos gerados (USGBC, 2010).

Concebido nos Estados Unidos, em 1995, o LEEDTM foi desenvolvido pelo *US Green Building Council (USGBC)*, instituição sem fins lucrativos e financiada pelo NIST (*National Institute of Standards and Technology*), para facilitar a transferência de conceitos da

construção ambientalmente responsável para profissionais e para a indústria da construção por meio de uma estrutura concisa que permite medir o impacto do desempenho de edificações e implementar soluções práticas para o projeto, construção, operação e manutenção de edificações. Promove uma abordagem sustentável ao reconhecer o desempenho em cinco áreas-chave (Tabela 4.5) da saúde humana e ambiental: (a) *desenvolvimento sustentável do sítio*; (b) *economia de água*; (c) *eficiência energética*; (d) *seleção de materiais*; e (e) *qualidade do ambiente interno*. Assim, o LEED™ incentiva e acelera a adoção de práticas sustentáveis de construção e desenvolvimento por meio de um sistema de classificação que reconhece projetos que implementam estratégias para melhor desempenho.

Desde a proposta inicial que esboçou o sistema (1996), passando pela publicação da versão piloto (LEED™1.0) (1999) e subseqüentes revisões do método até a versão atual (LEED™v3) (2009), este método tornou-se aplicável a diversas tipologias de edificações e foi capaz de se manter atualizado frente à questões como o aquecimento global e a mudança climática por meio de incrementos e mudanças estratégicas em suas funções.

Tabela 4.5 – Áreas-chave para a abordagem da sustentabilidade (USGBC, 2010).

Símbolo	Categoria/ Áreas-chave	Relevância/comentários
	Sítios sustentáveis	A escolha do local e sua gestão durante a obra são considerações importantes para a sustentabilidade de um projeto. Esta categoria desencoraja ações em áreas naturais (sem alguma infraestrutura prévia), minimiza o impacto do edifício em ecossistemas e no sistema hídrico, estimula o aproveitamento da topografia local, beneficia as escolhas que otimizem o transporte, permite o controle do escoamento superficial e a redução da erosão, minimiza a poluição, o efeito de ilhas de calor e a poluição diretamente associada à construção.
	Uso eficiente da água	Edificações consomem quantidades substanciais de água potável, assim, esta categoria incentiva o uso racional da água dentro e fora da edificação. A redução do consumo pode ser obtida por meio de equipamentos economizadores, reparos e manutenções (internamente), e pelo paisagismo e terraplanagem inteligentes (externamente).
	Energia e atmosfera	Edificações são grandes consumidores de energia e esta categoria estimula a implementação de uma grande variedade e estratégias: <i>commissioning</i> (processo com foco na qualidade que verifica se os subsistemas do edifício atendem os requerimentos de projeto), monitoramento do uso, projeto e construção eficientes, equipamentos eficientes (sistemas e iluminação), uso de fontes limpas ou renováveis, entre outras.
	Materiais e recursos	Durante as fases de construção e operação, edificações produzem uma grande quantidade de resíduos e consomem muitos materiais e recursos. Esta categoria estimula a escolha por materiais produzidos de forma sustentável e promove a redução de resíduos bem como seu reaproveitamento e reciclagem.
	Qualidade do ambiente interno	Uma vez que os indivíduos passam grande parte de sua vida dentro de ambientes construídos, nos quais, muitas vezes, a qualidade do ar pode ser pior do que a do ar externo, esta categoria promove estratégias que podem melhorar o ar interno bem como prover o acesso à luz natural e à vista externa e ainda, melhorar a acústica.

Hoje, o LEED™ é flexível o suficiente para certificar edificações residenciais, comerciais (interiores), escolares, de saúde, incluindo o envelope (*core & shell*), construções novas e existentes e ainda, o desenvolvimento de comunidades (versão em fase piloto). Foca-se no

ciclo de vida das edificações – projeto e construção, operação e manutenção, equipagem e ocupação, e *retrofit*.

A evolução do sistema LEED™ (Tabela 4.6) está baseada em avanços técnicos, científicos e de mercado uma vez que solidifica o rigor técnico e a integridade da base consensual sem sacrificar a habilidade de equilibrar excelência ambiental e a realidade do mercado da indústria da construção. A *versão V3* ou LEED™ 2009 representa a reorganização do sistema para edificações comerciais combinando uma série de grandes avanços técnicos focados na melhora da eficiência energética, redução de emissões de carbono bem como na abordagem de outras questões ambientais e relacionadas à saúde humana. Esta nova versão, mais flexível e adaptável, é uma resposta aos anseios de usuários e membros do *US Green Building Council*.

Tabela 4.6 – Evolução do sistema LEED™ (1996 a 2010) (a partir de COLE, 2006; USGBC, 2010).

EVOLUÇÃO DO SISTEMA LEED™ - Leadership in Energy and Environmental Design		
Ano	Versão	Características/Inovações
1996	Esboço inicial	Primeira proposta do sistema
1999	LEED™ 1.0	Versão piloto publicada na Convenção <i>USGBC Membership Summit</i>
2000	LEED™ - NC 2.0 (New Construction)	Em Março de 2000 foi lançada a versão LEED™ para edificações comerciais (TODD <i>et al</i> , 2001)
2002	LEED™ - NC 2.1 (New Construction)	Construções novas
2005	LEED™ - NC 2.2 (New Construction)	Inclui novas construções e grandes renovações para edificações comerciais. As categorias são mantidas para a pontuação, mas são mais detalhadas e abrangentes. Um total de 69 pontos são distribuídos entre as categorias.
2005	LEED™ - EB (Existing buildings)	Versão para edificações existentes
2005	LEED™ - CI (Commercial interiors)	Versão para interiores de edificações comerciais
	LEED™ for Schools	Versão para edificações escolares
	LEED™ for Healthcare	Versão para edificações de saúde
	LEED™ - CS (Core & shell)	Versão para envelope de edificações
	LEED™ for Retail	Versão para edificações de varejo
2008	LEED™ - HOMES	Versão para residências
2008	LEED™ - for Neighborhood development	Versão para desenvolvimento de comunidades - bairros
2009	LEED™ 3.0 (Versão 3.0 – v3)	Inclui alterações no sistema de classificação/pontos com maior harmonização no processo de atribuição de créditos (com base em impactos ambientais e sociais) e no serviço de certificação <i>online</i> , mais amigável aos usuários. Incorpora novas tecnologias e avança na parte científica. Consolida os 9 sistemas (então existindo separadamente) em apenas 3 guias referenciais. As versões <i>for Homes</i> e <i>for Neighborhood developments</i> não foram incluídas em função de sua recente introdução no mercado (2008). O novo formato concentra todos os créditos num único manual e aumenta o número de pontos possíveis de 69 para 110, alterando o sistema de ponderação e pontuação. Sobretudo, o LEED™ v3 insere créditos específicos para prioridades regionais, o que incentiva projetistas a tirar proveito de créditos de especial interesse em função da área geográfica.
	1. Green Building Design and Construction: (engloba o LEED NC, CS, schools healthcare e retail) para edificações novas	
	2. Green Interior Design and Construction: (engloba o LEED CI e retail interiors) para interiores	
	3. Green Building Operation and Maintenance: (engloba o LEED EB e existing schools) para operação e manutenção de edificações existentes	

Neste sistema, em que se concedem créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, o desempenho ambiental do edifício é avaliado de forma global, ao longo de

todo o seu ciclo de vida, numa tentativa de considerar os preceitos essenciais do que constituiria um *green building*. O critério mínimo de nivelamento exigido para a avaliação de um edifício pelo LEED™ é o cumprimento de uma série de pré-requisitos. Satisfeitos todos eles, passa-se à etapa seguinte de classificação do desempenho, em que a atribuição de créditos indica o grau de conformidade do atendimento aos itens avaliados.

É constituído por um *checklist* e os créditos são atribuídos basicamente pelo atendimento de ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais de edificações. Possui estrutura simples e é um meio termo entre critérios puramente prescritivos e especificações de desempenho, e toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003).

No Brasil, até então, o sistema está presente no mercado no mesmo formato utilizado nos Estados Unidos. Foi especificamente adaptado pelo GBC Canadá e GBC Índia e discussões sobre possíveis adaptações da versão LEED-NC 2.2 chegaram a ser iniciadas com o GBC Itália e o GBC Brasil. De fato, o *Green Building Council* Brasil verificou a necessidade de disseminar o sistema de certificação adaptado à realidade brasileira e iniciou, em janeiro de 2008, uma interpretação e adaptação desta ferramenta para o mercado nacional a fim de apresentar uma proposta de regionalização do LEED™ ao USGBC. No entanto, a versão 2009 (ou LEED™ 3.0) foi lançada antes que tal trabalho fosse concluído. Apesar da certificação LEED™ ser promovida no Brasil pelo GBC Brasil, o instrumento é aplicado tal qual nos Estados Unidos, e a verificação continua sendo feita com base em critérios americanos e análise documental.

Processo AQUA - Alta Qualidade Ambiental

Desenvolvido pela Fundação Vanzolini, pela Escola Politécnica da USP (*Universidade de São Paulo*) e pelo CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*), o *Processo AQUA* (*Alta Qualidade Ambiental*) baseou-se no selo francês HQE (*Haute Qualité Environnementale*), cuja versão oficial foi publicada em fevereiro de 2005 e integra-se ao desenvolvimento sustentável nos aspectos ambiental (meio ambiente exterior, emissões ao ar e água, canteiro de obra com poucas interferências), social (conforto e saúde, ambiente interior) e econômico (gestão de recursos). O sistema francês prevê, ainda, a promoção de ações voluntárias e o envolvimento de todos os agentes do setor.

O Processo AQUA, inspirado no HQE, é adaptado à realidade brasileira para a avaliação do desempenho de construções classificando o edifício quanto ao grau de sustentabilidade de acordo com critérios de desempenho que se distribuem em 14 categorias da *Qualidade Ambiental do Edifício* (QAE) (Tabela 4.7) e que podem ser atendidas em nível *Bom*, *Superior* ou *Excelente* de desempenho, sendo exigido pelo menos o seguinte perfil: 3 categorias em nível *Excelente*, 4 em *Superior* e 7 em nível *Bom*.

Tabela 4.7 – Categorias da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) consideradas no Processo AQUA (FCAV, 2007).

CATEGORIAS	TEMÁTICA ASSOCIADA A CADA CATEGORIA
C- 1	Relação do edifício com o seu entorno
C- 2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
C- 3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
C- 4	Gestão da energia
C- 5	Gestão da água
C- 6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
C- 7	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental
C- 8	Conforto higrotérmico
C- 9	Conforto acústico
C- 10	Conforto visual
C- 11	Conforto olfativo
C- 12	Qualidade sanitária dos ambientes
C- 13	Qualidade sanitária do ar
C- 14	Qualidade sanitária da água

No entanto, para se atingir o desempenho programado e se obter a certificação AQUA, é necessário ainda estabelecer um *Sistema de Gestão do Empreendimento* (SGE) que assegure a gestão total do projeto. A metodologia exige a implementação de tal sistema, pois inclui a avaliação da gestão do desenvolvimento do empreendimento. A sua finalidade é auxiliar o empreendedor na elaboração de um perfil ambiental desejado para a operação, de modo adequado às suas especificidades e aos aspectos ambientais significativos. Para isto, o empreendedor da construção deve traçar o controle total do empreendimento em todas as suas fases: (a) programa; (b) concepção (projetos); e (c) realização (obra), para que sejam atendidos os critérios de desempenho específicos do processo.

O sistema tem base em critérios e *benchmarks* e a ponderação é baseada no perfil de desempenho específico definido para cada projeto. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado pelas 14 categorias de preocupações ambientais definidas pela Associação HQE. Para cada preocupação elementar são definidos indicadores e os critérios de avaliação. Considerando esta estrutura, a avaliação do desempenho ambiental é feita inicialmente pelo

próprio empreendedor, no mínimo ao final de cada uma das fases planejamento, concepção e realização, e consiste em atribuir um dos três níveis de desempenho possíveis para que, em seguida, o nível de desempenho atribuído a cada uma das 14 categorias possa ser comparado ao perfil ambiental desejado estabelecido inicialmente.

Seu caráter inovador é determinado pelo fato de esta avaliação ir além de simplesmente verificar o atendimento dos índices de desempenho relativos às características do produto final, mas inclusive de avaliar as disposições e escolhas realizadas ao longo das fases de planejamento, concepção e realização. E, finalmente, outra característica bastante importante do referencial é a flexibilidade garantida pela possibilidade de correção de eventuais desvios verificados ao longo de cada fase.

A certificação é concedida ao final de cada fase, mediante verificação de atendimento ao Referencial Técnico¹² por meio de auditorias presenciais seguidas de análise técnica. Em sua fase de implantação no Brasil, foi aplicado a edificações comerciais e escolares. Atualmente, entretanto, novas tipologias AQUA para construções hoteleiras e edificações habitacionais já estão disponíveis.

¹² O Referencial Técnico e outras informações sobre a certificação do Processo AQUA podem ser encontradas no site da internet: <http://www.varzolini.org.br>.

5 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para a consecução do objetivo principal deste trabalho, cuja intenção é a análise de procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de indicadores para a avaliação de sustentabilidade de edifícios com enfoque no contexto brasileiro, definiu-se que dois objetivos específicos deveriam ser também alcançados, dedicados a:

- 1. Identificar e sistematizar uma sequência metodológica para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade e,**
- 2. Estudar a adequação da metodologia previamente identificada e identificar aspectos-chave para melhor considerar especificidades associadas ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade na escala do edifício.**

O primeiro objetivo específico foi alcançado, e o resultado, detalhado no *Capítulo 3* deste trabalho. Por meio da revisão bibliográfica foi possível identificar, discutir e sistematizar os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, neste trabalho organizados em seis etapas principais:

Etapa 1: Definição da estrutura analítica para a organização de indicadores

Etapa 2: Definição de critérios de seleção

Etapa 3: Coleta de dados

Etapa 4: Análise e interpretação dos resultados

Etapa 5: Definição de ferramentas para apresentação

Etapa 6: Divulgação da informação

Para o atingimento do segundo objetivo específico, traçou-se um paralelo entre os procedimentos metodológicos previamente identificados para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (Capítulo 3) e o contexto dos principais sistemas de avaliação de edifícios, para aproximação à escala do edifício. A partir desta análise, identificou-se (Capítulo 4) especificidades associadas ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Especificidades para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios.

ASPECTOS-CHAVE RELACIONADOS ÀS ETAPA DO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS	
ETAPA 1	Definição da estrutura analítica para a organização de indicadores
	<p>A definição da estrutura e do conteúdo da avaliação (“o que avaliar?”) em cada sistema relaciona-se à definição da estrutura analítica para a organização dos indicadores e permite verificar a sensibilidade regional das estruturas dos métodos de avaliação (fundamentação nas Agendas de cada país).</p> <p>Sistemas de avaliação/certificação - aspectos-chave (o que avaliam?):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Estrutura de avaliação - <i>framework</i> (tipologia e organização de indicadores) b) Escopo da avaliação (dimensões da sustentabilidade) c) Propósito da avaliação (aplicação e público alvo) d) Limites do sistema (escala de impacto)
ETAPA 2	Definição de critérios de seleção
	<p>A definição dos critérios de seleção de indicadores (“como avaliar?”) para o sistema de avaliação irá determinar como se dará a avaliação das edificações em função de diferentes aspectos.</p> <p>Sistemas de avaliação/certificação - aspectos-chave (como avaliam?):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Orientação da avaliação: prescritiva x desempenho (sensibilidade) b) Uso de LCA (escala temporal) c) Categorias de avaliação (prioridade para agendas ou políticas) d) Tipologia avaliada
ETAPA 3	Coleta de dados
	<p>No âmbito dos sistemas de avaliação de sustentabilidade de edifícios, a coleta de dados é feita tanto para o cálculo de valores de referência (<i>benchmarks</i>) globais ou regionais quanto para o cálculo dos indicadores em si.</p> <p>Sistemas de avaliação/certificação - aspectos-chave:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Público alvo interessado x responsável pela coleta b) Vulnerabilidades para a coleta de dados
ETAPA 4	Análise e interpretação dos resultados
	<p>A análise e a interpretação de resultados de indicadores de sustentabilidade de edifícios envolvem a definição de pontuação mínima, da escala de pontuação (referências e metas), e de classes de desempenho. O desafio principal está em estabelecer <i>benchmarks</i> (níveis de referência de desempenho) para edifícios respeitando diversidades regionais e técnicas e limitações práticas.</p> <p>Sistemas de avaliação/certificação - aspectos-chave (quanto atingir?):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Sistema de pontuação (escala geográfica) b) Definição de <i>benchmarks</i> (níveis de referência) c) Ponderação - definição de pesos (flexibilidade, representatividade e utilidade para usuários) d) Metas de desempenho
ETAPA 5	Definição de ferramentas para apresentação
	<p>Sistemas de avaliação/certificação - aspectos-chave (como avaliam?):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Formato dos resultados b) Apresentação dos resultados
ETAPA 6	Divulgação da informação
	<p>Sistemas de avaliação/certificação - aspectos-chave (como avaliam?):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Público alvo interessado 2. Escala da divulgação dos resultados (acesso à informação) 3. Meio de comunicação

As considerações traçadas e reflexões formuladas por meio da consecução dos objetivos específicos orientaram a organização dos procedimentos metodológicos da etapa exploratória central deste trabalho, referente à análise de sistemas de certificação em uso no Brasil sob a ótica dos indicadores utilizados.

5.1 METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO EM USO NO BRASIL

A metodologia para a análise dos sistemas de certificação disponíveis no Brasil (LEEDTM e Processo AQUA) segue uma seqüência diretamente relacionada aos *aspectos-chave* que alinham o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade às especificidades do contexto dos edifícios. Isso permite a sua análise¹ e caracterização no que diz respeito ao desenvolvimento e uso de indicadores de sustentabilidade de edifícios, assim como suas implicações no contexto brasileiro. A seqüência metodológica a seguir lista os itens analisados em cada um dos dois sistemas - LEEDTM e Processo AQUA - no *Capítulo 6*, para sua posterior discussão no *Capítulo 7*:

1. Verificação quanto à aderência a uma estrutura analítica para a organização de indicadores

- a) Identificação da estrutura analítica e tipologia dos indicadores adotados por cada um dos sistemas, quando possível, para a caracterização do *framework* adotado para a organização dos indicadores;
- b) Identificação do escopo da avaliação (dimensões de sustentabilidade);
- c) Identificação do propósito da avaliação (aplicação e público alvo);
- d) Identificação dos limites do sistema (escala de impacto).

2. Aspectos relacionados aos indicadores selecionados

- a) Identificação da orientação da avaliação: prescritiva x desempenho;
- b) Verificação quanto ao uso de LCA;
- c) Identificação de categorias de avaliação;
- d) Identificação da tipologia avaliada.

3. Aspectos relacionados à coleta de dados

- a) Identificação do público alvo interessado e dos responsáveis pela coleta de dados;
- b) Identificação de vulnerabilidades para a coleta;

4. Aspectos relacionados à análise e interpretação de resultados

¹ A análise foi conduzida com base em documentos de acesso público, uma vez que a autora não teve acesso a documentos restritos referentes ao desenvolvimento dos indicadores e à definição de outros aspectos em cada sistema.

- a) Identificação do sistema de pontuação adotado;
- b) Identificação da metodologia utilizada para a definição de *benchmarks* (níveis de referência);
- c) Identificação do uso de algum sistema de ponderação - definição de pesos;
- d) Identificação do modo de definição e uso de metas de desempenho.

5. Aspectos relacionados à apresentação dos resultados

- a) Identificação do formato para a apresentação dos resultados;
- b) Identificação das ferramentas gráficas utilizadas para apresentar os resultados.

6. Aspectos relacionados à divulgação dos resultados

- a) Identificação do público alvo interessado nos resultados;
- b) Identificação da escala de divulgação dos resultados;
- c) Identificação dos meios de comunicação utilizados para comunicar os resultados.

6 ANÁLISE DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO EM USO NO BRASIL

6.1 PROCESSO AQUA

A análise do Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) de certificação está fundamentada no Referencial Técnico de Certificação (FCAV, 2007) específico para edifícios do setor de serviços – incluindo escritórios e edifícios escolares – disponibilizado na internet¹ para acesso e consulta gratuitos. Este documento foi formatado a partir do original francês da “*Démarche HQE*” e adequado para a realidade brasileira no âmbito de um convênio de cooperação com a Fundação Vanzolini.

6.1.1 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES

Framework e tipologia

O Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é definido como um processo de gestão de projeto que visa obter a qualidade ambiental por meio do controle de impactos de edifícios no ambiente externo assim como no conforto e na saúde dos usuários, assegurando ainda os processos operacionais. Neste sistema, a obtenção do desempenho ambiental de uma construção envolve tanto aspectos arquitetônicos e técnicos como de gestão ambiental. Por isso, o processo de certificação se estrutura em dois instrumentos de avaliação (FCAV, 2007): (a) o *Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE)*, que avalia o sistema de gestão ambiental implementado e; (b) o *Sistema de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE)*, que avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

O *Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE)* diz respeito a um conjunto de elementos que definem as categorias de QAE e organizam o empreendimento para alcançá-las. O Sistema de Gestão do Empreendimento é objeto de um referencial específico (referencial do SGE) e que, sobretudo, lista exigências segundo temáticas específicas que o SGE deve satisfazer para estar conforme ao processo de certificação.

No âmbito do Processo AQUA, considera-se a implementação do SGE como a “coluna vertebral” da certificação, uma vez que os requisitos do SGE exigem o comprometimento

com o perfil de Qualidade Ambiental desejado e seu acompanhamento, análise e avaliação ao longo do empreendimento, além de oferecer suporte às fases essenciais da avaliação da QAE uma vez que (FCAV, 2007): impõe uma visão sistêmica ao empreendimento, reforça o papel do empreendedor, incentiva a realização de estudos e projetos nas fases iniciais (análise do local, previsão de custos), permite organizar corretamente o trabalho dos diferentes agentes e orienta a tomada de decisão. O SGE está estruturado por meio de alguns temas-chave que configuram o *framework* adotado para este instrumento do sistema (Tabela 6.1), são eles:

- a) **Comprometimento do empreendedor:** trata da descrição dos elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e as exigências para formalizar tal comprometimento;
- b) **Implementação e funcionamento:** trata de exigências em termos de organização;
- c) **Gestão do empreendimento:** trata de exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE e de ações corretivas e;
- d) **Aprendizagem:** trata de exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

Tabela 6.1 - Framework do instrumento de avaliação SGE.

Sistema de Gestão do empreendimento (SGE): temas e exigências
<p>Tema 1: Comprometimento do empreendedor</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprometimento documental do empreendedor ▪ O empreendedor deve traçar o perfil QAE: hierarquizar as preocupações ambientais do empreendimento, levantando prioridades, necessidades e expectativas das partes interessadas, documentação legal e informações sobre análise econômica
<p>Tema 2: Implementação e funcionamento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O empreendedor deve fazer a descrição detalhada - em função do grau de complexidade do empreendimento - das etapas de cada fase, respectivos responsáveis, documentos contratuais, ações de comunicação para a disseminação de informações interna e externamente e o controle de documentos (o próprio sistema enumera documentos como exigências obrigatórias e cujas informações devem ser confiáveis e disponíveis (FCVA, 2007), para facilitar a etapa de coleta de dados e levantamento de informações do empreendimento)
<p>Tema 3: Gestão do empreendimento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoramento e análise de críticas por parte dos envolvidos no processo ▪ Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício em relação ao perfil traçado anteriormente (Perfil QAE) em fases específicas ▪ Aplicação de ações corretivas para viabilizar o processo e o alcance do perfil QAE desejado

¹ Site da internet: <http://www.processoaqua.com.br/referencias.html>

Tema 4: Aprendizagem

- Balanço do empreendimento após a sua entrega, com o objetivo de aumentar a pertinência e eficácia das medidas implementadas a partir das vivências práticas
 - Confronto com os objetivos iniciais e verificação do grau de satisfação das partes interessadas
-

O referencial do SGE adota uma apresentação transversal das exigências, deste modo, se adapta às diferentes formas de se organizar os papéis dos inúmeros agentes de um empreendimento. Cabe assim, a cada agente interpretar e atender às exigências em função das especificidades de cada fase do empreendimento. É importante destacar que o SGE traz informativos que orientam o empreendedor na análise dos impactos das características do local do empreendimento para cada uma das 14 categorias.

Já o **Sistema de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE)** está estruturado sob quatro *temáticas* (ou famílias) centrais (Eco-construção, Eco-Gestão, Conforto e Saúde) sob as quais se distribuem 14 categorias – definidas pela Associação HQE®² - que representam os desafios ambientais de um edifício. Estas 14 *categorias* ainda são desmembradas em *subcategorias* que se decompõem em *preocupações* principais ou elementares associadas a cada desafio ambiental. Cada *preocupação* especifica os *indicadores* (*parâmetros ou requisitos*) de desempenho ambiental e de conforto e saúde dos usuários de edifícios de escritórios e escolas. Esta estrutura configura o *framework* adotado para este instrumento do sistema (Tabela 6.2).

Houve um esforço em classificar³ os indicadores adotados no Referencial Técnico, segundo a organização tipológica mais recente e abrangente já concluída - a estrutura D, P, S, I, R, que relaciona, respectivamente: forças motrizes, pressão, estado, impacto e resposta. Esta tarefa foi, no entanto, dificultada pelo fato de os indicadores nomeados para a descrição de conformidade com o Referencial Técnico do AQUA se apresentarem como uma mescla de requisitos, diretrizes/recomendações, parâmetros de desempenho a serem atendidos, medidas de parâmetros de desempenho ou mesmo medidas descritivas. Verifica-se ainda, que alguns dos indicadores consistem, na verdade, numa sub-classificação temática como, por exemplo,

2 A Association HQE® é uma entidade francesa, criada em 1996, que reúne os agentes locais do setor de edificações com o objetivo de desenvolver a Qualidade Ambiental dos edifícios de maneira consensual por meio de duas missões principais: desenvolver o processo HQE® (Alta Qualidade Ambiental) ao fornecer referenciais e métodos operacionais aos agentes do setor e; monitorar o desenvolvimento da HQE®, assegurando a sua difusão e reconhecimento, em especial, por meio da formação e da certificação.

3 A classificação depende de análises e interpretações subjetivas com base no material disponível analisado, portanto, em certos casos, esta pode variar de acordo com os julgamentos do responsável pela análise.

na *Família temática 1, Categoria 1, Subcategoria 1.2.1 da Preocupação 1.2.*: “vento”, “precipitações” e “exposição ao sol” (Tabela 6.2). E, os indicadores (descritivos) referentes a estes sub-temas são listados como *critérios de avaliação* no Referencial Técnico.

Cabe lembrar que os modelos derivados a partir do conceito de PSR baseiam-se no princípio de causalidade, isto é: as atividades humanas exercem *pressões* sobre o ambiente (como emissões poluentes e alteração no uso do solo) que induzem alterações no *estado* do ambiente, isto é: mudam a quantidade e a qualidade dos recursos naturais. Diante destas mudanças, a sociedade *responde* através de políticas ambientais, econômicas e setoriais para evitar, reduzir ou mitigar pressões ou danos ambientais. Porém, deve-se considerar que a definição clássica considera *pressões, estado e respostas* em relação ao meio externo. A questão do ambiente interno é um complemento não diretamente relacionado à sustentabilidade, mas à manutenção de salubridade e qualidade interna enquanto se busca reduzir impactos no ambiente externo global.

Tabela 6.2 - Framework do instrumento de avaliação QAE.

Sistema de certificação Processo AQUA – Edifícios: setor de serviços			Tipologia (indicadores)
Sistema de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE)			
Temática (família)	Eco-construção		D, P, S, I, R
Categoria	1	Relação do edifício com o seu entorno	
Subcategoria	1.1	Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável	
Preocupação	1.1.1	Assegurar a coerência entre a implantação do empreendimento no terreno e a política da comunidade em termos de arranjo e de desenvolvimento sustentável territorial	
INDICADOR		Coerência em relação aos seguintes pontos: energia e energias não renováveis, saneamento, resíduos, água, serviços, etc.	Descrição, P
Preocupação	1.1.2	Gerenciar os meios de transporte e favorecer os menos poluentes	
INDICADOR		Conectividade urbana e incentivo ao deslocamento limpo (a pé, por bicicleta, etc.)	Descrição, R
Preocupação	1.1.3	Preservar o ecossistema e a biodiversidade	
INDICADOR		Preservação/melhoria da qualidade ecológica do local do empreendimento e da biodiversidade	Descrição, S,R
Preocupação	1.1.4	Prevenir o risco de inundação nas áreas suscetíveis e limitar a propagação de poluentes	
INDICADOR		Ações para limitar o escoamento das águas pluviais	Descrição, S,I,R
Subcategoria	1.2	Qualidade dos espaços exteriores para os usuários	
Preocupação	1.2.1	Criar um conforto ambiental exterior satisfatório	
INDICADOR		Vento	Descrição, I,R
INDICADOR		Precipitações	Descrição, I,R
INDICADOR		Exposição ao sol	Descrição, I,R
Preocupação	1.2.2	Criar um conforto visual satisfatório	
INDICADOR		Fontes de incômodo sonoro no exterior (gerado pelo entorno ou pelo empreendimento)	I

Preocupação	1.2.3	Criar um conforto visual satisfatório	
INDICADOR		Acesso às vistas	-
INDICADOR		Iluminação exterior	I
Preocupação	1.2.4	Assegurar espaços exteriores saudáveis	
INDICADOR		Poluição dos espaços exteriores	P,I
Subcategoria	1.3	Impactos de edifício sobre a vizinhança	
Preocupação	1.3.1	Assegurar à vizinhança o direito ao sol	
INDICADOR		Duração do período de insolação direta das aberturas das fachadas dos edifícios vizinhos	Descrição, I
Preocupação	1.3.2	Assegurar à vizinhança o direito a luminosidade	
INDICADOR		Efeito do sombreamento causado pela implantação do empreendimento sobre os edifícios vizinhos: - Relações entre distâncias com cada edifício vizinho e a maior altura do empreendimento - Porções de céu avistadas (ângulo), medidas a partir da base da fachada com aberturas de janelas de cada edifício vizinho, no plano vertical perpendicular (em planta) ao das aberturas	R I, R
Preocupação	1.3.3	Assegurar à vizinhança o direito às vistas	
INDICADOR		Acesso às vistas	Descrição, I
Preocupação	1.3.4	Assegurar à vizinhança o direito à saúde	
INDICADOR		Fontes de risco sanitário	Descrição, I
Preocupação	1.3.5	Assegurar à vizinhança o direito à tranquilidade	
INDICADOR		Fonte de ruído	Descrição, I
Categoria	2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	
Subcategoria	2.1	Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção	
Preocupação	2.1.1	Adaptar as escolhas construtivas à vida útil desejada da construção	
INDICADOR		Consideração da vida útil dos produtos, sistemas e processos em função de seu uso no edifício	R
Preocupação	2.1.2	Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade/separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção	
INDICADOR		Reflexão para uma vida útil do edifício curta (10 anos)	R
INDICADOR		Reflexão para uma vida útil do edifício média (25 anos)	R
INDICADOR		Reflexão para uma vida útil do edifício normal a longa (50 a 100 anos)	R
Preocupação	2.1.3	Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas	
INDICADOR		Conformidade dos produtos, sistemas e processos construtivos	R
Subcategoria	2.2	Escolhas construtivas para a facilidade de conservação da construção	
Preocupação	2.2.1	Assegurar a facilidade de acesso para a conservação do edifício	
INDICADOR		Disposições tomadas para facilitar o acesso aos elementos das seguintes famílias: fachadas, telhados, revestimentos internos (piso, parede, teto), janelas, esquadrias, vidraças, proteções solares, divisórias interiores, forros	Descrição, R
Preocupação	2.2.2	Escolher produtos de construção de fácil conservação	
INDICADOR		Facilidade de conservação dos produtos de construção	Descrição, R
Subcategoria	2.3	Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção	
Preocupação	2.3.1	Conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais da construção	
INDICADOR		Conhecimento das características ambientais dos produtos de construção, especialmente aquelas relacionadas à emissão de gases contribuintes para o efeito estufa (mudança climática), à geração de resíduos, à possibilidade	R

		de reuso / reciclagem de materiais, ao uso de recursos renováveis e ao esgotamento de recursos naturais	
Preocupação	2.3.2	Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais da construção	
INDICADOR		Escolhas que contribuam para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa, diminuição dos resíduos dispostos no ambiente, aproveitamento por reuso/reciclagem de materiais, aumento do uso de recursos renováveis, e escolhas que evitem o esgotamento de recursos naturais.	R
Preocupação	2.3.3	Conhecer os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	
INDICADOR		Conhecimento dos fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva: fiscal/trabalhista.	R
Preocupação	2.3.4	Escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	
INDICADOR		Escolhas que combatam a informalidade fiscal e trabalhista na cadeia produtiva	R
Subcategoria	2.4	Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos da construção à saúde humana	
Preocupação	2.4.1	Conhecer os impactos à qualidade do ar interior e à saúde humana dos produtos de construção	
INDICADOR		Conhecimento das características dos produtos de revestimentos interiores do ponto de vista das emissões de poluentes nocivos à saúde humana	R
Preocupação	2.4.2	Escolher os produtos de construção de modo a limitar os impactos da construção à qualidade do ar interior e à saúde humana	
INDICADOR		Consideração dos aspectos sanitários (do ponto de vista das emissões de poluentes nocivos à saúde humana) nas escolhas dos produtos de revestimentos interiores	R
Categoria	3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	
Subcategoria	3.1	Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	
Preocupação	3.1.1	Minimizar a produção de resíduos do canteiro de obras	
INDICADOR		Nas atividades de execução: Medidas adotadas para reduzir a produção de resíduos na origem Nas atividades de desconstrução: Medidas adotadas para otimizar o grau de desconstrução	Descrição, R
Preocupação	3.1.2	Beneficiar o máximo possível os resíduos e de forma coerente com as cadeias locais existentes	
INDICADOR		Percentual mínimo de resíduos beneficiados (com relação à massa total dos resíduos gerados)	R
Preocupação	3.1.3	Assegurar-se da correta destinação dos resíduos	
INDICADOR		Rastreabilidade por meio da % mínima de formulários de controle de transporte de resíduos recuperados	R
INDICADOR		Registros formais dos processos de Seleção e Avaliação das transportadoras	R
Subcategoria	3.2	Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras	
Preocupação	3.2.1	Limitar os incômodos	
INDICADOR		Definição e implementação de uma estratégia de meios permitindo limitar os incômodos do canteiro	Descrição, R
Preocupação	3.2.2	Limitar a poluição	
INDICADOR		Definição e implementação de uma estratégia que permita limitar a poluição causada pelo canteiro	Descrição, R
Preocupação	3.2.3	Limitar o consumo de recursos	
INDICADOR		Definição e implementação de uma estratégia de meios permitindo limitar o consumo de recursos causados pelo canteiro	Descrição, R
Temática (família)		ECO-Gestão	
Categoria	4	Gestão de energia	
Subcategoria	4.1	Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica	
Preocupação	4.1.1	Melhorar a aptidão da envoltória para limitar desperdícios	
INDICADOR		Transmitância Térmica ponderada da envoltória U_{edif} (W/m ² .K)	R
Preocupação	4.1.2	Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas	

INDICADOR	- Necessidades energéticas do edifício - Partido arquitetônico (implantação, porte, orientação e aspecto geral do edifício)	I Descrição, R
Subcategoria	4.2 Redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados	
Preocupação	4.2.1 Reduzir o consumo de energia primária devida ao resfriamento, à iluminação, ao aquecimento de água, à ventilação e aos equipamentos auxiliares	
INDICADOR	Coefficiente de consumo de energia primária (ep) Cep: - expresso em kWh/ano.m ² área útil - calculado segundo simulação computacional do edifício proposto para o empreendimento	I
Preocupação	4.2.2 Limitar os poluentes gerados pelo consumo de energia	
INDICADOR	Quantidades: equivalentes de CO ₂ gerados pelo uso de energia	Descrição, I
Preocupação	4.2.3 Utilizar energias renováveis locais	
INDICADOR	Emprego de modalidades energéticas locais de origem renovável	Descrição, R
Categoria	5 Gestão da água	
Subcategoria	5.1 Redução do consumo de água potável	
Preocupação	5.1.2 Limitar as vazões de utilização	
INDICADOR	Redutores de pressão (caso a pressão seja superior a 300 kPa)	R
Preocupação	5.1.3 Otimizar o consumo de água potável	
INDICADOR	Soluções economizadoras de água	R
Preocupação	5.1.4 Limitar o uso de água potável	
INDICADOR	Medidas adotadas para limitar o uso de água potável	R
Subcategoria	5.2 Otimização da gestão de águas pluviais	
Preocupação	5.2.1 Gestão da retenção	
INDICADOR	Vazão de escoamento após a implantação do sistema projetado	R
Preocupação	5.2.2 Gestão da infiltração	
INDICADOR	Coefficiente de impermeabilização após a implantação do sistema projetado	R
INDICADOR	Para os locais fortemente urbanizados: percentagem de melhoria do coeficiente de impermeabilização do estado existente	R
Preocupação	5.2.3 Gestão de águas de escoamento poluídas	
INDICADOR	Recuperação e tratamento de águas de escoamento poluídas	Descrição, R
Categoria	6 Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	
Subcategoria	6.1 Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício	
Preocupação	6.1.1 Identificar e classificar a produção de resíduos de uso e operação do edifício com a finalidade de valorizá-los ao máximo	
INDICADOR	Disposições tomadas para conhecer as características da gestão de resíduos de uso e operação, tendo em vista sua revalorização	R
Preocupação	6.1.2 Estimular a triagem de resíduos na fonte geradora	
INDICADOR	Disposições tomadas para favorecer a triagem na fonte geradora	Descrição, R
Subcategoria	6.2 Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	
Preocupação	6.2.1 Facilitar a gestão dos resíduos	
INDICADOR	Disposições arquitetônicas	Descrição, R
Preocupação	6.2.2 Otimizar os circuitos dos resíduos de uso e operação	
INDICADOR	Reflexão sobre os circuitos dos resíduos de uso e operação (coleta, agrupamento, retirada)	Descrição, R

Preocupação	6.2.3	Assegurar a permanência do desempenho do sistema de gestão de resíduos de uso e operação	
INDICADOR		Evoluções potenciais do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação	Descrição, R
Categoria	7	Manutenção – Permanência do desempenho ambiental	
Subcategoria	7.1	Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento	
Preocupação	7.1.1	Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício	
INDICADOR		Meios de acompanhamento e controle do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento	Descrição, R
Preocupação	7.1.2	Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas e escolha de produtos e equipamentos relacionados aos sistemas de aquecimento e resfriamento	Descrição, R
Preocupação	7.1.3	Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação/manutenção durante seu uso e operação	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas (posicionamento, acessos, dimensões, etc.) relativas aos sistemas de aquecimento e resfriamento	Descrição, R
Subcategoria	7.2	Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação	
Preocupação	7.2.1	Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício	
INDICADOR		Meios de acompanhamento e controle do desempenho dos sistemas de ventilação	Descrição, R
Preocupação	7.2.2	Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas e escolha de produtos e equipamentos relacionados aos sistemas de ventilação	Descrição, R
Preocupação	7.2.3	Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação/manutenção durante seu uso e operação	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas (posicionamento, acessos, dimensões, etc.) relativas aos sistemas de ventilação	Descrição, R
Subcategoria	7.3	Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação	
Preocupação	7.3.1	Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício	
INDICADOR		Meios de acompanhamento e controle do desempenho dos sistemas de iluminação	Descrição, R
Preocupação	7.3.2	Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas e escolha de produtos e equipamentos relacionados aos sistemas de iluminação	Descrição, R
Preocupação	7.3.3	Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação/manutenção durante seu uso e operação	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas (posicionamento, acessos, dimensões, etc.) relativas aos sistemas de iluminação	Descrição, R
Subcategoria	7.4	Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	
Preocupação	7.4.1	Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício	
INDICADOR		Meios de acompanhamento e controle do desempenho dos sistemas de gestão da água	Descrição, R
Preocupação	7.4.2	Garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas e escolha de produtos e equipamentos relacionados aos sistemas de gestão da água	Descrição, R
Preocupação	7.4.3	Conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para as intervenções de conservação/manutenção durante seu uso e operação	
INDICADOR		Disposições arquitetônicas (posicionamento, acessos, dimensões, etc.) relativas aos sistemas de gestão da água	Descrição, R
Temática (família)		Conforto	
Categoria	8	Conforto higrotérmico	
Subcategoria	8.1	Implantação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno	
Preocupação	8.1.1	Levar em consideração as características do local do empreendimento (principalmente verão)	

INDICADOR		Medidas adotadas para proteção ótima quanto ao sol e calor	Descrição, R
INDICADOR		Medidas adotadas para empregar de maneira ótima as características aerodinâmicas do local do empreendimento	Descrição, R
Preocupação	8.1.2	Agrupar ambientes com necessidades térmicas homogêneas (verão ou inverno)	
INDICADOR		Organização espacial dos ambientes em função de suas necessidades higrotérmicas (zoneamento)	Descrição, R
Preocupação	8.1.3	Melhorar a aptidão do edifício para favorecer as boas condições de conforto higrotérmico no verão e inverno	
INDICADOR		Concepção arquitetônica procurando otimizar o conforto de verão e inverno	Descrição, R
Subcategoria	8.2	Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno	
Preocupação	8.2.1	Definir/obter um nível adequado de temperatura nos diferentes ambientes em período de ocupação, conforme sua destinação	
INDICADOR		Temperaturas de referência por ambiente ($T_{referência}$)	*
Preocupação	8.2.2	Assegurar uma velocidade de ar que não prejudique o conforto	
INDICADOR		- Velocidade máxima do ar no nível das zonas onde se encontram os ocupantes dos diferentes tipos de ambientes - Sistema de ventilação	* Descrição, R
Preocupação	8.2.3	Assegurar a estabilidade das temperaturas em período de ocupação (para os ambientes de uso intermitente)	
INDICADOR		Dispositivo que assegure o início da operação do aquecimento antes do período de ocupação (Não exigido nesta versão)	Descrição, R
Preocupação	8.2.4	Controle dos desconfortos devido aos ganhos solares	
INDICADOR		Concepção arquitetônica e técnica	Descrição, R
Subcategoria	8.3	Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente	
Preocupação	8.3.1	Assegurar um nível mínimo de conforto térmico e proteger as áreas envidraçadas do sol	
INDICADOR		Para 100% dos ambientes de permanência prolongada (1): - Temperatura máxima (T_{ic}) - Fator solar das aberturas (FS)	* R
Preocupação	8.3.2	Assegurar uma ventilação suficiente quando as proteções solares móveis estiverem acionadas (sombreamento abaixado)	
INDICADOR		Razão de abertura das áreas envidraçadas (proteções solares instaladas)	R
Preocupação	8.3.3	Caso se tratar de zona de ruído RU1 e se o conforto de verão é obtido pela abertura de janelas, controlar a taxa de ventilação	
INDICADOR		Dispositivos que permitam manter imóvel a abertura das janelas em uma dada posição, a fim de modular a taxa de ar de renovação	Descrição, R
Preocupação	8.3.4	Caso se tratar de zona de ruído RU2 ou RU3, assegurar um nível mínimo de conforto com as janelas fechadas	
INDICADOR		Para 100% dos ambientes de permanência prolongada em áreas de ruído RU2 ou RU3: - Temperatura máxima (T_{ic})	*
Subcategoria	8.4	Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial	
Preocupação	8.4.1	Definir/obter um nível adequado de temperatura nos diferentes ambientes em período de ocupação, considerando-se sua destinação	
INDICADOR		Temperaturas de referência por ambiente ($T_{referência}$) (ou <i>set point</i> de temperatura)	*
Preocupação	8.4.2	Assegurar uma velocidade de ar que não prejudique o conforto	
INDICADOR		Velocidade máxima do ar no nível das zonas onde se encontram os ocupantes dos diferentes tipos de ambientes (quando o sistema de resfriamento estiver em operação)	*
Preocupação	8.4.3	Controlar os ganhos solares e em particular o desconforto localizado	
INDICADOR		Fator solar das aberturas (FS)	R
Categoria	9	Conforto acústico	
Subcategoria	9.1	Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos	
Preocupação	9.1.1	Otimizar a posição dos ambientes entre si	

INDICADOR	- Posições relativas dos ambientes da mesma entidade ou não, de contigüidade vertical ou horizontal no interior do edifício - Posições interiores dos ambientes de uma mesma entidade no interior do edifício	Descrição, R
Preocupação	9.1.2 Otimizar a posição dos ambientes em relação aos ruídos exteriores	
INDICADOR	Consideração dos incômodos acústicos exteriores ao edifício, no que se refere às disposições arquitetônicas	Descrição, R
Preocupação	9.1.3 Otimizar a forma e o volume dos ambientes em face da qualidade acústica interna	
INDICADOR	Volume e forma dos ambientes conforme destinação acústica	Descrição, R
Subcategoria	9.2 Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes	
EDIFÍCIOS ESCOLARES		
Preocupação	9.2.1 Isolar os ambientes sensíveis em relação ao espaço exterior	
INDICADOR	- Isolamento acústico padrão ponderado, $D_{nTA,fr}$, frente aos ruídos de infraestrutura de transportes terrestres - Compatibilização dos níveis de ruído permitidos com as Reduções de Ruído de edifícios na Área II de aeroportos	R Prescrição
Preocupação	9.2.2 Limitar o nível de ruído de impactos transmitidos nos ambientes sensíveis	
INDICADOR	Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado $L'_{nT,w}$ percebido nos locais de recepção mais sensíveis	_4
Preocupação	9.2.3 Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes sensíveis	
INDICADOR	Nível de pressão acústica normalizado L_{nAT}	_5
Preocupação	9.2.4 Controlar a acústica interna dos ambientes	
INDICADOR	Estudo acústico para os seguintes ambientes: - halls - ambientes em que é necessária uma boa inteligibilidade da frase (sala de conferência, auditório, ambiente para difusão sonora, etc.) - ambientes com atividade ruidosa - ambientes com volume > 500 m ³ Para os outros ambientes: Duração de reverberação Tr (s) em função do volume V (m ³)	Prescrição *
Preocupação	9.2.5 Prever isolamento do ruído aéreo nos ambientes sensíveis frente a outros ambientes	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado D_{nTA} entre ambientes (dB)	*
EDIFÍCIOS COMERCIAIS - ESPAÇOS FLEXÍVEIS (PLANTA LIVRE)		
Preocupação	9.2.1 Isolar os ambientes em relação ao espaço externo	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado face a ruídos de infraestrutura de transportes terrestres $D_{nTA,fr}$	*
Preocupação	9.2.2 Limitar o nível de 60 dB ruído de impactos transmitidos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado $L'_{nT,w}$ percebido nos espaços flexíveis	*
Preocupação	9.2.3 Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão acústica normalizado L_{nAT}	*
Preocupação	9.2.4 Controlar a acústica interna dos ambientes	
INDICADOR	- Área de absorção equivalente (AAE) do teto dos espaços flexíveis - Estudo acústico específico	R Prescrição
Preocupação	9.2.5 Prover isolamento ao ruído aéreo entre ambientes	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado D_{nTA} (dB) entre escritórios individuais alcançado, uma vez os espaços flexíveis tendo sido compartimentalizados (entre piso elevado e forro falso)	*

⁴ Define estado do ambiente interno, e não exterior, como na definição de indicadores de ambiente (S), na estrutura DPSIR.

⁵ Define estado do ambiente interno, e não exterior, como na definição de indicadores de ambiente (S), na estrutura DPSIR.

Preocupação	9.2.6 Limitar o ruído ao caminhar	
INDICADOR	Classe de ruído ao caminhar dos revestimentos de piso	*
EDIFÍCIOS COMERCIAIS – ESCRITÓRIOS INDIVIDUAIS		
Preocupação	9.2.1 Isolar os ambientes em relação ao espaço exterior	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado face a ruídos de infraestrutura de transportes terrestres $D_{nT,A,lf}$	*
Preocupação	9.2.2 Limitar o nível de 60 dB ruído de impactos transmitidos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado $L'_{nT,w}$ percebido nos escritórios individuais	*
Preocupação	9.2.3 Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão acústica normalizado L_{nAT}	*
Preocupação	9.2.4 Controlar a acústica interna dos ambientes	
INDICADOR	Área de absorção equivalente (AAE) do teto dos escritórios individuais	*
Preocupação	9.2.5 Prover isolamento do ruído aéreo entre ambientes	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado $D_{nT,A}$ (dB) entre os escritórios individuais e todo tipo de espaço de atividade "escritório"	*
Preocupação	9.2.6 Limitar o ruído ao caminhar	
INDICADOR	Classe de ruído ao caminhar dos revestimentos de piso	*
EDIFÍCIOS COMERCIAIS – ESPAÇOS ABERTOS		
Preocupação	9.2.1 Isolar os ambientes em relação ao espaço exterior	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado face a ruídos de infraestrutura de transportes terrestres $D_{nT,A,lf}$	*
Preocupação	9.2.2 Limitar o nível de ruído de impactos transmitidos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado $L'_{nT,w}$ percebido nos espaços abertos	*
Preocupação	9.2.3 Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão acústica normalizado L_{nAT}	*
Preocupação	9.2.4 Controlar a acústica interna dos ambientes	
INDICADOR	Área de absorção equivalente (AAE) do teto dos espaços abertos Estudo acústico específico	R
Preocupação	9.2.5 Prover isolamento do ruído aéreo entre ambientes	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado $D_{nT,A}$ (dB) entre os espaços abertos	*
Preocupação	9.2.6 Limitar o ruído ao caminhar	
INDICADOR	Classe de ruído ao caminhar dos revestimentos de piso	*
EDIFÍCIOS COMERCIAIS – ESCRITÓRIOS COLETIVOS		
Preocupação	9.2.1 Isolar os ambientes em relação ao espaço exterior	
INDICADOR	Isolamento acústico padrão ponderado face a ruídos de infraestrutura de transportes terrestres $D_{nT,A,lf}$	*
Preocupação	9.2.2 Limitar o nível de 60 dB ruído de impactos transmitidos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado $L'_{nT,w}$ percebido nos escritórios coletivos	*
Preocupação	9.2.3 Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes	
INDICADOR	Nível de pressão acústica normalizado L_{nAT}	*
Preocupação	9.2.4 Controlar a acústica interna dos ambientes	
INDICADOR	- Área de absorção equivalente (AAE) do teto dos escritórios coletivos - Estudo acústico específico	R Prescrição
Preocupação	9.2.5 Prover isolamento do ruído aéreo entre ambientes	

INDICADOR		Isolamento acústico padrão ponderado $D_{nT,A}$ (dB) entre: - escritórios coletivos - escritório coletivo e espaço aberto	*
Preocupação	9.2.6	Limitar o ruído ao caminhar	
INDICADOR		Classe de ruído ao caminhar dos revestimentos de piso	*
EDIFÍCIOS COMERCIAIS – ESPAÇOS ASSOCIADOS			
Preocupação	9.2.1	Isolar os ambientes em relação ao espaço exterior	
INDICADOR		Isolamento acústico padrão ponderado face a ruídos de infraestrutura de transportes terrestres $D_{nT,A,lf}$	*
Preocupação	9.2.2	Limitar o nível de ruído de impactos transmitidos entre ambientes	
INDICADOR		Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado $L'_{nT,w}$ percebido nos espaços associados	*
Preocupação	9.2.3	Limitar o nível de ruído de equipamentos nos ambientes	
INDICADOR		Nível de pressão acústica normalizado L_{nAT}	*
Preocupação	9.2.4	Controlar a acústica interna dos ambientes	
INDICADOR		Área de Absorção Equivalente (AAE) do teto dos espaços associados	R
Preocupação	9.2.5	Prover isolamento do ruído aéreo entre ambientes	
INDICADOR		Isolamento acústico padrão ponderado $D_{nT,A}$ (dB) entre ambientes	*
Preocupação	9.2.6	Limitar o ruído ao caminhar	
INDICADOR		Classe de ruído ao caminhar dos revestimentos de piso	R
Categoria	10	Conforto visual	
Subcategoria	10.1	Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento)	
Preocupação	10.11	Disponibilidade de acesso à luz do dia em parte dos ambientes de permanência prolongada	
INDICADOR		Disponibilidade de acesso à luz do dia em parte dos ambientes de permanência prolongada por acesso direto ou por componentes de passagem de luz (elementos translúcidos internos como os colocados sobre portas, divisórias, etc.)	R
Preocupação	10.12	Disponibilidade de acesso a vistas externas a partir das zonas onde se encontram os ocupantes nos ambientes de permanência prolongada	
INDICADOR		Disponibilidade de acesso a vistas externas no sentido horizontal do plano de visão em parte dos ambientes de permanência prolongada (a partir das estações de trabalho)	R
Preocupação	10.13	Disponibilidade de iluminação natural mínima nas áreas onde se encontram os ocupantes	
INDICADOR		Fator de Luz do Dia (FLD) até uma certa profundidade (3) Condições particulares (não cumulativas): • reduzir os limites em 0,5% em ambientes utilizados de forma intermitente; • reduzir os limites em 0,5% quando estão previstos planos de trabalho verticais. Em casos de edifícios de escritórios com áreas de trabalho livres de grandes dimensões: disposição das estações de trabalho de forma a melhorar a iluminância natural daquelas localizadas na 2ª fileira e nas demais fileiras, em relação à fachada.	Prescrição Prescrição R
Preocupação	10.14	Disponibilidade de luz do dia nas áreas de circulação	
INDICADOR		Áreas de circulação dispostas de luz do dia	R
Preocupação	10.15	Evitar o ofuscamento direto ou indireto	
INDICADOR		Soluções adotadas para evitar o ofuscamento direto e indireto devido ao sol nos locais sensíveis e muito sensíveis ao ofuscamento	R
Subcategoria	10.2	Iluminação artificial confortável	
Preocupação	10.21	Disponibilidade de um nível de iluminância ótimo de acordo com as atividades previstas	
INDICADOR		Nível de iluminância médio a ser mantido nos ambientes, de acordo com seus usos	*
Preocupação	10.22	Garantir uma boa uniformidade de iluminação de fundo para os ambientes com mais de 20 m²	

INDICADOR		Coefficiente de uniformidade $U = E_{\text{mínima}} / E_{\text{média}}$ ou Relação máxima d/h	R
Preocupação	10.23	Evitar o ofuscamento devido à iluminação artificial e buscar um equilíbrio das luminâncias do ambiente luminoso interno	
INDICADOR		- Soluções adotadas para evitar o ofuscamento por iluminação artificial nos ambientes sensíveis e muito sensíveis ao ofuscamento - Soluções adotadas para garantir um bom equilíbrio das luminâncias com a iluminação artificial	R R
Preocupação	10.24	Garantir uma qualidade agradável da luz emitida	
INDICADOR		Garantir temperaturas de cor T_c e índices de reprodução de cores IRC adaptados às atividades dos ambientes	R
Preocupação	10.25	Controle do meio visual pelos usuários	
INDICADOR		Soluções adotadas para permitir aos usuários o controle de seu meio visual	R
Categoria	11	Conforto olfativo	
Subcategoria	11.1	Garantia de uma ventilação eficaz	
Preocupação	11.11	Assegurar vazões de ar adequadas às atividades dos ambientes	
INDICADOR		Taxas de renovação de ar, insuflamento e / ou exaustão por ambiente	*
Preocupação	11.12	Assegurar o controle das vazões de ar	
INDICADOR		Manutenção das vazões de ar previstas	Descrição, R
Preocupação	11.13	Assegurar distribuição adequada de ar renovado	
INDICADOR		Medidas tomadas para garantir: - o início da ventilação antes do início do período de ocupação dos ambientes, no caso de edifícios com sistema de resfriamento artificial - a qualidade do ar conduzido nos dutos de circulação - a exaustão ótima do ar viciado	Descrição, R Descrição, R Descrição, R
Subcategoria	11.2	Controle das fontes de odores desagradáveis	
Preocupação	11.21	Identificar as fontes de odores	
INDICADOR		Fontes de odores	S, I
Preocupação	11.22	Reduzir os efeitos das fontes de odores	
INDICADOR		Soluções arquitetônicas para redução dos efeitos das fontes de odores	Descrição, R
Preocupação	11.23	Limitar as fontes de odores	
INDICADOR		Emissão de odores dos produtos / materiais de construção	I
Temática (família)	Saúde		
Categoria	12	Qualidade sanitária dos ambientes	
Subcategoria	12.1	Controle da exposição eletromagnética	
FONTES DE “ENERGIA”			
Preocupação	12.11	Identificar as fontes internas de “energia” emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência	
INDICADOR		Fontes emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência	S, I
Preocupação	12.12	Otimizar a utilização de fontes internas de energia emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência	
INDICADOR		Medidas tomadas para otimizar a escolha das fontes em relação a seu impacto eletromagnético	Descrição, R
FONTES “TELECOMUNICAÇÕES”			
Preocupação	12.11	Identificar as fontes “telecomunicações” emissoras de ondas eletromagnéticas	
INDICADOR		- Fontes de radiofrequência do entorno - Campo eletromagnético do empreendimento	S I
Preocupação	12.12	Conter o nível do campo eletromagnético do empreendimento em limites os mais baixos possíveis	
INDICADOR		Medidas tomadas para otimizar o campo eletromagnético do empreendimento	Descrição, R

Subcategoria	12.2	Criação de condições de higiene específicas	
Preocupação	12.21	Identificar os locais com condições de higiene específicas	
INDICADOR		Atividades particulares	-
Preocupação	12.22	Criar as condições de higiene específicas	
INDICADOR		Medidas tomadas para criar as condições de higiene específicas	Descrição, R
Preocupação	12.23	Escolher produtos que restrinjam o crescimento fúngico e bacteriano	
INDICADOR		Características higiênicas dos produtos de construção quanto ao crescimento bacteriano e fúngico	-
Categoria	13	Qualidade sanitária do ar	
Subcategoria	13.1	Garantia de uma ventilação eficaz	
Preocupação	13.11	Assegurar vazões de ar adequadas à atividade dos ambientes	
INDICADOR		Taxas de renovação de ar, insuflamento e / ou exaustão por ambiente	R
Preocupação	13.12	Assegurar o controle da vazão de ar	
INDICADOR		Manutenção da vazão de ar prevista	Descrição, R
Preocupação	13.13	Assegurar distribuição sã de ar renovado	
INDICADOR		Medidas tomadas para garantir: - o reinício da ventilação antes do início do período de ocupação dos ambientes - a qualidade do ar conduzido nos dutos de circulação (3) - a exaustão ótima do ar viciado	Descrição, R Descrição, R Descrição, R
Subcategoria	13.2	Controle das fontes de poluição	
Preocupação	13.21	Identificar as fontes de poluição	
INDICADOR		Fontes de poluição	S, I
Preocupação	13.22	Reduzir os efeitos das fontes de poluição	
INDICADOR		Soluções arquitetônicas para a redução dos efeitos das fontes de poluição	R
Preocupação	13.23	Limitar as fontes de poluição	
INDICADOR		Emissões químicas (COV e formaldeído) dos produtos / materiais de construção	I
Categoria	14	Qualidade sanitária da água	
Subcategoria	14.1	Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas	
Preocupação	14.11	Escolher materiais conformes à normalização técnica	
INDICADOR		Conformidade com as respectivas normas técnicas	Prescrição/ diretriz
Preocupação	14.12	Escolher materiais compatíveis com a natureza da água distribuída	
INDICADOR		Características físico-químicas da água a respeitar para o emprego de certos materiais	Prescrição/ diretriz
Preocupação	14.13	Respeitar os procedimentos de execução das tubulações	
INDICADOR		Procedimentos de instalação de tubulações em função do material que as compõem	Prescrição/ diretriz
Subcategoria	14.2	Organização e proteção das redes internas	
Preocupação	14.21	Estruturar e sinalizar as redes internas em função dos usos da água	
INDICADOR		Estruturação e sinalização das redes-tipo (RT)	Prescrição/ diretriz
Preocupação	14.22	Separar a rede de água potável e as eventuais redes de água não potável (no caso de fonte privada)	
INDICADOR		Distinção e identificação das tubulações de água não potável	Prescrição/ diretriz
Preocupação	14.23	Proteger as redes internas	
INDICADOR		Disposições para assegurar a proteção de todos os elementos das redes internas	Prescrição/ diretriz

Subcategoria	14.3	Controle da temperatura na rede interna	
Preocupação	14.31	Isolar a rede interna	
INDICADOR		Disposições para isolar separadamente as redes de água quente e fria	Prescrição/ diretriz
Preocupação	14.32	Assegurar temperatura no aquecedor de acumulação ou no de passagem	
INDICADOR		Disposições para assegurar uma temperatura superior a 50 °C na saída do aquecedor de acumulação ou no de passagem	Prescrição/ diretriz
Subcategoria	14.4	Controle de tratamentos anticorrosivo e anti-incrustação	
Preocupação	14.41	Otimizar o tratamento anticorrosivo e/ou anti-incrustação	
INDICADOR		Adequação do tratamento com a natureza da água e das características da rede interna	Prescrição/ diretriz
Preocupação	14.42	Verificar o desempenho dos tratamentos anticorrosivos e antiincrustação	
INDICADOR		Instalação de tubos de controle e de torneiras de teste para assegurar o monitoramento do desempenho dos tratamentos	Prescrição/ diretriz

Escopo da avaliação (dimensões da sustentabilidade)

O Processo AQUA destina-se a certificação de edifícios ao aferir o desempenho ambiental de uma construção envolvendo tanto uma vertente de gestão ambiental como uma de natureza arquitetônica e técnica. Ainda que a estrutura analítica não apresente uma divisão formal quanto às dimensões da sustentabilidade, nota-se que e os indicadores selecionados abordam, majoritariamente, a dimensão **ambiental** da sustentabilidade (meio ambiente exterior, emissões ao ar e água, canteiro com poucas interferências, gestão de resíduos) ainda que temas de viés **social** (qualidade do ambiente interno, conforto e saúde, impactos sobre a vizinhança – relação com o entorno imediato) e **econômico** (gestão de recursos) sejam considerados.

Propósito da avaliação (aplicação e público alvo)

O Processo AQUA, sistema destinado ao mercado-certificação, é adaptado à realidade brasileira para a certificação do desempenho de construções classificando edifícios quanto ao *grau de desempenho quanto à sustentabilidade ambiental* de acordo com critérios de desempenho que podem ser atendidos em nível *Bom*, *Superior* ou *Excelente*. O uso do Referencial Técnico depende da adesão voluntária por parte dos usuários.

O público alvo do sistema inclui os agentes do empreendimento e seus parceiros (projetistas, construtoras, etc.) e outras partes interessadas (clientes, proprietários, etc.). Ao empreendedor cabe definir a organização, as competências, o método, os meios e a documentação necessários para alcançar as exigências do referencial técnico de certificação bem como para atender às necessidades e expectativas das partes interessadas. O empreendedor tem papel central na implementação, acompanhamento e melhoria do SGE e planejamento das etapas de avaliação da QAE em função da organização própria e do

contexto do empreendimento. Há 3 intervenções de auditores para a verificação da avaliação QAE sob responsabilidade do empreendedor.

Limites do sistema (escala de impacto)

O Referencial Técnico permite certificar empreendimentos novos ou envolvendo reabilitações significativas. Pode ser utilizado pelos agentes de um empreendimento desde a decisão de realizá-lo até a sua entrega. As fases cobertas pela certificação incluem (FCAV, 2007):

(a) o programa: fase durante a qual se elabora o programa de necessidades (documento do conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidos pela obra a ser projetada), destinado aos projetistas para a concepção arquitetônica e técnica de um empreendimento. Para as necessidades da certificação AQUA, o programa se exprime pela definição dos desempenhos esperados ou desejados de um empreendimento;

(b) a concepção: fase durante a qual os projetistas, com base nas informações do programa, elaboram a concepção arquitetônica e técnica de um empreendimento e;

(c) a construção ou realização: fase de construção dos projetos, resultando no empreendimento construído, materializado pelo edifício e elementos complementares envolvidos (guaritas, estacionamentos, edifícios de apoio e serviço, etc.).

Segundo o Referencial técnico deste sistema, as fases de uso e operação da construção apresentam características que exigem a elaboração de um manual específico (em fase de elaboração pelo certificador francês) e por isso não constam no escopo de aplicação do sistema atual. No entanto, este traz elementos (sobretudo, prevê a elaboração de documentos como a “Agenda da Conservação” - que facilitam a efetiva obtenção dos desempenhos ambientais e o “Manual de uso e operação do edifício” - destinado aos usuários finais e que explica o funcionamento do edifício e suas características ambientais) que buscam garantir, por meio da conservação e manutenção adequadas, a qualidade da construção após a sua entrega.

A certificação nas diferentes fases segue os seguintes passos: (a) o programa, o projeto ou a construção deve seguir as definições da QAE traçadas para aquele empreendimento; (b) o SGE deve ser implantado e cumprido; (c) a avaliação QAE é conduzida (um dossiê preenchido com os dados solicitados deve ser enviado aos certificadores); (d) os

certificadores auditam a avaliação e; (e) o certificado é emitido para a fase em questão com o resultado alcançado.

Neste sistema, o edifício (que engloba o empreendimento na sua totalidade, correspondendo ao conjunto de construções que o compõem, ao terreno no qual estes edifícios estão implantados e às atividades presentes nos edifícios e na área do empreendimento) deve ser analisado globalmente – em termos de programa, concepção e gestão – e cada fase deve ser coerente com a anterior assim como com os objetivos iniciais (FCAV, 2007).

A certificação total do empreendimento ocorre, portanto, em três etapas. A primeira, durante o planejamento do empreendimento (fase do programa), quando se decide as características do empreendimento, sobre sua funcionalidade, missão ambiental e no comprometimento do empreendedor. A segunda, após a conclusão dos projetos (fase de concepção), que permitem avaliar o desempenho dos 14 critérios de avaliação, é possível verificar se a proposta está sendo implementada. E a terceira avaliação e certificação (fase de realização), na qual é verificado se, de fato, a construção atingiu os critérios de desempenho esperados.

6.1.2 ASPECTOS RELACIONADOS AOS INDICADORES SELECIONADOS

Identificação da orientação da avaliação: prescritiva x desempenho

O referencial técnico do Processo AQUA de certificação estrutura-se em dois instrumentos (SGE e QAE) e permite a avaliação do desempenho alcançado com relação a cada um deles. O Referencial Técnico e a estrutura de organização do sistema deixam claro que o sistema não é um guia de ajuda à concepção do projeto, portanto, não prescritivo – apesar de apresentar algumas orientações prescritivas na forma de diretrizes de projeto.

A avaliação da QAE, especificamente, consiste em verificar se as características do empreendimento atendem a certos critérios de avaliação, identificando o nível de desempenho atingido. A forma de atendimento destes critérios é livre, ainda que alguns venham acompanhados de sugestões e esclarecimentos. As soluções arquitetônicas e tecnologias utilizadas podem, portanto, ser definidas especificamente de acordo com as características do empreendimento e do contexto local.

Cabe esclarecer que os critérios de avaliação utilizados para avaliar as preocupações estabelecidas podem ser analisados mediante seu valor (*Bom*, *Superior* ou *Excelente* de desempenho) ou condição (de atendimento ou não de um requisito). Quando a preocupação é estimada segundo a condição, diretrizes (não-prescritivas) são, em geral, apresentadas

junto ao critério de avaliação sob a forma de notas, de modo a indicar - de forma sugestiva e não obrigatória - as soluções possíveis.

Verificação quanto ao uso de LCA

Os indicadores selecionados para compor a estrutura analítica do sistema analisado permitem a avaliação do desempenho, em três fases do ciclo de vida do edifício (programa, concepção e construção) restringindo-se a edifícios novos ou envolvendo reabilitação considerável. Verifica-se que estes indicadores são mantidos, independentemente da fase do ciclo de vida avaliada. Não se verifica o uso de LCA como ferramenta de apoio à atribuição de pontos ou créditos ambientais relacionados ao uso de materiais.

Identificação de categorias de avaliação

A Qualidade Ambiental do Edifício é expressa em 14 categorias (Tabela 6.2) definidas como aquelas que representam os desafios ambientais de um edifício novo ou reabilitado. O sistema deixa explícitas as interações entre categorias e lista como estas se inter-relacionam e se impactam (favorável ou desfavoravelmente) ou ainda se possuem relação temática com a categoria afetada. Tais interações (formalizadas no Anexo B do referencial) são apresentadas apenas para auxiliar nas escolhas para a hierarquização de categorias ou para buscar o equilíbrio entre categorias na tomada de decisões para a concepção integrada (por exemplo, revelam a necessidade de que as categorias de conforto ambiental e de qualidade de ar interno sejam tratadas de modo global, controlando-se corretamente suas interações) e não para auxiliar na avaliação do edifício.

Também são relacionados elementos do SGE que podem interagir com ou afetar as categorias ambientais da QAE – seja por condicionarem dados de entrada (impacto das características do local do empreendimento sobre as categorias - ANEXO C do referencial) ou por assegurarem a perenidade do desempenho da categoria (documentos entregues ao proprietário do edifício, por exemplo).

A estrutura do Processo AQUA e as 14 categorias derivam do modelo francês HQE, cuja concepção envolveu a associação HQE e representantes de todos os setores da construção daquele país. O Centro Científico Francês CSTB contribuiu com a formatação do processo de certificação considerando orientações e regulamentações de agências e ministérios que atuam com enfoque do desenvolvimento urbano e suas políticas públicas, relacionando-as a cada uma das 14 categorias e aos critérios de desempenho estabelecidos. As categorias foram então traçadas como resultado de regulamentos e necessidades do mercado francês.

Destaca-se, no entanto, que num ato de cooperação técnica entre o CSTB e a Fundação Vanzolini, que contou com especialistas da Universidade de São Paulo (USP), entre outros, o processo foi adaptado ao contexto brasileiro, no que diz respeito aos critérios de avaliação, aspectos culturais, normalização, políticas públicas e agendas nacionais. Ainda, o trabalho conjunto com o *SBalliance* (grupo que estuda os impactos globais da construção e medidas de controle e mitigação), permite a atualização do Referencial Técnico, também, frente a novas demandas globais.

Identificação da tipologia avaliada

O Referencial Técnico do sistema de certificação analisado é específico para edifícios do setor de serviços – incluindo escritórios e edifícios escolares. Percebe-se que, por tratar de duas tipologias, há, na estrutura analítica, segmentações com indicadores e critérios de avaliação específicos para cada uma das tipologias (Categoria 9 – Conforto acústico, por exemplo), ou seja, houve cuidado no enfoque dos indicadores e critérios de avaliação para as distintas tipologias.

Verifica-se a presença de parâmetros específicos para contemplar diferentes edificações nas categorias de *conforto e de qualidade sanitária do ar*, 8 a 11 e 13 e na categoria 12 - *qualidade sanitária dos ambientes*, em função dos diferentes tipos de ambientes e seus usos. Para ambientes semelhantes, com usos semelhantes, os critérios de desempenho são os mesmos. Para requisitos relativos a disposições arquitetônicas, os critérios são também os mesmos. Para as demais categorias, os critérios de desempenho são os mesmos para todos os tipos de edificações:

Categoria n°1: Relação do edifício com o seu entorno

Categoria n°2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos

Categoria n°3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental

Categoria n°6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício

Categoria n°7: Manutenção - Permanência do desempenho ambiental

Categoria n°14: Qualidade sanitária da água

6.1.3 ASPECTOS RELACIONADOS À COLETA DE DADOS

Identificação do público alvo interessado e dos responsáveis pela coleta de dados

O sistema de certificação AQUA identifica os seguintes atores, cujos papéis podem se sobrepor (FCAV, 2007) no que diz respeito ao interesse pela certificação e a responsabilidade pela coleta de dados:

- (a) **Empreendedor:** pessoa física ou jurídica que empreende o empreendimento. Principal tomador de decisões de um empreendimento novo ou de reabilitação;
- (b) **Interveniente:** participante do ato de construir usualmente ligado ao empreendedor por um contrato. Para a presente certificação, trata-se, por exemplo, do coordenador do projeto, do profissional que elabora o programa de necessidades, do arquiteto, dos escritórios de projeto, da gerenciadora, do profissional que faz o estudo financeiro, das construtoras, dos subempreiteiros, entre outros e;
- (c) **Parte interessada:** indivíduo ou grupo interessado ou afetado pelo desempenho ambiental de uma organização. Para a presente certificação, trata-se, por exemplo, dos usuários do edifício, representantes legislativos, administradores públicos, futuros freqüentadores do edifício, futuro responsável pelo gerenciamento do uso e operação do edifício, vizinhança, associações locais interessadas pelo meio ambiente, diferentes organismos envolvidos na questão ambiental do empreendimento (companhias de saneamento, órgãos do governo voltados ao meio ambiente), etc.

Identificação de vulnerabilidades para a coleta

Nota-se que a estrutura analítica do Processo AQUA é extensa e demanda um trabalho paciente e dedicado na compilação de dados, muitas vezes específicos e complexos de se obter ou medir. É preciso coletar dados para que todas as categorias sejam preenchidas, somente assim a certificação do edifício é conduzida. São, em geral, os próprios interessados nos resultados e na certificação os responsáveis pela coleta de dados. A fim de que este fato não torne a credibilidade dos dados duvidosa, é conduzida uma auditoria independente ao final de cada fase a fim de auditar a avaliação realizada. Por ser a entidade certificadora, a Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV) não pode prestar assessoria.

6.1.4 ASPECTOS RELACIONADOS À ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

A avaliação da QAE tem o objetivo de verificar, em fases específicas do empreendimento, se e em que nível o perfil ambiental definido na SGE é atingido. Portanto, a Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) corresponde à capacidade do conjunto de suas características intrínsecas (as do edifício, de seus equipamentos e de seu terreno) em satisfazer as exigências relacionadas: (a) ao controle dos impactos sobre o ambiente externo e; (b) à criação de um ambiente interno confortável e saudável.

Identificação do sistema de pontuação adotado

A pontuação das categorias do Processo AQUA está diretamente associada ao atendimento de um número mínimo de requisitos segundo níveis de desempenho pré-estabelecidos para cada preocupação e para cada subcategoria. A “pontuação”, ou a combinação de níveis de desempenho atingidos para cada *categoria* consiste na agregação imediata dos pontos atingidos para cada *subcategoria* e *preocupação* respectivamente. Portanto, o desempenho das *preocupações* é determinado em função dos indicadores e critérios de avaliação; o desempenho das *subcategorias* é obtido pela agregação dos desempenhos das *preocupações* e o desempenho das *categorias* é obtido pela agregação dos desempenhos das *subcategorias*.

Cada preocupação, representada por um ou mais indicadores é qualificada num nível de desempenho (*Bom, Superior ou Excelente – B, S ou E*) em função: a) (Caso 1) do valor atingido frente ao critério de avaliação associado a cada indicador ou; b) (Caso 2) da classificação *Atende* ou *Não Atende* (indicado NA) ao atender ou não um determinado critério de avaliação.

Deste modo, no *Caso 1* a obtenção do desempenho (*B, S ou E*) nas subcategorias (próximo nível na estrutura analítica) está atrelado a combinações mínimas (apresentadas em quadros de avaliação do desempenho - Figuras 6.1, 6.2 e 6.3) de desempenho obtidas na avaliação das preocupações. Por exemplo, o diagrama que ilustra o *Caso 1* hipotético (Figura 6.1) indica que para se alcançar o nível de desempenho **Superior** (marcado em azul) na subcategoria 5.2 associada às preocupações 5.2.1, 5.2.2 e 5.2.3 é necessário atingir a combinação mínima *B-S-B* nos níveis de desempenho das preocupações. Note que a combinação *B-S-B* não permite o atingimento do desempenho *E* na subcategoria, acumulando pontos (implicitamente) suficientes apenas para a classificação na categoria *S*.

Destaca-se, ainda, que nestes diagramas, as células hachuradas estão relacionadas a níveis de desempenho que não estão definidos, portanto, indicam que os critérios de avaliação relacionados às preocupações terão de atender um dos níveis de desempenho válidos (ou seja, definidos). Deste modo, na figura 6.1, o nível *S* não é definido para a preocupação 5.2.1, por exemplo. Assim, para esta preocupação, o desempenho alcançado somente poder ser *B* ou *E*.

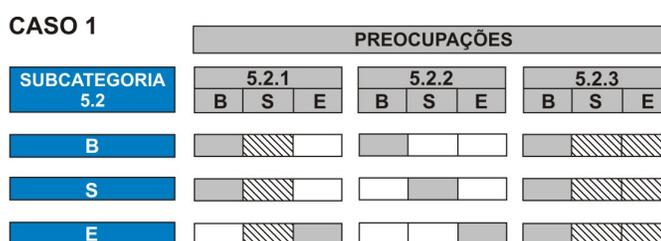


Figura 6.1 – Diagrama de combinações de pontuação de preocupações para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na subcategoria (FCAV, 2007).

No *Caso 2*, o nível de desempenho na subcategoria depende do número de preocupações atendidas (Figura 6.2). Neste caso, a regra de combinação das preocupações é mais flexível do que no *Caso 1*, pois não exige um número de preocupações mínimo a atender e não impõe quais preocupações devem ser ou não atendidas – esta escolha fica a cargo do responsável pela coleta e inserção de dados no dossiê. No entanto, a escolha das preocupações a serem atendidas deve ser justificada coerentemente com o contexto do empreendimento. Pois entende-se que, a partir de tal flexibilidade para a escolha das preocupações a pontuar, poderia haver desvios no sentido da avaliação levando a escolha daquelas mais fáceis ou de menor custo para se atender.

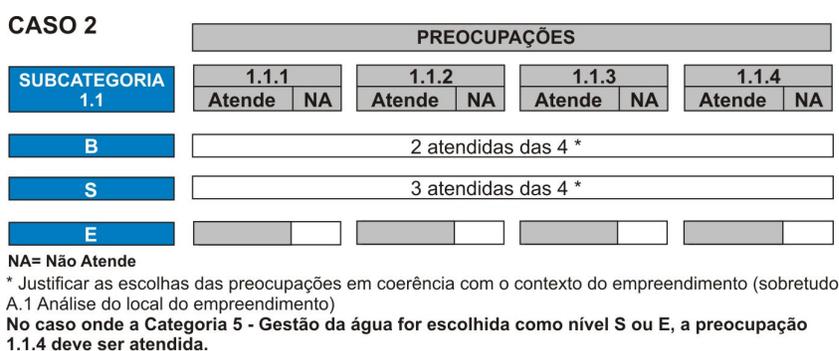


Figura 6.2 – Diagrama de combinações de pontuação de preocupações para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na subcategoria (FCAV, 2007).

Para este segundo caso, da mesma forma, o atingimento do nível de desempenho (*B*, *S* ou *E*) numa categoria depende de combinações mínimas de desempenho obtidas nas subcategorias, conforme os diagramas de avaliação esquemáticos. Estes são definidos para cada uma das preocupações, subcategorias e categorias existentes na estrutura analítica do sistema. No

exemplo da Figuras 6.3, há duas maneiras de se obter o nível de desempenho *E* na categoria: com as combinações *S-E* ou *E-S*. Nota-se que o atingimento do nível *E* na categoria não está associado à obtenção de níveis *E* para todas as subcategorias. E, a justificativa ou explicação de como se chegou a esta definição não está explícita no Referencial Técnico e provavelmente envolve análises mais complexas, com a consideração de valores de referência (práticas típicas, boas ou excepcionais) definidos com base em normas, legislação e decisões consensuais por parte dos idealizadores do sistema de certificação.

		SUBCATEGORIAS					
CATEGORIA 5	5.1			5.2			
	B	S	E	B	S	E	
B	■			■			
S		■			■		
E			■			■	

Figura 6.3 – Diagrama de combinações de pontuação de subcategorias para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na categoria (FCAV, 2007).

Já, no exemplo da Figuras 6.4, há duas maneiras de se obter os níveis de desempenho *S* e *E* na categoria e apenas uma combinação para a obtenção do nível *B*. Nota-se, porém, que há uma condição específica (a de o empreendimento não possuir vizinhos próximos) para se adotar uma das duas combinações possíveis para se atingir os níveis *S* e *E* na categoria.

		SUBCATEGORIAS								
CATEGORIA 1	1.1			1.2			1.3			
	B	S	E	B	S	E	B	S	E	
B	■			■			■			
S		*			*		*			
E			*			*	*			

* Escolher esta combinação de agregação no caso no qual o empreendimento não apresenta qualquer vizinho próximo

Figura 6.4 – Diagrama de combinações de pontuação de subcategorias para o atingimento de diferentes níveis de desempenho na categoria (FCAV, 2007).

Para receber a certificação, o edifício precisa “pontuar”, no mínimo, três categorias no grau *E*, e no máximo, sete no nível *B*. Portanto, se o solicitante obtiver três categorias *E*, quatro *S* e sete *B*, ele se enquadrará no perfil mínimo para a emissão do certificado.

Diante desta estrutura de pontuação aparentemente rígida, há, por outro lado, flexibilidade e coerência, uma vez que o sistema permite considerar aspectos do contexto local e especificidades da tipologia em questão para a avaliação. A categoria 9 – *Conforto Acústico*, por exemplo, apresenta modalidades de avaliação de desempenho específicas em função da tipologia (escritório e edifícios escolares), uma vez que o enfoque do conforto acústico dos edifícios de escritórios não é necessariamente o mesmo dos edifícios escolares.

Identificação da metodologia utilizada para a definição de benchmarking (níveis de referência);

Não há evidências de que os dados coletados para a análise do desempenho das categorias estejam sendo utilizados para o estabelecimento de *benchmarks*. Especialmente porque os níveis de desempenho já estão fixados para cada preocupação, subcategoria e categoria (ou não, conforme quando indicado por células hachuradas nos diagramas de pontuação) e, pelo que se observa, independentemente dos dados informados para cada edifício, tais níveis de desempenho (e respectivas possibilidades de combinações) se manterão imutáveis, a menos que haja uma revisão em todo o Referencial Técnico.

Também, o modo como são definidos os *benchmarks* não é completamente explícito. Essas definições são determinadas pelos idealizadores do sistema, mas não ficam evidentes para os usuários, aos quais resta tentar atingir uma das combinações que o leve ao nível de desempenho desejado. Sabe-se que o desempenho do edifício está diretamente associado às categorias de QAE segundo três níveis: (1) ***Bom***: corresponde ao desempenho mínimo aceitável. Isso pode corresponder à regulamentação se esta é suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência desta, à prática típica; (2) ***Superior***: corresponde ao nível de boas práticas; (3) ***Excelente***: definido em função dos desempenhos máximos obtidos por empreendimentos de *Alta Qualidade Ambiental*, mas assegurando-se que estes possam ser atingidos em contextos específicos.

Os três níveis de desempenho possíveis - ***Bom, Superior e Excelente*** – são subjetivos e estão associados ao atendimento de combinações mínimas de desempenho pré-definidas para cada item. Porém, frente à consciência da diversidade das soluções técnicas e arquitetônicas que podem promover as inovações, o sistema é flexível o suficiente (frente ao

contexto brasileiro) para permitir o "princípio da equivalência" (válido apenas para os níveis de referência *Superior* e *Excelente*), ou seja, a permissão de proposição de uma alternativa de avaliação do desempenho, de modo justificado, com base em critérios de avaliação diferentes daqueles apresentados pelo sistema, contanto que sejam apropriados às características da construção; às inovações do projeto e que respondam à mesma preocupação. Assim, as metas podem ser atendidas de diferentes formas.

Adicionalmente, pode-se afirmar que a definição dos níveis de referência considera questões regionais, sendo que o usuário ainda pode escolher uma combinação de desempenho que, supostamente, seja mais flexível frente a uma especificidade de contexto. Segundo o Referencial Técnico, em sua versão brasileira atual, as exigências regulamentares e normativas, as práticas típicas (nível *Bom*), as boas práticas (nível *Superior*) e as práticas excepcionais (nível *Excelente*) – que levam aos diferentes níveis de desempenho – foram ajustadas à realidade do Brasil, em Outubro de 2007. E, na ausência de regulamentação brasileira sobre um determinado ponto, o referencial técnico adotou o parâmetro francês ou europeu utilizado no referencial original francês (HQE).

Identificação do uso de algum sistema de ponderação - definição de pesos

Não há um sistema de ponderação explícito. Acredita-se que isto se dá, implicitamente, por meio das combinações de níveis de desempenho exigidas para cada preocupação ou subcategorias – sendo algumas mais exigentes e outras menos. Os parâmetros que definem o grau de exigência (contexto ambiental, sócio-econômico, político, etc.) também ficam implícitos.

Identificação do modo de definição e uso de metas de desempenho

A definição das metas para o empreendimento é feita na etapa SGE quando se traça o perfil de desempenho do empreendimento. A avaliação QAE consiste, exatamente, no atendimento daquele perfil – e metas – traçados. A comparação se dá entre o edifício e o que ele pode ser ao alcançar as metas estipuladas e não entre edifícios. O atingimento das metas de desempenho está atrelado a soluções livres de projeto e não a soluções pré-definidas.

A certificação está vinculada à obtenção de um perfil mínimo de desempenho referente às 14 categorias avaliadas. No entanto, o sistema é flexível ao permitir a definição de metas e que o perfil mínimo de desempenho seja adequado a cada contexto, mediante justificativa acerca da pertinência das alterações segundo os seguintes aspectos (FCAV, 2007):

- Desafios da QAE do empreendedor;

- Características funcionais do empreendimento;
- Características positivas e das restrições do local do empreendimento;
- Exigências legais e regulamentares;
- Necessidades e expectativas das partes interessadas;
- Avaliação de custos.

Do mesmo modo, nas diferentes fases do ciclo de vida avaliadas, o perfil pode, respeitados determinados limites e com base em justificativas coerentes por parte do empreendedor, sofrer alterações. No entanto, é necessário que o perfil modificado esteja alinhado ao perfil mínimo e que o empreendedor se comprometa quanto a este novo perfil (FCAV, 2007).

O sistema utiliza regulamentação e normas brasileiras e internacionais, sendo que, na ausência de regulamentação brasileira sobre um determinado ponto, é adotado o parâmetro francês ou europeu indicado no referencial original. Quando referências específicas precisam ser mencionadas, elas são citadas diretamente nos diferentes capítulos do referencial, em particular na parte que trata da avaliação do empreendimento segundo as 14 categorias de QAE.

6.1.5 ASPECTOS RELACIONADOS À APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Identificação do formato de apresentação dos resultados

Os resultados da avaliação consolidados são apresentados de maneira evolutiva e lógica com base numa estrutura em árvore. Deste modo, o desempenho das *preocupações* é determinado em função dos *critérios de avaliação*; o desempenho das *subcategorias* é obtido pela agregação dos desempenhos das *preocupações* e; o desempenho das *categorias* é obtido pela agregação dos desempenhos das *subcategorias*. No entanto, o resultado final obtido em cada categoria não é agregado sob um índice único que relate o desempenho global da edificação.

Os resultados são apresentados de forma absoluta, sintetizados num perfil de 14 componentes, representando os desempenhos obtidos (*Bom, Superior ou Excelente*) em cada uma das 14 categorias de QAE e, ao final, é apresentada a classificação global qualitativa (*certificado ou não certificado*), conforme o desempenho obtido em cada categoria.

Identificação das ferramentas gráficas utilizadas para apresentar os resultados

A forma de expressão dos resultados se dá por meio de um perfil de desempenho (chamado de perfil QAE) (Figura 6.5) para as diferentes categorias, ou seja, de forma gráfica. Este perfil mostra o nível de desempenho visado ou obtido (por fase do ciclo de vida avaliada) para cada categoria e respectivas subcategorias.

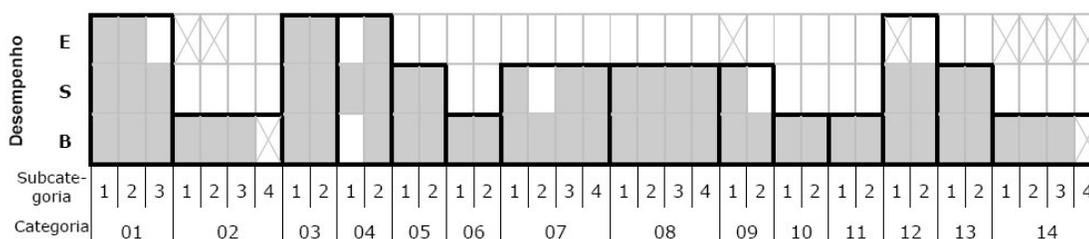


Figura 6.5 – Exemplo fictício de perfil QAE (FCAV, 2007).

O certificado que apresenta os resultados da certificação inclui dados do empreendimento e do empreendedor, um breve texto sobre as características certificadas e ao fim se atesta a fase programada e a data em que a certificação foi emitida. Nele, a apresentação do desempenho das categorias é feita por meio de um perfil ambiental do empreendimento (Figura 6.6). É uma representação gráfica que utiliza cores e formas distintas para representar os níveis de desempenhos obtidos. Os desempenhos são individuais por categoria e não há uma agregação final destes níveis para uma medida única global sobre o desempenho atingido.



Figura 6.6 – Exemplo genérico de apresentação dos resultados da certificação AQUA por meio de um perfil ambiental do empreendimento (FCAV, 2007).

6.1.6 ASPECTOS RELACIONADOS À DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Identificação do público alvo interessado nos resultados

O público interessado no resultado é, inicialmente, o próprio empreendedor ou construtora responsável pelo edifício. Porém, num segundo momento, o nível de desempenho pode ser importante para a tomada de decisão em outras esferas - de governo ou por parte de futuros proprietários e usuários do edifício.

Identificação da escala de divulgação dos resultados

O certificado que atesta a certificação e o perfil ambiental atingido pelo edifício ou empreendimento é enviado diretamente ao ator usuário do sistema e responsável pela implantação do SGE e condução da avaliação QAE. Não há, explicitamente, no site, uma comparação entre os edifícios já certificados pelo sistema. O site divulga apenas o nome e as imagens de empreendimentos certificados, sem maiores detalhes da avaliação. Desta forma, fica a caráter do contratante fazer ou não a divulgação de seu perfil, uma vez que, consta em contrato uma cláusula de confidencialidade que não permite a divulgação de perfis sem a autorização dos contratantes.

Identificação dos meios de comunicação utilizados para comunicar os resultados

O certificado que atesta a fase certificada e o perfil de desempenho atingido pelo empreendimento é emitido – na forma impressa – em até 30 dias e entregue diretamente ao responsável pelo projeto ou empreendedor (contratante).

6.2 SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED™

A análise do sistema de certificação LEED™ está fundamentada no Manual de Certificação da *Versão 3.0* (LEED, 2010), específico para construções novas e grandes renovações (*LEED™ 2009 for New Construction and Major Renovations*) disponibilizado na internet⁶ para acesso e consulta gratuitos. Este documento foi formatado e aprovado pelos membros do USGBC em 2008 e atualizado em Julho de 2010.

6.2.1 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES

Framework e tipologia

O LEED™ é provavelmente o método disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional. Por um lado, toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida para, por outro, balancear tais práticas com princípios emergentes, de forma a estimular a adoção de tecnologias e conceitos inovadores.

⁶ Site da internet: <http://www.usgbc.org/>

A estrutura de certificação da *Versão 3.0* se mantém simplificada e está organizada em sete categorias que se subdividem em pré-requisitos aos quais são atrelados *créditos*, que, em certos momentos, se apresentam como indicadores, outras vezes como diretrizes ou prescrições de projeto. A estrutura analítica (Tabela 6.3) do sistema é apresentada em forma de *checklist* aos usuários, o que a torna mais sintética e, portanto, mais acessível e compreensível. Neste caso, também houve uma tentativa de classificar⁷ os *créditos* adotados segundo a classificação tipológica mais abrangente - a estrutura D, P, S, I, R, que relaciona, respectivamente, forças motrizes, pressão, estado, impacto e resposta.

Há cinco categorias ambientais no *framework*: (a) *sítios sustentáveis*; (b) *eficiência no uso da água*; (c) *eficiência energética*; (d) *energia e atmosfera*; (e) *materiais e recursos* e; (f) *qualidade do ambiente interno*. E outras duas categorias extras: (a) *inovação em projeto* e (b) *prioridades regionais*. A categoria adicional, *inovação em projeto*, aborda expertise em edifícios sustentáveis (com desempenhos que superam os parâmetros exigidos) e diretrizes de projeto que não são pontuadas pelas outras cinco categorias ambientais. Além disso, pontos extras para a categoria *prioridades regionais* é outra novidade do sistema LEEDTM que passa a considerar a importância de condições locais ao determinar o melhor projeto e práticas construtivas ambientalmente adequadas.

Esta alteração na estrutura do sistema ocorreu uma vez que a aplicação do LEEDTM nos Estados Unidos enfrentou problemas relacionados à ampla disparidade entre diversas regiões do país, e nas versões iniciais o sistema não previu a possibilidade de regionalização sob nenhum aspecto. No entanto, revisões posteriores passaram a adotar este novo posicionamento. Hoje, há versões do LEEDTM regionalizadas para cada estado americano. Em meados de 2007, o GBC Brasil anunciou a elaboração de uma versão local do LEEDTM, mas esta ainda não foi publicada.

O USGBC trata a base científica do sistema com seriedade e, como parte dos processos de revisão e aperfeiçoamento do sistema, procura manter diálogo constante com comitês regionais do LEEDTM, especialistas e outros atores acerca de melhorias técnicas específicas e aspectos fundamentais do sistema (HORST; TODD, 2008). É interessante destacar que, nestes diálogos, considerou-se a reestruturação do sistema para que este pudesse refletir

⁷ A classificação depende de análises e interpretações subjetivas com base no material disponível analisado, portanto, em certos casos, esta pode variar de acordo com os julgamentos do responsável pela análise.

aspectos ambientais e sociais, como outros sistemas, ou mesmo para que pudesse refletir estruturas analíticas de sustentabilidade, sem, contudo, alterar sua estrutura fundamental.

Tabela 6.3 - Framework do sistema de certificação LEED™ 2009 (LEED, 2010).

Sistema de certificação LEED™ for New Construction and Major Renovations			Tipologia
Categoria	1	Terreno/espaço sustentável	D, P, S, I, R
Pré-requisito	1	Prevenção da poluição gerada por atividades construtivas	
Crédito	1	Seleção do terreno	D, R
Crédito	2	Desenvolvimento da densidade urbana e conexão com a comunidade	D, R
Crédito	3	Descontaminação de terreno (<i>brownfield redevelopment</i>)	R
Crédito	4.1	Transporte alternativo - Acesso ao transporte público	D, R
Crédito	4.2	Transporte alternativo - Bicicletário e vestiários para usuários	D, R
Crédito	4.3	Transporte alternativo - Veículos pouco poluentes e com uso eficiente de combustível	D, R
Crédito	4.4	Transporte alternativo - Estacionamento	D, R
Crédito	5.1	Desenvolvimento do sítio - Proteção ou restauração de Habitat	S, R
Crédito	5.2	Desenvolvimento do sítio - Maximizar espaços livres (abertos)	R
Crédito	6.1	Projeto de águas pluviais - Controle quantitativo	S, I, R
Crédito	6.2	Projeto de águas pluviais - Controle de qualidade	I, R
Crédito	7.1	Redução de ilhas de calor - áreas descobertas	I, R
Crédito	7.2	Redução de ilhas de calor – áreas cobertas	I, R
Crédito	8	Redução de poluição luminosa	I, R
Categoria	2	Eficiência no uso da água	
Pré-requisito	1	Redução no uso da água—20% redução	
Crédito	1	Uso eficiente de água no paisagismo	I, R
Crédito	2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	D, R
Crédito	3	Redução no uso da água	I, R
Categoria	3	Energia e atmosfera	
Pré-requisito	1	Comissionamento básico de sistemas prediais	
Pré-requisito	2	Desempenho energético mínimo	
Pré-requisito	3	Gestão fundamental de gases refrigerantes	
Crédito	1	Otimizar o desempenho energético	I, R
Crédito	2	Energia renovável no sítio (<i>On-Site</i>)	D, R
Crédito	3	Comissionamento adicional	-
Crédito	4	Melhoria da gestão de refrigeração	D, I, R
Crédito	5	Medição e verificação	-
Crédito	6	Energia verde (Green Power)	D, R
Categoria	4	Materiais e recursos	

Pré-requisito	1	Depósito e coleta de materiais recicláveis	
Crédito	1.1	Reuso de edifício - Manter paredes, pisos e telhado existentes	D, I, R
Crédito	1.2	Reuso do edifício - Manter 50% dos elementos não estruturais do interior do edifício	D, I, R
Crédito	2	Gestão de resíduos da construção	I, R
Crédito	3	Reuso de materiais	D, I, R
Crédito	4	Conteúdo reciclado	D, I, R
Crédito	5	Materiais regionais	D, I, R
Crédito	6	Materiais de rápida renovação	D, I, R
Crédito	6	Madeira certificada	D, I, R
Categoria	5	Qualidade do ambiente interno (QAI)	
Pré-requisito	1	Desempenho mínimo da qualidade do ar interno	
Pré-requisito	2	Controle ambiental de fumaça de cigarro (ETS)	
Crédito	1	Monitoramento de tomada de ar exterior	prática ou prescrição
Crédito	2	Aumento da ventilação	prática ou prescrição
Crédito	3.1	Plano de gestão da qualidade do ar - durante a construção	prática ou prescrição
Crédito	3.2	Plano de gestão da qualidade do ar - antes da ocupação	prática ou prescrição
Crédito	4.1	Materiais de baixa emissão - Adesivos e selantes	D, I, R
Crédito	4.2	Materiais de baixa emissão - Tintas e vernizes	D, I, R
Crédito	4.3	Materiais de baixa emissão – carpetes e sistemas de pisos	D, I, R
Crédito	4.4	Materiais de baixa emissão - madeira composta e produtos de fibras naturais	D, I, R
Crédito	5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	D, I, R
Crédito	6.1	Controle de sistemas - iluminação	D, R
Crédito	6.2	Controle de sistemas - conforto térmico	D, R
Crédito	7.1	Conforto térmico - projeto	prática ou prescrição
Crédito	7.2	Conforto térmico - verificação	prática ou prescrição
Crédito	8.1	Iluminação natural e vistas para o exterior - luz do dia	R
Crédito	8.1	Iluminação natural e vistas para o exterior – vistas	R
Categoria	6	Inovação e processo de projeto (inclui até 3 pontos por desempenho exemplar)	
Crédito	1.1	Inovação em projeto: Título específico	D, R
Crédito	1.2	Inovação em projeto: Título específico	D, R
Crédito	1.3	Inovação em projeto: Título específico	D, R
Crédito	1.4	Inovação em projeto: Título específico	D, R
Crédito	1.5	Inovação em projeto: Título específico	D, R
Crédito	2	Profissional credenciado LEED™	prática ou prescrição
Categoria	7	Créditos para prioridades regionais	
Crédito	1.1	Prioridade regional: crédito específico	Definido caso a caso
Crédito	1.2	Prioridade regional: crédito específico	Definido caso a caso
Crédito	1.3	Prioridade regional: crédito específico	Definido caso a caso
Crédito	1.4	Prioridade regional: crédito específico	Definido caso a caso

Escopo da avaliação (dimensões da sustentabilidade)

A estrutura analítica do sistema está organizada sob a dimensão ambiental da sustentabilidade ainda que temas de viés social como a qualidade do ambiente interno sejam considerados.

Propósito da avaliação (aplicação e público alvo)

O sistema de certificação LEEDTM é voluntário, baseado no consenso e impulsionado pelo mercado. Portanto, sua aplicação voltada ao mercado-certificação propõe, paralelamente a um processo tecnicamente rigoroso, uma estrutura enxuta e simplificada. Ainda, o formato de lista de verificação (*checklist*) adotado facilita seu uso no processo de projeto (USGBC, 2000) e, ainda que a aplicação principal da ferramenta não seja o auxílio ao projeto, projetistas utilizam o *checklist* como base de discussão para definir que estratégias de projeto adotarão para atingir os pontos e o nível de certificação desejados.

Neste contexto, o público alvo inclui arquitetos, profissionais do mercado imobiliário, gerenciadoras, engenheiros, projetistas de interiores, paisagistas, construtores, empreendedores e órgãos governamentais. Inicialmente, bastante difundido e adotado no mercado americano (inclusive entre governos locais e agências federais), hoje o LEEDTM já se consolidou em mercados externos como o Canadá, Emirados Árabes Unidos, Brasil, México e Índia.

Limites do sistema (escala de impacto)

Com base em tecnologias existentes e comprovadas, o LEEDTM avalia o desempenho ambiental a partir da perspectiva do edifício global ao longo do ciclo de vida do edifício, oferecendo um padrão definitivo em relação ao que constitui um edifício verde em termos de projeto, construção e operação. O *LEEDTM 2009 for New Construction and Major Renovations*, especificamente, permite a certificação de apenas duas fases do ciclo de vida do edifício: projeto e construção. No caso de certificações focadas em outras fases como operação e manutenção de edifícios, é preciso que se adote outro manual de certificação, específico para este caso: *LEEDTM 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance*. Neste manual, a estrutura de categorias permanece a mesma, por outro lado, o enfoque dos créditos varia consideravelmente.

6.2.2 ASPECTOS RELACIONADOS AOS INDICADORES SELECIONADOS

Identificação da orientação da avaliação: prescritiva x desempenho

O LEED™ apresenta uma combinação das abordagens prescritiva e de desempenho, mas possui uma estrutura predominantemente prescritiva (as categorias relacionadas à água e energia são as exceções claramente orientadas ao desempenho). Observa-se, no Manual de Certificação, que cada crédito é acompanhado por diversas alternativas de estratégias, sendo que, pelo menos uma delas deve ser adotada para o cumprimento do requerimento.

Para orientar este processo prescritivo, o LEED™ disponibiliza um guia de referências (*LEED-online*, atualizado e mais amigável a partir da *Versão 3.0*) com propostas de diretrizes e estratégias de projeto a serem adotadas para o atendimento de cada critério. Tal ferramenta *online* tem custo extra, mas traz orientações detalhadas sobre como executar estratégias específicas na fase de projeto, auxiliando usuários a identificar as melhores práticas de projeto sustentável.

Verificação quanto ao uso de LCA

O *LEED™ 2009 for New Construction and Major Renovations*, destina-se à certificação de das fases de projeto e construção – para as quais os créditos permanecem os mesmos. Para a certificação de outras etapas do ciclo de vida, devem-se adotar outros manuais LEED™, com enfoque específico quanto aos créditos adotados.

Quanto à análise de ciclo de vida de materiais, a maioria dos métodos de avaliação e certificação e, especialmente os métodos com sistema de pontos (ou créditos) com base em critérios, como o LEED™, não utilizam o LCA como ferramenta de apoio à atribuição de créditos ambientais relacionados ao uso de materiais. Mas possui créditos opcionais de inovação em projeto que podem ser utilizados para avaliação de materiais.

Identificação de categorias de avaliação

O LEED™ adota uma estrutura temática que se organiza em categorias, pré-requisitos e créditos predominantemente prescritivos (que determinam o que deve ser feito para a atribuição de pontos). Por um lado, tal estrutura se assemelha à sugerida pela ONU e, portanto, é familiar a projetistas e arquitetos, por outro, o sistema LEED™ está baseado em critérios norte americanos e ainda não considera prioridades de agendas locais (nos mercados internacionais nos quais se insere), o que o torna pouco flexível frente aos diferentes contextos, inclusive o brasileiro.

Possivelmente, uma tentativa de amenizar tal lacuna inclui a criação de duas novas categorias que permitem o reconhecimento de estratégias excepcionais adotadas em projetos e edifícios bem como a pontuação bônus que privilegia as melhores práticas de construção e projeto determinadas por condições e prioridades locais.

Identificação da tipologia avaliada

O sistema LEED™ referente ao Manual *LEED™ 2009 for New Construction and Major Renovations* é um conjunto de padrões de desempenho destinados à certificação de projetos e construções de edifícios comerciais (escritórios) ou institucionais (bibliotecas, museus, igrejas, etc.), hotéis bem como edifícios residenciais de quatro ou mais pavimentos habitáveis. O objetivo é promover práticas saudáveis, duráveis, ambientalmente corretas no projeto e construção de edifícios. É curioso, no entanto, notar que este sistema específico foi inicialmente desenvolvido para edifícios comerciais novos e que sua aplicação foi estendida a outras tipologias pelos próprios usuários, o que, aparentemente, não comprometeu sua aplicação.

6.2.3 ASPECTOS RELACIONADOS À COLETA DE DADOS

Identificação do público-alvo interessado e dos responsáveis pela coleta de dados

O público-alvo interessado na certificação LEED™ envolve diferentes atores do setor da construção (empreendedores, governos, profissionais e usuários). Porém, o processo de certificação depende apenas da equipe de projeto para a coleta de dados e submissão da documentação exigida aos Estados Unidos, onde os documentos são analisados, os dados processados e o processo de certificação conduzido.

Identificação de vulnerabilidades para a coleta

Uma vez que os dados a serem levantados estão relacionados, sobretudo, com informações de projeto, a menos que os projetistas não estejam envolvidos na coleta de dados, poderá haver dificuldades nesta etapa. No caso do LEED™, a certificação é conduzida por terceiros por meio de uma organização independente, a *Green Building Certification Institute - GBCI*, que possui equipes com certificação internacional ISO, garantindo a consistência, capacidade e integridade do processo por meio da documentação exigida.

Ainda, no sentido de mitigar vulnerabilidades, a nova ferramenta *LEED-online* oferecida pelo sistema incorpora ferramentas e aplicativos que melhoram a precisão do processo, a coleta de dados, o aspecto participativo e conveniência dos usuários. E, outros aplicativos

desenvolvidos por terceiros estão, todavia sendo integrados a ela a fim de aumentar a usabilidade, coleta e armazenamento de informações.

6.2.4 ASPECTOS RELACIONADOS À ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Identificação do sistema de pontuação adotado

O critério mínimo de nivelamento exigido para certificação de um edifício pelo LEED™ é o cumprimento de uma série de pré-requisitos. Satisfeitos *todos* estes pré-requisitos, o edifício torna-se elegível a passar para a etapa de análise e classificação de desempenho, dada pelo número de créditos obtidos. Portanto, para alcançar a certificação no sistema LEED™ é preciso atender a todos os pré-requisitos e acumular a pontuação mínima (numa escala de 0 a 100 pontos além de 10 possíveis créditos extras para inovações em projeto e prioridades regionais) para receber a certificação. Os pontos são distribuídos entre as categorias avaliadas (Figura 6.7).

O sistema de pontuação adota o formato de um *checklist* simplificado para uso por parte de projetistas no processo de projeto. Deste modo, estes podem definir que estratégias - dentre as sugeridas - adotarão para atingir os pontos disponíveis para cada critério. Se, por um lado, este *checklist* é mais atrativo, por outro, os critérios não podem ser facilmente ajustados para refletir diferenças ou prioridades regionais.

LEED® for New Construction	
Total Possible Points**	110*
Sustainable Sites	26
Water Efficiency	10
Energy & Atmosphere	35
Materials & Resources	14
Indoor Environmental Quality	15
<small>* Out of a possible 100 points + 10 bonus points</small>	
<small>** Certified 40+ points, Silver 50+ points, Gold 60+ points, Platinum 80+ points</small>	
Innovation in Design	6
Regional Priority	4

Figura 6.7 – Pontos totais possíveis e pontos por categoria (USGBC, 2010).

Diante desta lacuna e a fim de incentivar a abordagem de questões específicas em diferentes escalas geográficas, conselhos regionais do USGBC identificaram 6 créditos⁸ de importância particular para regiões específicas em cada sistema de certificação. Assim, cada crédito para prioridade regional vale um ponto adicional e um total de 4 pontos podem ser obtidos.

O sistema de classificação e pontuação é definido por meio de um processo aberto e consensual cujos aspectos principais incluem comitês com estrutura equilibrada e transparente, grupos de apoio técnico que garantem consistência científica e rigor, oportunidades para comentários e revisões de atores, entre outros. O processo é conduzido por comitês voluntários compostos por grupos de representantes e especialistas da indústria da construção. Na versão atual do sistema – LEEDTM 3.0 (USGBC, 2010) - existem 8 pré-requisitos e 110 pontos possíveis: 100 pontos base, 6 pontos possíveis por *inovação no projeto* e 4 pontos por *prioridade regional*. De acordo com o número de pontos total é indicando um nível de certificação atingido: *certificado*, *prata*, *ouro* ou *platina* (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 – Níveis de classificação do LEEDTM (USGBC, 2010).

Nível de classificação	Pontos (total 110 pts)
Certified	40 a 49 pts
Silver	50 a 59 pts
Gold	60 a 79 pts
Platinum	≥ 80 pts

Identificação da metodologia utilizada para a definição de benchmarking

No sistema de certificação LEEDTM analisado não fica claro que a construção de *benchmarks* se dê com base num processo de aquisição de dados confiáveis, atualizados e estatisticamente representativos conduzido anteriormente, mas sim por meio da definição empírica e consensual de valores iniciais. E, avaliações realizadas entre uma revisão e outra do método retro-alimentam o ajuste para as versões posteriores, assim como os resultados de pesquisas pontuais conduzidas em paralelo.

⁸ Ao registrar um projeto na plataforma *online*, o sistema determina automaticamente os créditos para prioridade regional a partir do CEP informado. Caso o projeto obtenha mais de 4 créditos para prioridade regional, a equipe de projetistas pode escolher os créditos aos quais os pontos extras estarão atrelados. Tal sistema ainda não contempla projetos localizados no Brasil.

Por meio da análise das principais alterações entre as versões 1.0, 2.0 e 3.0 do LEED™ verifica-se que as avaliações realizadas entre uma revisão e outra do método de fato subsidiaram o ajuste das versões posteriores. Dentre as principais alterações realizadas, paralelamente a atualizações frente a revisões de normas técnicas e ao desenvolvimento de novas tecnologias, algumas estão claramente associadas ao processo de retro-alimentação por meio dos dados coletados, como por exemplo:

- Redistribuição de pontuação entre as categorias avaliadas – o que demonstra tanto a elevação do desempenho ambiental em determinadas áreas, de forma que o cumprimento de determinados quesitos já não representariam um diferencial em relação à prática de mercado, quanto um correspondente redirecionamento da preocupação para determinados itens (SILVA, 2003);
- Alteração do número de pré-requisitos a serem satisfeitos - indicando elevação ou diminuição na qualidade ambiental das construções ou remanejamentos e;
- Aumento do número de itens considerados na classificação de desempenho ou inserção de novas categorias e créditos – traduzindo novas demandas; entre outros.

Apesar de não haver evidências claras quanto ao uso de dados para estabelecer valores de referência (*benchmarks*), acredita-se que os dados coletados por meio da certificação de edificações são sim utilizados para pesquisas e outras análises. Isto devido a um dos requisitos mínimos para a certificação *LEED™ 2009 for New Construction & Major Renovations* que inclui a exigência que os projetos certificados devem autorizar o acesso por parte do USGBC a todos os dados relacionados à energia e água referentes ao empreendimento como um todo.

Identificação do uso de algum sistema de ponderação - definição de pesos

A *Versão 3.0* do LEED™ adota uma metodologia⁹ específica para a definição de pesos e o processo resulta de decisão consensual das equipes que desenvolvem e revisam o sistema, todavia, frente ao contexto americano.

⁹ Como base metodológica para a ponderação de pesos o LEED™ adota o sistema de categorias de impacto ambiental TRACI (*Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts*) da Agência de proteção ambiental americana *Environmental Protection Agency* (US EPA). Também considera a ponderação desenvolvida pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), que compara categorias de impactos entre si e determina um

A distribuição de pontos entre categorias e créditos se dá com base nos impactos ambientais potenciais e nos benefícios humanos de cada crédito. Os impactos são definidos como efeitos ambientais ou humanos do projeto e da construção, operação e manutenção do edifício, como por exemplo, emissões de gases do efeito estufa; uso de combustíveis fósseis; toxinas e carcinogênicos; poluentes no ar ou na água e; condições ambientais internas ao edifício. Combinações de abordagens, incluindo modelagem energética, avaliação do ciclo de vida e análise de meios de transporte são usadas para quantificar cada tipo de impacto. O resultado da alocação dos pontos entre os créditos chama-se ponderação. Portanto, em cada categoria, os créditos são ponderados de modo a refletir seu impacto ambiental potencial.

Assim, este processo de ponderação de créditos segue alguns parâmetros, que mantém consistência e unidade entre os sistemas de certificação:

- Todos os créditos LEED™ tem valor mínimo de 1 ponto;
- Todos os créditos LEED™ são positivos, números inteiros;
- Todos os créditos LEED™ recebem um único peso, estático e definitivo em cada sistema de certificação; não há sistemas individualizados em função da localização do projeto;
- Todos os sistemas LEED™ possuem 100 pontos base e outros 10 pontos de bônus por inovação em projeto (ou operações) e por prioridade regional.

Destaca-se, porém, que o sistema de ponderação varia entre os diversos sistemas LEED™ de modo que pode haver pontos para créditos específicos em função da fase do ciclo de vida (por exemplo, o *LEED™ for Existing Buildings: Operations & Maintenance* inclui créditos relacionados à gestão de resíduos sólidos).

Considerando os parâmetros acima, o processo de ponderação de créditos envolve três passos (USGBC, 2010): (1) um edifício referencial é usado para estimar os impactos ambientais em diversas categorias associadas a um edifício típico que busca certificação LEED™; (2) a importância relativa dos impactos do edifício em cada categoria é definida para refletir valores baseados na ponderação do NIST e então; (3) os dados que quantificam

peso relativo para cada uma delas. Ambas as abordagens oferecem fundamentação sólida para determinar valores de pontos para cada crédito.

impactos de edifícios sobre o ambiente ou a saúde humana são usados para atribuir pontos a créditos individuais.

Assim, cada crédito recebe pontos com base na importância relativa dos impactos relacionados ao edifício que abordam. Isso resulta numa média ponderada que combina impactos de edifícios e o valor relativo das categorias de impacto. Portanto, aos créditos diretamente relacionados a impactos importantes são atribuídos os maiores pesos. A mitigação dos efeitos da mudança climática, por exemplo, é uma das prioridades institucionais do USGBC, por isso, os pesos mais altos foram atribuídos às práticas construtivas que melhoram a eficiência energética e, portanto, reduzem emissões de CO₂.

Tal sistema de ponderação reflete a decisão do LEED™ de reconhecer as implicações mercadológicas da alocação de pontos e buscar refletir com maior precisão a importância ambiental e de bem estar social de cada crédito. O resultado é uma mudança significativa no sistema de alocação de pontos se comparado com as versões anteriores.

Sobretudo, as mudanças aumentam a ênfase na redução do consumo de energia e emissões de gases do efeito estufa associadas a sistemas de edificações, transporte, energia incorporada na água, em materiais e resíduos sólidos. Há a intenção de que este processo seja reavaliado periodicamente para incorporar mudanças em valores descritos para diferentes impactos e tipos de edifícios, tanto com base na realidade do mercado como na evolução do conhecimento científico relacionado a edifícios.

Identificação do modo de definição e uso de metas de desempenho

A certificação de desempenho LEED™ é conferida com base no total de pontos obtidos, portanto, é preciso alcançar uma quantidade mínima de pontos (Tabela 6.4) para se classificar em cada um dos níveis de desempenho (*certificado, prata, ouro* ou *platina*). O modo como esta pontuação mínima é definida para que um projeto ou edifício seja certificado nos diversos níveis não é explícito. Ainda, pelo fato de a certificação analisada ser aplicável a distintas tipologias, pode-se concluir que não há a consideração de critérios especiais em função da tipologia avaliada.

6.2.5 ASPECTOS RELACIONADOS À APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Identificação do formato de apresentação dos resultados

O LEED™ expressa o resultado da avaliação através de uma pontuação global. O acúmulo de pontos nas diversas categorias é somado e, ao final, este número único - que representa o

número de pontos atingido em relação ao total possível - expressa o resultado e classifica o edifício numa das categorias de certificação. Um dos pontos fortes do LEED™ é sua capacidade de comunicação com seus usuários (HORST; TODD, 2008). Seja quanto a sua estrutura simplificada ou quanto ao modo como apresenta os resultados, o LEED™ é formatado de modo a ser familiar e acessível aos usuários, o que contribui para seu sucesso.

Identificação das ferramentas gráficas utilizadas para apresentar os resultados

O LEED™ apresenta o resultado da certificação de forma absoluta e direta, por meio da porcentagem de pontos obtida por categoria bem como da pontuação global atingida que corresponde a uma classificação qualitativa.

6.2.6 ASPECTOS RELACIONADOS À DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Identificação do público-alvo interessado nos resultados

O público-alvo interessado na certificação LEED™ envolve diferentes atores do setor de construção (empreendedores, governos, profissionais e usuários) em diversos países, inclusive no Brasil, apesar do USGBC somente oferecer material oficial em inglês. Tal lacuna pode levar a interpretação variada e gerar dúvidas em relação aos créditos, escalas de pontos, especialmente naqueles descritos qualitativamente.

Identificação da escala de divulgação dos resultados

O sistema LEED™ oferece ao usuário a opção de, durante o cadastramento do edifício no sistema de certificação, marcar ou não a opção de receber o relatório com a divulgação do resultado e ter sua publicação na internet no *LEED™ Project Directory online* ou ainda na base de dados do *US Department of Energy High Performance Buildings*. O USGBC compila os resultados dos edifícios avaliados e apresenta – mediante consentimento dos responsáveis - uma lista, na tentativa de divulgar os resultados obtidos e o perfil de progresso para a tipologia, mas sem entrar em detalhes para evitar constrangimentos.

Identificação dos meios de comunicação utilizados para comunicar os resultados

A certificação LEED™ é conduzida nos Estados Unidos. A comunicação dos resultados se dá por meio de relatório enviado por meio eletrônico, certificado formal com o reconhecimento do resultado da certificação e placas para colocação no hall de entrada do edifício certificado, além de poder incluir publicação em diretório público na internet (*LEED™ Project Directory online*). Nos últimos anos, o USGBC vem consolidando o formato de comunicação simplificada de resultados através dos chamados “*LEED Facts*”, que relacionam a pontuação obtida com o total disponível em cada categoria.

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a discussão dos resultados da análise, apresenta-se a Tabela 7.1 com o resumo da análise referente aos aspectos-chave relacionados ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade verificados nos sistemas de certificação em uso no Brasil (LEED™ e Processo AQUA).

Tabela 7.1 – Resumo de aspectos-chave relacionados ao desenvolvimento de indicadores pelos sistemas de certificação em uso no Brasil.

Aspectos metodológicos		LEED™	AQUA
Estrutura analítica e tipologia de indicadores	Estrutura analítica (Framework)	Mescla de abordagens: temática (7 categorias) e pressão-resposta Estrutura enxuta e simplificada	Mescla de abordagens: temática (14 categorias e + de 150 indicadores) e pressão-resposta Estrutura detalhada
	Uso de indicadores	Mescla de diretrizes, prescrições e indicadores. Utiliza o termo "créditos" para descrever estratégias prescritivas, diretrizes e indicadores.	Mescla de diretrizes, prescrições e indicadores. Utiliza o termo "indicador" para tratar de requisitos a serem atendidos, diretrizes, prescrições e indicadores.
	Tipologia de indicadores	Indicadores de desempenho técnico e qualidade de projeto, com alguns indicadores descritivos D, P, S, e, principalmente, I e R (ver Tabela, 6.3, Capítulo 6).	Indicadores de desempenho técnico, qualidade de projeto e descritivos, entre eles D, P, S, e, sobretudo, I e R (ver Tabela, 6.2, Capítulo 6).
	Escopo da avaliação	Ambiental	Ambiental
	Propósito da certificação	Mercado-Certificação (labelling) e <i>Checklist</i> de projeto. Para edifícios novos e grandes renovações.	Mercado-Certificação (labelling). Para empreendimentos novos ou envolvendo reabilitações significativas.
	Natureza da certificação	Voluntária (apelo mercadológico: estrutura simplificada)	Voluntária (apelo mercadológico: sensibilidade ao contexto brasileiro e avaliação em 3 fases)
	Público-alvo (usuários)	Agentes do setor da construção civil.	Agentes do setor da construção civil.
	Limites do sistema (fase ciclo de vida)	Projeto e construção (mantém a estrutura e créditos)	Programa, concepção e construção (mantém a estrutura e indicadores, podendo ignorar critérios de avaliação não aplicáveis)
Indicadores selecionados	Orientação da certificação	Predominantemente prescritiva; possui créditos orientados a desempenho.	Predominantemente orientado a desempenho, com algumas prescrições e diretrizes.
	Uso de LCA	Considera conceito de ciclo de vida para o edifício, possui crédito opcional de inovação para avaliação de materiais.	Considera conceito de ciclo de vida para o edifício, sem aplicar LCA na avaliação de materiais.
	Aspectos prioritários para agendas ou políticas nacionais	Modelo com base no contexto norte americano; possui alguns créditos para priorização regional.	Origem em modelo francês, adaptado ao contexto brasileiro.
	Alinhamento de categorias às temáticas globais	Sim, complementado por em temas específicos (como comissionamento, por exemplo).	Sim, complementado por em temas específicos (como gestão, por exemplo).
	Tipologias certificáveis (pelo manual/referencial analisado)	Edifícios comerciais (escritórios) ou institucionais (bibliotecas, museus, igrejas, etc.), hotéis, e edifícios residenciais de quatro ou mais pavimentos habitáveis.	Edifícios comerciais e escolares.
	Indicadores/Critérios específicos por tipologia no mesmo manual/referencial	Não. Apenas entre diferentes manuais.	Sim. Há categorias com indicadores ou critérios de avaliação específicos por tipologia (comercial ou escolar).

Aspectos metodológicos		LEED™	AQUA
Coleta de dados	Agentes interessado na certificação e responsáveis pela coleta de dados	Em geral, são os mesmos, com participação usual de consultores para fins de certificação.	Em geral, são os mesmos, com participação usual de consultores para fins de certificação.
	Vulnerabilidades	Disponibilidade: não é explícito Confiabilidade: verificação por terceira parte (auditoria externa).	Disponibilidade: não é explícito Confiabilidade: verificação por terceira parte (auditoria externa).
Análise, formato e comunicação de resultados	Pontuação e ponderação	Certificação depende de pontuação mínima num total de 110 pontos (definição de pontuação mínima não explícita). A partir da versão 3.0, critério de ponderação declarado (base EPA TRAC1), aplicável ao contexto norte americano. Não necessariamente considera o contexto brasileiro.	Sistema de pontuação pré-definido de acordo com diagramas sensíveis ao contexto brasileiro. Acredita-se que há um sistema de ponderação implícito.
	Definição de <i>benchmarking</i> e metas de desempenho	Com base no contexto norte americano, definição empírica e consensual de valores iniciais. Uso de dados coletados: Indiretamente, para revisões e ajustes do sistema.	Metas consideram o contexto brasileiro. A definição de <i>benchmarking</i> não é completamente explícita. Flexibilidade: princípio da equivalência níveis S e E Uso de dados coletados: Não é evidente. Faz referências a normas nacionais, ou, em caso de ausência, a normas francesas.
	Formato e apresentação do resultado	Absoluta (porcentagem por categoria e índice único global) + qualitativa (nível de certificação: <i>Certified, Silver, Gold, Platinum</i>).	Absoluta (perfil de desempenho por categoria) + qualitativa (certificado ou não certificado).
	Divulgação em larga escala	Mediante autorização.	Mediante autorização.
	Comparação entre edifícios certificados	Um mesmo nível de certificação permite diferentes resultados intra e entre categorias.	Um mesmo nível de certificação permite diferentes resultados intra e entre categorias.

7.1 SOBRE A ESTRUTURA ANALÍTICA PARA A ORGANIZAÇÃO DE INDICADORES

Framework e tipologia

Ambos os sistemas de certificação em uso no Brasil adotam estruturas analíticas para organizar sistemas¹ de indicadores (no caso do Processo AQUA) ou créditos (no caso do LEED™), o que, de fato, evidencia e facilita a interpretação dos aspectos considerados e como estes se inter-relacionam. Estruturam-se com base em *frameworks* que combinam abordagens *temáticas (ou por meios)* e *pressão-resposta*. Enquanto estruturas focadas em temas² e subtemas facilitam a identificação de componentes essenciais do desenvolvimento sustentável e o processo decisório, a abordagem pressão-resposta auxilia na determinação de relações causais, ou seja, como atividades e comportamentos humanos (pressões) degradam o ambiente, alterando-o e causando impactos sobre a saúde humana e o ecossistema, levando a sociedade a agir (respostas) com medidas que podem ser dirigidas a qualquer parte do

¹ Uma **lista de indicadores** potenciais ou principais (*core set indicators*) é considerada uma lista não estruturada de indicadores (ISO, 2006). O LEED™ e o Processo AQUA são considerados **sistemas de indicadores** por apresentarem listas estruturadas (organizadas em *frameworks*) de indicadores.

² Esse tipo de estrutura também é utilizada pela *Development Assistance Committee* da OECD na produção de um conjunto de indicadores para o *Millenium Development Goals for Sustainable Development* (MDG, 2009) e também pela *World Wild Fund for Nature* em seu relatório *Living Planet Report* (WWF, 2004).

sistema. Tal combinação é, portanto, complementar em avaliações de desempenho e as tornam mais consistentes.

Apesar da similaridade de abordagem (temática-pressão-resposta) entre os sistemas, estes são bastante distintos quanto à objetividade e o detalhamento de suas estruturas. A estrutura em forma de árvore da avaliação da QAE do Processo AQUA sofreu ajustes para adequar-se ao contexto brasileiro e é composta por **4 áreas temáticas** (destacando-se a inclusão do tema da eco-gestão) que agregam **14 categorias**, **subcategorias** e, finalmente **preocupações** representadas por um ou mais **indicadores** (que somam mais de 150 indicadores no total). Destaca-se que cada um dos indicadores apresentados, vem atrelado a um *critério de avaliação* que, em geral, traz fórmulas de cálculo ou explicações que descrevem como atribuir valor ao indicador, e este é, de fato, um aspecto essencial para que os indicadores sejam aplicáveis. Porém, em alguns casos, estes *critérios de avaliação* são, na verdade, prescrições, parâmetros e até mesmo indicadores propriamente ditos (nos casos em que os indicadores consistem em sub-temas ou diretrizes).

O LEEDTM mantém a mesma estrutura analítica para avaliar edifícios internacionalmente. E, ainda que uma estrutura comum seja uma tendência (proposta pelas principais iniciativas internacionais), os critérios e dispositivos prescritivos definidos pelo sistema tem base no contexto norte-americano e não sofreram, até então, ajustes frente ao contexto brasileiro. É organizado em **7 categorias** que acomodam **pré-requisitos** e **créditos** (total de 56 créditos, incluindo aqueles relacionados a pontos extras), que abrigam **pontos**. Por outro lado, seu formato simplificado e enxuto - atrelado a sua orientação prescritiva - é muito atrativo e acessível ao público-alvo e, outras vezes, criticado em função do risco de incorrer em avaliações demasiado superficiais.

Se, por um lado, nota-se a aderência dos sistemas a estruturas lógicas que organizam seus parâmetros, por outro, observa-se que estes parâmetros nem sempre se apresentam como indicadores segundo a abordagem conceitual consolidada neste trabalho. E o esforço para a identificação das tipologias adotadas pelos sistemas revela que ambos apresentam uma mescla de conceitos (dentre diretrizes, prescrições, ações de projeto, sub-temas, requisitos e indicadores) sob a terminologia **indicadores e critérios de avaliação** (no caso do Processo AQUA) ou **créditos** (no caso do LEEDTM).

De fato, a opção por diferentes soluções técnicas (como a seleção do sistema de ar condicionado) irá afetar o desempenho do edifício - quanto ao consumo de energia, por

exemplo; e diretrizes e prescrições quanto à seleção de sistemas e materiais do edifício podem ser dadas como recomendações práticas (e dependem de condições locais e tecnológicas). Porém, tais soluções não devem ser consideradas como indicadores (ISO, 2006), ainda que sua validade possa ser avaliada por meio de indicadores de sustentabilidade.

Em ambos os sistemas, também foram identificados indicadores de desempenho técnico, de qualidade de projeto, e descritivos³ dentro das tipologias DPSIR com maior ocorrência das tipologias I e R. Indicadores que descrevem o estado do ambiente (S) podem ser úteis para identificar problemas ou aumentar a consciência do público, mas, para sensibilizar tomadores de decisão, talvez indicadores mais detalhados focados nas causas dos problemas (D ou P) e seus impactos (I) sejam mais adequados, inclusive para a formulação de respostas (R) mais efetivas e realistas. Esta pode ser uma das explicações para o maior uso de indicadores de impacto (I). Quanto à recorrência da tipologia resposta (R), pode estar atrelada ao desejo de explicitar como um grupo específico da sociedade (no caso, os atores do setor da construção) está respondendo – ou pode responder, dentro de seu campo de atuação, para reduzir pressões por meio de medidas, investimentos ou mudança de posturas para prevenir e compensar danos ou para a adaptação às mudanças.

Escopo da avaliação (dimensões da sustentabilidade)

Ainda que apresentadas de forma suficientemente organizada e transparente aos usuários, fica evidente que as estruturas adotadas (e respectivos indicadores e créditos) se colocam como uma referência direta à dimensão ambiental da sustentabilidade a partir da perspectiva de componentes ambientais principais (ar, solo, água, etc.) ou de desenvolvimento sustentável. Porém, sabe-se que a sustentabilidade é avaliada com base nos impactos ambientais do edifício, dos fluxos monetários ao longo do seu ciclo de vida, do bem estar dos usuários e da qualidade cultural do ambiente da edificação (ISO, 2006).

Os sistemas analisados, conforme estão estruturados atualmente, somente podem ser considerados *sistemas de indicadores ambientais*.

Sistemas que certificam edifícios utilizando indicadores que abordem ***as diferentes dimensões da sustentabilidade*** e os principais aspectos a elas associados permitem uma

³ A abordagem de desempenho diz respeito à como o edifício deve se comportar e um indicador de desempenho irá medir em que medida o desempenho exigido foi alcançado. Um indicador descritivo descreve uma solução técnica aceitável (ISO, 2006) relacionada a uma temática e a certo resultado que se espera obter, mas, neste caso, o grau de desempenho desta solução não é precisamente calculado.

avaliação mais abrangente e, conseqüentemente, uma certificação mais significativa. Mas o salto qualitativo entre a *avaliação ambiental* e a *avaliação da sustentabilidade* de edifícios - que exige também a consideração de aspectos sociais e econômicos relacionados à produção, operação e modificação do edifício, implica em mais custos, tempo e dedicação para coletar e analisar dados.

Portanto, falta assegurar aos usuários dos sistemas analisados que todos os seus anseios – inclusive aqueles relacionados às demais dimensões do desenvolvimento sustentável – sejam considerados e monitorados. Para isso, o nível de detalhamento e organização das estruturas (temáticas e categorias) precisa ser readequado, pois, até então, abordagens de viés social ou econômico aparecem tímidas e dispersas em meio às temáticas ambientais. Essa demanda pode exigir a transformação estrutural e operacional de tais sistemas, inclusive quanto ao modo de explicitar sinergias entre os indicadores, temáticas e dimensões da sustentabilidade. A avaliação de edificações, mais do que simplesmente obter medidas físicas, importa-se com o efeito gerado pela existência e operação daquele edifício sobre os indivíduos e o meio ambiente. A simples inclusão de indicadores sociais ou econômicos ao lado de indicadores ambientais pode não necessariamente mostrar como estes interagem entre si. Neste sentido, tanto o LEED™ quanto o Processo AQUA - este último, de modo mais detalhado - já apresentam como ou em que medida certas categorias/créditos se influenciam - positiva ou negativamente - dentro da abordagem geral do sistema.

Propósito da avaliação (aplicação e público-alvo)

Os sistemas analisados tem o propósito de conduzir a avaliação e classificação de edifícios para a sua certificação com foco em demandas de mercado. Há duas questões centrais que relacionam a aplicação de sistemas de certificação aos *frameworks*, indicadores e critérios de avaliação adotados: (a) a *aceitação dos sistemas de certificação pelo público-alvo* e; (b) as *opções de aplicação do sistema de certificação*. Ambas despertam temas como a complexidade da estrutura analítica, bem como a adequação de seus componentes – especialmente indicadores e metas – ao público-alvo, a fatores sociais, culturais e até mesmo político-administrativos regionalmente diferentes.

Estruturas simplificadas e objetivas no formato de *checklist*, como a adotada pelo LEED™, são facilmente absorvidas por projetistas, agentes e parceiros do setor da construção civil e tem sido, de fato, um fator decisivo para a disseminação e popularidade deste sistema - também no Brasil - como ferramenta de certificação e de auxílio ao projeto. Porém, se tais

estruturas tendem a ter maior aceitação frente ao mercado, por outro, correm o risco de se tornarem demasiado simplistas especialmente frente a diferentes contextos. Ou ainda, como é o caso do LEEDTM, ao referenciar instrumentos normativos e práticas estrangeiras (com lacunas quanto à regionalização frente ao contexto brasileiro), tende a passar uma falsa imagem de simplicidade de atendimento de critérios, cuja implicação só pode ser percebida com o processo já iniciado. Já o Processo AQUA, com indicadores, prescrições e diretrizes para assegurar a qualidade de projeto, oferece ao público-alvo um processo de certificação com base numa estrutura bastante extensa e detalhada, mais orientada à verificação do desempenho da edificação. Este sistema também começa a ser bem aceito, com uma certa tendência de ocupar espaços deixados pela inaplicabilidade da certificação LEEDTM, e seu maior diferencial consiste na adaptação do sistema e seus componentes para o contexto nacional e a possibilidade de certificação em 3 fases, sendo a primeira já no momento que o projeto está sendo lançado⁴.

Limites do sistema (escala de impacto)

Apesar de apresentarem *frameworks* radicalmente diferentes, os limites dos sistemas envolvem praticamente as mesmas fases do ciclo de vida: *projeto e construção* no caso do LEEDTM; e *programa, concepção e construção*, no caso do Processo AQUA. Não há alterações na estrutura analítica ou nos créditos e indicadores utilizados, que se mantêm os mesmos independentemente da fase do ciclo de vida certificada.

Para certificações focadas em outras fases como as de *uso, operação e manutenção* de edifícios, tanto o LEEDTM quanto o AQUA alertam para a necessidade de se adotar um outro manual ou referencial com *frameworks*, critérios de avaliação e requisitos específicos. No caso do LEEDTM, o manual já está disponível: *LEEDTM 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance* e, apesar da estrutura temática de categorias permanecer a mesma, o enfoque dos créditos varia consideravelmente. Já o Processo AQUA, que também tem claro que as fases de uso e operação da construção apresentam características que exigem a elaboração de um referencial específico com critérios ou mesmo indicadores diferenciados - aguarda o documento, ainda em fase de elaboração por parte do certificador francês.

⁴ O LEED Core & Shell – e apenas ele - tem um aspecto com resultado parecido, apesar de motivação distinta: a opção de uma pré-certificação com base em uma espécie de carta de intenções de estratégias a serem aplicadas no empreendimento, que pode ser utilizada por ocasião de seu lançamento e ratificada – ou eventualmente refutada – na ocasião de submissão documental.

7.2 ASPECTOS RELACIONADOS À SELEÇÃO DE INDICADORES

Orientação da avaliação: prescritiva x desempenho

Os sistemas de certificação analisados diferem consideravelmente quanto à orientação adotada. O Processo AQUA (predominantemente orientado ao desempenho), adota indicadores atrelados a níveis de desempenho que são mais rapidamente adaptáveis para refletir diferenças regionais, uma vez que as opções para se atingir diferentes níveis de desempenho podem ser escolhidas a partir do que é mais apropriado e efetivo em cada local ou contexto. Porém, diante da complexidade em se aplicar os conceitos que levam à *avaliação de desempenho*, muitos sistemas, entre eles o LEEDTM, adotam o viés predominantemente prescritivo (solução com nível de complexidade muito menor), atribuindo créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto ou especificação de determinados equipamentos e materiais.

Estruturas definidas apenas sobre critérios prescritivos facilitam sua absorção como estratégias de projeto, porém limitam as ações em potencial do usuário para além do conjunto de prescrições. Ainda, tendem a tornar-se obsoletas (ao passo que novas estratégias e tecnologias são desenvolvidas) e são menos propícias à personalização, incorrendo no risco de prescrição de ações que venham a ser completamente inapropriadas em certas regiões e que, se implementadas, conduzam a projetos menos desejáveis do ponto de vista da sustentabilidade. Por isso, apesar de mais amigáveis, tais estruturas tem sido veementemente questionadas e contestadas. Como posto por Silva (2003), o problema-chave do formato *checklist + critérios prescritivos* é que o fato de um edifício adotar todas as estratégias exigidas não necessariamente garante melhoria de desempenho ou edifícios sustentáveis, garante apenas o cumprimento de itens prescritos e, em caso de melhorias, estas não podem ser estimadas.

Sobretudo, um sistema de certificação deve garantir que os indicadores ou créditos selecionados abordem, de modo integrado, aspectos críticos em termos de desempenho e sustentabilidade considerando prioridades locais e aspirações do público-alvo para, de fato, contribuir com a produção de edifícios com melhor desempenho e sustentáveis. Neste sentido, a orientação ao desempenho não só facilita o processo de regionalização como torna a certificação mais compatível com o relato de desempenho global. Em qualquer contexto, e o brasileiro não é exceção, um sistema orientado ao desempenho apresenta vantagens e estimula melhorias na prática típica, sem limitar a criatividade de projetistas e executores.

Encontrar o melhor equilíbrio entre estas abordagens deverá ser o alvo de desenvolvedores de sistemas de avaliação/certificação.

Uso de LCA e indicadores selecionados

Sistemas de indicadores são dependentes dos usuários e da fase do ciclo de vida em que são aplicados (ISO, 2006). Por exemplo, se *emissão de carbono* indicar a sustentabilidade ambiental do edifício, isso deve ser válido em todas as fases do ciclo de vida e para todos os usuários de indicadores. Por isso, é preciso ter o controle preciso sobre o que o indicador efetivamente descreve e sobre as circunstâncias em que valores são obtidos ou a ele atribuídos. Esse controle confere rastreabilidade, replicabilidade e permite o ajuste ou refinamento nos valores segundo as alterações de cenário.

Se indicadores ambientais devem, sempre que possível, considerar o ciclo de vida do edifício, uma vez que impactos gerados nas etapas de uso, manutenção, demolição, reciclagem e disposição final podem ser decisivos, o mesmo deve ocorrer com indicadores econômicos, que apontam fluxos monetários ao longo do ciclo de vida completo do edifício. E, se tais impactos forem analisados segundo outro quadro temporal, tal variação deve ser tornada evidente e justificada.

Nos sistemas analisados, nota-se que créditos e indicadores são mantidos ao longo do ciclo de vida, bem como os critérios de avaliação. A única consideração a respeito – por parte do Processo AQUA – consiste numa orientação que determina que alguns critérios devem ser ignorados caso não possam ser mensurados ou aplicados em determinadas fases do ciclo de vida avaliadas, a fim de evitar incompatibilidades.

No que diz respeito aos indicadores selecionados, sabe-se que a própria estrutura analítica de sistemas de certificação, ao organizar os indicadores, oferece um bom ponto de partida para a produção de diretrizes para a construção sustentável. Tentar suprir o anseio por ferramentas de apoio a projetistas, talvez seja o motivo pelo qual ambos os sistemas analisados apresentem uma mescla de diretrizes, prescrições e ações de projeto em meio a indicadores e créditos organizados sob a dimensão ambiental da sustentabilidade. Enquanto o LEEDTM utiliza o termo “crédito”, que traz indicadores de seu cumprimento, o Processo AQUA utiliza o termo “indicador” para tratar – além de indicadores efetivamente - de requisitos a serem atendidos, diretrizes e prescrições. Entre os indicadores propriamente ditos, verifica-se, em ambos os casos, indicadores de desempenho técnico e qualidade de projeto, com alguns indicadores descritivos.

Os sistemas analisados adotam indicadores e créditos ambientais apresentados na forma de cargas ambientais, como, por exemplo, quando utilizam indicadores relacionados ao *uso de recursos, produção de resíduos, odores, ruídos* (somente o Processo AQUA) e *emissões* (internas e externas) e; especialmente, como referência a impactos ambientais causados pelo edifício ao longo do seu ciclo de vida como por meio do *uso de materiais contaminantes* e do próprio *processo construtivo*, além de respostas que minimizem tais cargas e impactos. Ainda, o desempenho do edifício, especialmente quanto a sua adaptabilidade, pode, indiretamente, resultar em cargas ambientais por causa do efeito ao longo da vida útil do edifício e, portanto, também no consumo de recursos. Neste sentido, verifica-se que os sistemas apresentam indicadores e créditos relacionados a *materiais de rápida renovação e reuso do edifício e materiais*.

O foco ambiental dos sistemas analisados não impede que alguns indicadores e créditos relacionem o modo como o edifício interage com questões da sustentabilidade no nível comunitário (por exemplo: expansão urbana, uso misto do solo, acesso a serviços básicos incluindo transporte, disponibilidade de áreas verdes, qualidade cultural, proteção do patrimônio, segurança, ruídos e qualidade do ar, entre outros) e apresentem um viés social, ainda que tímido. Não há, porém, uma divisão formal quanto às dimensões de sustentabilidade nos *frameworks*, assim, os indicadores sociais e econômicos estão dispersos sob temáticas ambientais. A distribuição de indicadores observando as dimensões da sustentabilidade confere maior clareza à estrutura de avaliação, além de dar visibilidade e permitir a exploração das interrelações das diferentes dimensões dos impactos.

Por exemplo, o indicador “acesso a serviços”, em função da localização do edifício pode estar relacionado a: (a) *impactos ambientais* relacionados a meios de transporte - emissões em função do tipo e intensidade de tráfego; (b) *impactos econômicos* - relacionados aos custos com congestionamentos e outras alternativas de transporte para pessoas e suprimentos e/ou; (c) *impactos sociais* - disponibilidade de serviços de transporte para diferentes grupos. A localização do edifício ainda pode ter conseqüências sobre o custo do terreno e do imóvel, gerando outros impactos sociais.

Portanto, é válido que certos aspectos do desempenho possam estar relacionados simultaneamente a impactos sociais, ambientais e econômicos (ISO, 2006), sendo mais apropriado explicitá-los para avaliá-los, como também o contrário: certas temáticas ou dimensões do desenvolvimento sustentável podem exigir mais de um indicador, para

cumprir sua função de informar a diferentes grupos satisfatoriamente. Por exemplo, para a temática “*Poluição do ar*” é possível utilizar o indicador “*emissões totais de CO₂*” para um resultado em termos de cargas ambientais; o indicador “*contribuição para a mudança climática em termos de CO₂ total equivalente*” para um resultado em termos de impactos ambientais e ainda; o indicador “*distância do edifício ao serviço de transporte público, considerando a frequência da linha*” para um resultado em termos de impactos - a localização do edifício altera cargas ambientais relacionadas ao tráfego.

Neste sentido, o LEED™ aborda aspectos sociais como “*Desenvolvimento da densidade urbana e Conexão com a comunidade*” na categoria *Sítios sustentáveis*, sob a dimensão ambiental. Também considera créditos para “*Transporte alternativo*” nesta categoria, mas este poderia também estar considerado sob a dimensão econômica, como *serviços urbanos e comunitários (ou mesmo acessibilidade – dimensão social)*, uma vez que o município teria que prover a infraestrutura para viabilizar este tipo de transporte e porque esta opção traria redução de gastos com o transporte tradicional. Também apresenta créditos para aspectos como: *Maximização de espaços livres (abertos)* (associado a espaços comuns e áreas verdes); *Iluminação natural e vistas para o exterior* (se analisado frente a satisfação do usuário) e mesmo; *Reuso de edifício* (quando analisado sob o ponto de vista de manutenção).

Por fim, o LEED™ ganha alguma flexibilidade através dos créditos para *inovação em projeto e prioridades regionais*, que poderiam admitir variados temas - não necessariamente previstos no *framework*; como *patrimônio cultural* (considerado pelo CRISP), por exemplo, poderia ser admitido como um crédito de *prioridade regional*. Estas prioridades, porém, são definidas pelos capítulos locais do USGBC, segundo critérios próprios.

O Processo AQUA também apresenta uma preocupação com o tema *Transporte e conectividade urbana* e o aborda sob a dimensão ambiental na categoria *Relação do edifício com o entorno*. Nesta mesma temática apresenta várias preocupações (e indicadores) de viés social como os relacionados aos *Impactos do edifício sobre a vizinhança*, *Preservação/melhoria da qualidade ecológica do local do empreendimento e da biodiversidade*; *Fontes de incômodo sonoro no exterior* (gerado pelo entorno ou pelo empreendimento) e; *Acesso às vistas*, entre outros. Ainda, agrupa certas categorias na família “*saúde*”, cujos indicadores, sobretudo de resposta, apontam para a melhoria da saúde de ocupantes e do conforto dos ambientes internos, sendo que os aspectos sociais - relacionados aos impactos sobre as pessoas (operários da construção, vizinhança ou usuários

dos edifícios) - também poderiam ser mais bem explorados segundo seus impactos sociais. Do mesmo modo, a subcategoria que trata de *Redução do consumo de energia* sob a dimensão ambiental poderia ser analisada quanto a sua *dimensão econômica*, sob o aspecto do *aumento da produtividade e lucro* (um dos temas-chave sugeridos pela CIRIA), por exemplo.

Por outro lado, indicadores econômicos, que apontam fluxos monetários relacionados ao ciclo de vida do edifício como investimentos (terreno, projeto, construção); uso (consumo de energia, água, gestão de resíduos); manutenção; desconstrução e desmontagem e; valorização do imóvel, entre outros, não são explicitamente apresentados nas estruturas. O Processo AQUA aborda aspectos econômicos quando trata da *gestão* e o LEED™ apresenta créditos acerca do *uso e consumo de recursos, gestão de resíduos e reuso e reciclagem de materiais*, mas a avaliação de tais itens se restringe a dimensão ambiental e não aborda os fluxos monetários envolvidos em cada caso.

Para uma análise mais ampla quanto aos créditos e indicadores selecionados pelos sistemas LEED™ e Processo AQUA, respectivamente, a Tabela 7.2⁵ os compara com aqueles adotados pelas principais iniciativas internacionais em termos de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações.

Tabela 7.2 – Comparação dos créditos e indicadores respectivamente adotados por LEED™ e Processo AQUA com aqueles selecionados por organizações internacionalmente.

Alinhamento com indicadores de iniciativas internacionais principais				
1- SB Alliance	2- SBCI/ <i>common carbon metrics</i>	3- UNEP/SBCI index	LEED™	AQUA
DIMENSÃO AMBIENTAL				
Indicadores: Energia e GHG				
Energia primária (kWh)	A: Intensidade energética kWh/m ² /ano ou kWh/ocupante/ano B: Intensidade de carbono kgCO ₂ e/m ² /ano ou kgCO ₂ e/ocupante/ano	Emissão anual de gases do efeito estufa kg CO ₂ eq/m ² (impacto, desempenho)	1,2A	1,2AB, 3
Indicadores: Água				
Água (m ³)	-	Águas pluviais, cinzas e negras coletadas e tratadas/utilizadas no sítio ou fora dele (uso de água reciclada) Ml/m ² /ano (impacto, desempenho)	1,3*	3*

⁵ A divisão da tabela em dimensões da sustentabilidade segue o critério adotado pela rede CRISP por ser a iniciativa mais recente e abrangente já concluída a tratar especificamente de indicadores, e adiciona a dimensão *desempenho* proposta pela SBCI dentro de sua abordagem de *Quadruple Bottom line* (ambiental, social, econômica e desempenho), por esta ser, ao lado de outras iniciativas em desenvolvimento, (como a *SBAliance* e a ISO) bastante promissora.

Indicadores: Materiais e uso de recursos				
Conforto térmico (% de período de ocupação em que a temperatura excede um valor determinado)	-	Uso de materiais reciclados na construção (% por massa) (impacto)	1*,3	1,3
Indicadores: Qualidade do ar interno				
Qualidade do ar interno (CO ₂ em ppm e formaldeído em g/m ³ de ar no ambiente) (Indicadores de conforto visual e acústico: em fase de discussão)	-	Nível de poluentes do ar interno (Nível de poluente/m ³) (desempenho) - Iluminação adequada ao trabalho (Lux) - Ruídos (dB) - Conforto térmico (Índice PMV)	1, 3**	1,3
Indicadores: Resíduos				
Resíduos (em toneladas e em Kg, conforme o tipo de resíduo)	-	Resíduos para aterros (Kg/m ² /ano) (impacto)	1*,3*	1*,3*
Indicadores: Emissões no ar e na água				
Emissões de gases do efeito estufa (Kg de CO ₂ equivalente)	-	Emissões de poluentes ao longo do ciclo de vida (Nível de poluente/m ² /ano)	-	1*,3*
Indicadores: Uso do solo e ecologia				
-	-	Área já utilizada para construção e áreas verdes preservadas (sim/não)	3*	3
DIMENSÃO ECONÔMICA				
(Indicadores de desempenho econômico: em fase de discussão)	-	(não foi incluído, apesar de considerado)	-	-
DIMENSÃO SOCIAL				
Indicadores: Gestão				
-	-	Relato anual energético, ambiental, de gestão de resíduos e melhorias (sim/não)	Parcial***	3
Indicadores: adaptabilidade				
-	-	<i>Técnica:</i> Facilidade de movimentar partes <i>Climática:</i> Resiliência e dinâmica do edifício <i>Funcional:</i> Facilidade de alteração do uso da edificação (desempenho)	3	3
DESEMPENHO				
Indicadores: vida útil				
-	-	Vida útil de componentes ou do conjunto da edificação (anos) (desempenho)	-	3
<p>* Adota a mesma temática do indicador, mas com outra abordagem, seja quanto ao parâmetro avaliado ou a orientação (prescrição de tecnologias e diretrizes em vez de desempenho). ** Não aborda o tema ruídos *** Planos de gestão acontecem isoladamente dentro de categorias, assim o indicador é considerado parcial por não haver um plano de gestão integrado da edificação ou pelos aspectos que não foram contemplados.</p>				

Entre as iniciativas internacionalmente expoentes no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações, a UNEP/SBCI propõe indicadores aplicáveis em escala global para medir e relatar o uso de energia e emissões provenientes de edificações em operação em regiões climáticas específicas (*Common Carbon Metrics*); além de indicadores - sobretudo de impacto e desempenho (*Sustainable Building Index*) - associados a questões globais acompanhados por metas e níveis de desempenho-chave (*benchmarking*). E estimula o estabelecimento um sistema de indicadores-chave mensuráveis, relatáveis e verificáveis (MRV), apesar de admitir a dificuldade em se definir apenas um indicador principal por

temática. Inclusive, o *custo do ciclo de vida*⁶, apesar de considerado muito importante especialmente quanto às implicações econômicas ao longo do ciclo de vida de edificações, não foi incluído no *core set* das dez questões globais.

Na mesma linha, a *SBAlliance* (fundada em 2008 e da qual participa a Fundação Vanzolini, certificadora AQUA, ao lado organizações europeias de certificação) propõe um *framework* com indicadores comuns (*Core SB*) a fim de fortalecer estruturas nacionais e gerar maior consistência e transparência na comparação e classificação de edificações avaliadas em diferentes países. Esta iniciativa defende a relevância de certificações baseadas numa estrutura principal padrão que remeta a uma linguagem única, alinhada às diferenças regionais, inclusive, por meio da definição de metas locais. Indicadores de desempenho econômico, conforto visual e acústico ainda estão em fase de discussão.

Quando aspectos da sustentabilidade de um edifício são expressos com o auxílio de indicadores, a experiência demonstra que *sistemas de indicadores, isto é*: conjuntos de indicadores organizados numa estrutura lógica, como nos casos do Processo AQUA e do LEEDTM, são mais efetivos do que um indicador individual. De fato, um sistema formado por um grupo principal de indicadores (*core set*) para monitorar questões relevantes em nível internacional e por grupos secundários (que ofereçam informações mais detalhadas sobre as mudanças apontadas pelos indicadores do grupo principal), tem sido a proposta central das iniciativas globais para viabilizar a comparação entre países. Apesar de ainda não haver consenso sobre um conjunto único de indicadores mais apropriado, deve-se ter claro que listas de indicadores internacionalmente relevantes e aceitas são importantes, mas é preciso garantir que cada aspecto comum tenha pesos e importância diferente em cada região ou país.

Neste contexto, o Processo AQUA se alinha ao lema da *SBAlliance* e de seus cooperados - “*toward common metrics for key issues*” – no sentido de buscar métricas comuns para medir aspectos-chave da sustentabilidade em edifícios ao mesmo tempo em que adota critérios de avaliação e metas regionalizados. Ainda, integra-se a uma rede global de certificação de empreendimentos sustentáveis, que envolve diversos países e um grupo de trabalho multidisciplinar que busca uma estrutura analítica central internacional, com critérios

⁶ Segundo a ISO (2006) corresponde ao custo total de um edifício ou suas partes ao longo de seu ciclo de vida, incluindo custos de planejamento, projeto, aquisições, operações, manutenção e disposição final, descontado qualquer valor residual.

específicos por país. Isso permitiria a criação de uma rede de conhecimento e suporte global, pois experiências em diferentes pontos do planeta poderiam alimentar o modelo central para refletir, também, particularidades. Até então, o Processo AQUA priorizou o detalhamento e maior abrangência temática em detrimento de um número conciso de indicadores. O alinhamento do sistema LEED™ às iniciativas internacionais deixa clara sua intenção de limitação do número de créditos para prover informações-chave úteis e efetivas aos atores.

Dentre os indicadores e créditos selecionados pelos sistemas, nota-se que alguns estão alinhados aos adotados internacionalmente, enquanto outros apesar do alinhamento temático, apresentam outra abordagem, seja quanto ao parâmetro avaliado ou quanto à orientação (prescrição de tecnologias e diretrizes em vez de desempenho). Por exemplo, para o tema *Água*, o Processo AQUA adota indicadores para descrever *Soluções economizadoras de água* ou *Medidas adotadas para limitar o uso de água potável (tipo resposta, prescritivos)*, enquanto o LEED™ apresenta créditos para *Redução no uso da água e Tecnologias inovadoras para águas servidas (tipo resposta, desempenho)*, alinhando-se direta ou indiretamente a indicadores sugeridos pela *SBalliance* (vazão ou consumo de água) e *UNEP/SBCI* (água reciclada). Ajustes podem adequá-los, caso a intenção seja a aproximação de métricas padronizadas em nível global e ao relato de desempenho de fato.

Outro exemplo refere-se ao tema *Resíduos*. Ainda que considerado por ambos os sistemas, também é representado com indicadores e créditos com abordagem bastante distinta daquela sugerida pelas iniciativas internacionais. As iniciativas internacionais sugerem o uso de um *indicador de resíduos gerados*, mas os dois sistemas analisados trabalham pelo viés da *Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício* (sendo que o Processo AQUA também trata de resíduos no canteiro de obras). Para o LEED™, apesar de este dado ser necessário no cálculo, o resultado é comunicado através do indicador de resíduo de aterro evitado.

É importante destacar que os indicadores utilizados pelo Processo AQUA, ao estarem atrelados a critérios de avaliação adaptados ao contexto brasileiro, oferecem flexibilidade e aderência suficientes a questões normativas, climáticas, ambientais e culturais nacionais. No entanto, em avaliações em escala nacional, observa-se ainda, em alguns casos, a necessidade de se determinar a variação regional do parâmetro associado ao indicador (*benchmark*) - em função das dimensões continentais do país. A consideração de assimetrias regionais é, portanto, um aspecto a ser aperfeiçoado.

Quanto ao uso do LEED™ para a comparação entre países, esta é bastante difícil, quando não impossível (quando consideramos o *framework* atual), uma vez que desempenhos superiores em alguns países podem ser considerados práticas-padrão em outros, e créditos considerados muito relevantes para se avaliar a sustentabilidade de um edifício nos Estados Unidos podem ser pouco importantes em outros países e regiões. A questão central neste caso versa sobre a seleção de indicadores locais ou universais e sobre a regionalização de pesos (segundo contextos específicos e a escala do impacto) para torná-los mais representativos e úteis em regiões específicas. Espera-se que o LEED™ consiga incorporar tal complexidade (inclusive com questões abordadas no contexto mais amplo da sustentabilidade) e ainda manter-se simples e prático.

Nota-se que, de modo geral, os indicadores e créditos definidos na esfera de avaliação mais restrita (edificações) consideram especificidades relacionadas à escala do edifício, e alinham-se aos indicadores de sustentabilidade definidos por iniciativas em nível mundial. Isso é positivo, pois, o salto de qualidade esperado em relação aos sistemas analisados relaciona-se, sobretudo, ao seu grau de flexibilidade para englobar as várias dimensões da sustentabilidade (e não somente a ambiental) e uma estrutura que permita comparações internacionalmente (o que reforça a tendência de indicadores globais x metas e soluções locais). Portanto, o desenvolvimento e o uso de indicadores de sustentabilidade de edificações, devem, necessariamente identificar o contexto local, os principais usuários e suas prioridades ou exigências.

Categorias de avaliação (alinhamento temático, prioridade para agendas e políticas)

O LEED™ adota uma estrutura temática-padrão que se aproxima da sugerida pela ONU e que é familiar a projetistas e arquitetos, tendo sido aplicada a diversas tipologias e países, ainda que seus componentes sejam definidos com base na realidade e legislação norte americanas. O Processo AQUA adota uma estrutura temática mais detalhada organizada de modo semelhante àquelas recomendadas pela UNCSD e ISO e, ainda que - no caso analisado - uma mesma estrutura seja destinada à certificação de tipologias distintas (escritórios e escolas), há atribuição de critérios de avaliação específicos aos indicadores, quanto à consideração tipológica e ao contexto no qual se inserem as edificações.

A Tabela 7.3⁷ compara as categorias temáticas abordadas por estes sistemas com: **1)** o *framework* adotado pelo CRISP (*Construction and City Related Sustainability Indicators*); **2)** os temas-chave para a construção sustentável propostos pela CIRIA (SILVA, 2007a); **3)** as questões globais prioritárias enumeradas pela *UNEP Sustainable Building and Construction Initiative* (SBCI) (SEO; FOLIENSTE; TUCKER, 2009) e; **4)** as prioridades da agenda de construção sustentável sugeridas por JOHN *et al* (2000) e JOHN, SILVA, AGOPYAN (2001) para o Brasil, o que permite verificar o alinhamento dos sistemas frente a abordagens de relevância nacional e internacional. Ainda, é importante observar que os trabalhos desenvolvidos pela rede CRISP e pelo CIB são referências para a abordagem adotada pela norma ISO (2006) frente a indicadores de sustentabilidade de edificações.

A tabela revela o alinhamento temático entre as iniciativas e os sistemas, mas a comparação direta nem sempre é suficiente e exige uma análise detalhada dos *frameworks* dos sistemas, pois temáticas equivalentes são, por vezes, tratadas sob terminologias distintas ou ainda sob temas genéricos. A tabela foi elaborada para tornar mais claras estas correlações.

Tabela 7.3 – Comparação das estruturas temáticas do LEED™ e do Processo AQUA com temáticas prioritárias listadas pelas principais iniciativas nacionais e internacionais.

Alinhamento temático com iniciativas nacionais e internacionais					
1- CRISP	2- CIRIA	3 - SBCI	4 - AG 21 CS.BR	LEED™	AQUA
DIMENSÃO AMBIENTAL					
Biodiversidade	Proteção e melhoria da biodiversidade	Uso do solo e ecologia	-	1, 2, 3	1, 2, 3
Uso do solo		Energia e emissões GHG	Uso racional de energia	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Energia	Melhoria efic.energética	Água	Uso racional de água	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Recursos naturais (inclui água)	Uso eficiente de recursos	Materiais e uso de recursos	Seleção de materiais ambientalmente saudáveis	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
		Resíduos	Redução de desperdício e gestão de resíduos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
		Reciclagem			
Poluição ambiental (inclui resíduos)		Adaptabilidade	Aumento da durabilidade e planejamento da manutenção		
	Evitar poluição	Emissões para o ar e a água	Qualidade do ar interno Poluição em canteiros e indústrias	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
DIMENSÃO ECONÔMICA					
Serviços urbanos e comunitários	-	-	-	-	-
Desenvolvimento Econômico e finanças	Aumento da produtividade e lucro	Custo de ciclo de vida	-	-	-
Produção e consumo					

⁷ A divisão da tabela em dimensões da sustentabilidade segue o critério adotado pela rede CRISP por ser a iniciativa mais recente e abrangente já concluída a tratar especificamente de indicadores, e adiciona a dimensão *desempenho* proposta pela SBCI dentro de sua abordagem de *Quadruple Bottom line* (ambiental, social, econômica e desempenho), por esta ser, ao lado de outras iniciativas em desenvolvimento, (como a *SBAliance* e a ISO) bastante promissora.

DIMENSÃO SOCIAL					
	Melhoria no produto oferecido/empreendimento	-	Melhoria na qualidade da construção	-	-
Acessibilidade			Agenda social (não detalhada)	-	-
Segurança				-	-
Saúde e conforto				1, 4	1, 4
Bem estar socioeconômico				-	-
Patrimônio cultural				-	-
Responsabilidades comunitárias e capacidade Humana	Relacionamento com comunidades locais			1, 2	2, 4
	Respeito à funcionários			-	-
	Parcerias		-	-	
DIMENSÃO INSTITUCIONAL					
Governança		-		-	-
Justiça					
Ética					
OUTROS					
	Monitoramento e relato de desempenho x metas	Gestão	Gerenciamento e organização de processos	gestão parcial*	2, 3, 4
		Operação	Avaliação ambiental de edifícios e produtos para construção (LCA)		
* O LEED trata a gestão individualmente dentro de temáticas específicas (gestão de resíduos, gestão de qualidade do ar) e não sob uma perspectiva global, por isso é marcado como parcial pelos aspectos de gestão que faltaram (como a gestão do empreendimento como um todo, por exemplo).					

Paralelamente ao trabalho realizado pela CIRIA, que resultou em 10 temas-chave para a construção sustentável, o CRISP desenvolveu indicadores de sustentabilidade para o setor de construção considerando todo o ciclo de vida do empreendimento e defende o uso de uma estrutura comum em nível internacional, com um conjunto único de indicadores que, eventualmente, tenham ponderações diferentes em cada país. Na mesma linha, o SBCI busca estabelecer um consenso acerca de temas centrais relacionados à sustentabilidade de edificações e um *framework* para relato de desempenho de edificações sustentáveis. O notável alinhamento temático dos sistemas analisados às iniciativas da rede CRISP, da CIRIA e da UNEP/SBCI pode sinalizar o início de uma aproximação ainda maior a estas importantes tendências globais e suas propostas.

O Processo AQUA se respalda em instrumentos como agendas nacionais, normatização e legislação não só para a concepção de seu *framework* segundo temáticas relevantes e prioritárias ao contexto brasileiro, mas para o ajuste de critérios de avaliação e metas que reflitam a realidade local mais precisamente e tornem o sistema de avaliação mais significativo e relevante aos usuários potenciais. Enquanto as temáticas principais alinham-se a preocupações globais, questões relacionadas aos materiais de construção, ao consumo de água, de energia (matriz energética) e ao conforto térmico foram adaptadas a fim de refletir a realidade brasileira. Aspectos universais, comuns a outros países, como o conforto visual, olfativo, entre outros, foram mantidos. Este alinhamento seguramente resulta em robustez conceitual e cria condições para ser traduzida por indicadores mais relevantes mas,

por outro lado, demanda que estes apresentem flexibilidade diante das constantes reconsiderações e ajustes necessários, com o surgimento de novas questões ou à medida que respostas da sociedade comecem a surtir efeitos.

O LEEDTM possui uma estrutura mais simples, formatada como uma lista de verificação, fator que não compromete a extensão de sua abordagem, pois, apesar de enxuto, está alinhado às iniciativas internacionais no que diz respeito às temáticas globais principais. Por outro lado, a maioria dos aspectos por ele julgados consideram normas e práticas americanas, por sua vez definidas com base em tradições construtivas, restrições legais e protocolos globais que definem determinadas prioridades e formam um cenário que, em sua essência, pode ser próximo do brasileiro em alguns aspectos (como eficiência no uso de recursos e redução da poluição), mas que, em termos de rigor de metas e da abordagem escolhida para atingi-las tende a ser muito distante da nossa realidade.

Por fim, destaca-se o grande alinhamento de ambos os sistemas - sobretudo nas temáticas ambientais como terreno e entorno, energia, água e resíduos - em relação às principais iniciativas internacionais. No entanto, uma análise mais detalhada revela que o Processo AQUA aborda um maior número de aspectos específicos alinhados com a agenda para a construção sustentável nacional (como questões relacionadas à manutenção e durabilidade; canteiro de obras e melhoria da qualidade do produto), quando comparado ao LEEDTM.

Diante da abordagem proposta pelas principais iniciativas internacionais, o desafio para ambos os sistemas consiste na abordagem de sustentabilidade em suas várias dimensões com um conjunto reduzido de indicadores compreensivos e suficientemente representativos e que sejam fáceis de medir no cotidiano. Talvez a busca por um maior número de indicadores universais (flexíveis a contextos locais, atrelados a *benchmarks* e metas regionalmente adequados), dentro de um *framework* ainda mais alinhado com tais tendências possa ser um passo concreto neste sentido.

Tipologia avaliada

No caso do Processo AQUA, há uma preocupação clara quanto à tipologia avaliada, pois este sistema permite a certificação de duas tipologias simultaneamente (edifícios comerciais e escolares) com o mesmo *framework*. Deste modo, a fim de considerar aspectos relevantes em cada caso, propõe um conjunto de indicadores mais genérico e amplo (para ambas as tipologias) e outro, com critérios de avaliação específicos, destinado a cada tipologia em particular, o que confere maior precisão à análise.

O LEED™, por sua vez, procura tratar cada tipologia individualmente (em geral, cada manual refere-se a uma tipologia em particular). Uma exceção é, exatamente, o sistema analisado. Utilizado para certificar edifícios novos ou com grandes renovações inclui diversas tipologias: edifícios comerciais ou institucionais, hotéis, bem como edifícios residenciais de quatro ou mais pavimentos habitáveis. E apresenta os mesmos créditos para todas elas. Isso é possível, porque considera aspectos mais genéricos da construção em detrimento de questões mais específicas que poderiam tornar o resultado da certificação mais representativo para cada tipologia avaliada ou mesmo alterá-lo. Este aspecto pode distorcer a aderência de avaliação. De fato, o equilíbrio destas forças dinâmicas – incorporar mais rigor e manter a simplicidade e aceitação do mercado – constitui um desafio importante para os desenvolvedores dos sistemas.

7.3 ASPECTOS RELACIONADOS À COLETA DE DADOS

Público-alvo interessado, responsáveis pela coleta de dados e vulnerabilidades

Em geral, os empreendedores e agentes do setor da construção representam tanto o público diretamente interessado na certificação quanto os responsáveis pela coleta de dados sobre o edifício – o que reduz o risco de vulnerabilidades para o levantamento dos dados necessários. Especialmente pelo fato de os dados serem extremamente específicos e, em alguns casos, sigilosos ou estratégicos para o empreendedor ou organização, questiona-se se este fato poderia diminuir a confiabilidade dos dados levantados.

No caso do Processo AQUA, a participação esporádica de um auditor externo para verificar o processo de avaliação parece buscar garantir a confiabilidade do processo. No caso do LEED™, a certificação é conduzida por terceiros por meio de uma organização independente, a *Green Building Certification Institute - GBCI*, que possui equipes com certificação internacional ISO, garantindo a consistência, capacidade e integridade do processo por meio da documentação exigida.

7.4 ASPECTOS RELACIONADOS À ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Sistemas⁸ de pontuação e ponderação (definição de pesos) adotados

Percebe-se que a pontuação mínima que garante elegibilidade a diferentes classes de desempenho em sistemas, em geral, tem sido arbitrárias, validadas empiricamente e

⁸ A ISO (2006) recomenda que metodologias aplicadas para a definição de pontuação ou ponderação sejam documentadas e transparentes.

modificadas nas revisões subseqüentes dos métodos e isto fica explícito em relação ao LEED™. Quanto à ponderação, deve ficar claro que esta afeta os requisitos e critérios de avaliação e não os indicadores diretamente. Pois, ao definir o entendimento e a importância dos requisitos – os indicadores a eles associados terão seus resultados analisados sob diferentes níveis de importância. A questão central neste caso envolve a seleção de indicadores locais ou universais e a customização regional de pesos.

Ainda que o Processo AQUA tenha sido adaptado para considerar questões regionais (e revelar a importância de tais diferenças) ao pontuar e definir critérios de avaliação em diferentes níveis o método de ponderação não é explícito. Já a base metodológica para a ponderação adotada pelo LEED™ (TRACI e NIST) fundamenta a definição de pontos para cada crédito, ainda que a regionalização (frente ao contexto brasileiro) não seja considerada para tais definições.

Definição de benchmarking (níveis de referência) e metas de desempenho

Considerando-se a tendência para o desenvolvimento das metodologias de avaliação de edificações – que consiste na migração do uso de critérios prescritivos para os de desempenho – o papel do *benchmark* ganha importância e sinaliza o grande desafio do acúmulo de dados tratados e estatisticamente representativos para construção de referências de desempenho. Mas, se por um lado *benchmarks* e metas possuem papel fundamental ao contextualizar a avaliação (para a obtenção de resultados mais significativos) e definir a escala de desempenho (estabelecimento de níveis e metas), por outro revelam seu ponto fraco: quaisquer falhas na sua definição afetam diretamente o resultado da avaliação podendo até invalidá-la.

Além de constituir uma área de pesquisa relativamente recente, o ponto crítico quanto ao estabelecimento de *benchmarking* está relacionado a definições de metas e critérios de avaliação locais para indicadores. E, a menos que as metas estabelecidas considerem aspectos de acordo com a escala global, nacional ou local, permanece difícil estabelecer o significado do que é sustentável. A falta de percepção frente a diferentes contextos pode levar ao traçado de metas muito ambiciosas e desestimular mudanças ou metas muito baixas que simplesmente premiam práticas típicas, descaracterizado o resultado obtido por meio dos indicadores. O ideal seria a comparação de indicadores com *benchmarks* explícitos e regionalmente apropriados.

Neste sentido, a certificação AQUA, vinculada ao alcance de metas e à obtenção de um perfil mínimo de desempenho definido frente a cada contexto, demonstra flexibilidade suficiente para refletir diferentes prioridades. Mas não há evidências acerca do acúmulo de dados coletados para o estabelecimento de *benchmarks*. Quanto ao LEEDTM, as revisões do sistema estão claramente associadas ao processo de retro-alimentação por meio dos dados coletados - fator-chave para melhoria de desempenho de edifícios - mas não fica clara em que medida os dados levantados (por meio de certificações em países com realidades radicalmente diferentes) contribuem para retroalimentar revisões numa estrutura única – aplicável a diversos contextos – mas que não considera especificidades ou prioridades regionais.

Cabe lembrar que, mesmo as principais iniciativas internacionais não possuem, até então, uma definição ou consenso acerca de metas ou níveis de referência. Mas certamente, num primeiro momento, os indicadores serviriam ao relato de sustentabilidade e, posteriormente, para o acúmulo de dados e estabelecimento de níveis de referência de desempenho ou até mesmo um índice global realmente representativo.

7.5 ASPECTOS RELACIONADOS À APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Formato e apresentação dos resultados

Indicadores de sustentabilidade que apresentem medidas *absolutas* de desempenho facilitam a comparação internacional de edifícios (tendência global) pois este formato anula a interferência de *benchmarks* e permite comparações diretas entre edifícios *de mesma tipologia*. Ambos os sistemas analisados apresentam os resultados de maneira absoluta: perfil único com a pontuação global (LEEDTM) e perfil de desempenho (Processo AQUA). A classificação relativa, que posiciona o edifício avaliado em relação ao desempenho típico do mercado não é adotada pelos sistemas – talvez para evitar constrangimentos.

Ainda, os agentes interessados nos resultados de uma avaliação podem desejar diferentes níveis de detalhes e diferentes tipos de informação. Portanto, além da clareza e objetividade, o nível de agregação do resultado também é um aspecto crucial. Neste sentido, o Processo AQUA apresenta o perfil de desempenho de cada categoria avaliada para, em seguida, agregá-los num único nível de desempenho final. Isso permite que os resultados obtidos em cada categoria sejam rapidamente interpretados e utilizados na tomada de decisões. O LEEDTM apresenta o número de pontos em relação ao total possível, caracterizando o relato

do desempenho do edifício em relação ao seu desempenho global, ainda que disponibilize a porcentagem de pontos por categoria, revelando uma abordagem também pontual.

7.6 ASPECTOS RELACIONADOS À DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Público-alvo, escala de divulgação e meios de comunicação de resultados

Sistemas de avaliação precisam comunicar a informação de forma clara e simples a seus usuários e ao público em geral. De fato, a comunicação dos resultados por parte dos sistemas analisados se dá de forma eficiente e ágil, especialmente com o uso da internet. No caso do LEEDTM, no entanto, o idioma pode ser um ponto fraco. Além de não disponibilizar materiais traduzidos para o português - o que, por si só, já pode levar a interpretações variadas ou gerar dúvidas em relação aos critérios (especialmente aqueles descritos qualitativamente) e escalas de pontos - também comunica os resultados finais em inglês.

Percebe-se ainda que, em ambos os casos, a escala de divulgação dos resultados é restrita aos agentes diretamente interessados na certificação. A ampla divulgação ocorre somente em casos raros, mediante consentimento dos responsáveis e sem grandes detalhamentos para evitar constrangimentos ou repercussão negativa no mercado. Infelizmente este fato se opõe a uma das principais conseqüências benéficas da certificação que é a possibilidade de comparação entre desempenhos de edificações para o estímulo à práticas mais sustentáveis.

7.7 RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA LEVANTADAS NESTE TRABALHO

É POSSÍVEL IDENTIFICAR QUE OS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO ANALISADOS SEGUIRAM UMA METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS INDICADORES QUE USAM?

O objetivo da análise central deste trabalho era, exatamente, avaliar as estruturas e indicadores/créditos dos sistemas LEEDTM e Processo AQUA quanto à sua aderência às etapas de desenvolvimento de indicadores de edificações para verificar se, de fato, seguiram etapas metodológicas e quais as implicações práticas de seu posicionamento frente aos diferentes aspectos-chave identificados.

Portanto, ainda que a estrutura de certificação do LEEDTM adote *créditos* a partir de listas de verificação (*checklists*) e que o Processo AQUA utilize o termo *indicadores* para, muitas vezes – abordar *diretrizes, sub-temas ou prescrições*, fica claro que ambos tiveram suas estruturas e parâmetros concebidos segundo uma ordem lógica que perpassa pelas etapas metodológicas identificadas (com posicionamentos próprios frente aos diferentes aspectos-chave associados a cada etapa) para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios. Isto era esperado uma vez que, tanto o LEEDTM quanto o Processo AQUA se

caracterizam como sistemas de indicadores. Por outro lado, diversas iniciativas são conduzidas sem o suporte de uma metodologia formalmente explicitada, configurando apenas listagens isoladas de indicadores.

Nota-se o alinhamento (temático e na definição de parâmetros) destes sistemas frente a iniciativas e tendências internacionais, o que é fundamental. Neste aspecto, a grande lacuna estaria associada à tendência de adoção de um *framework* de sustentabilidade unificado com métricas comuns que possam ser utilizadas internacionalmente (e customizadas regionalmente) para monitorar e comparar o desempenho de edificações. Porém, em ambos os casos, o processo de desenvolvimento e aplicação de créditos/indicadores não é totalmente relatado com transparência - uma exigência da norma ISO (2006) - no material para consulta disponível na internet.

CAOS POSITIVO, ISTO GARANTE QUE AS AVALIAÇÕES SERÃO ADEQUADAS?

Definitivamente não. Mais do que a aderência a uma seqüência metodológica consensual e replicável que observe com rigor todas as etapas associadas ao desenvolvimento de indicadores, o desenvolvimento e o uso de indicadores em sistemas de certificação (para comparações nacionais ou globais) de modo eficiente está atrelado ao posicionamento frente a especificidades inerentes à metodologia, apresentadas neste trabalho como aspectos-chave associados à escala do edifício, por exemplo: a orientação do sistema, a regionalização de atributos (critérios de avaliação, metas, níveis de referência), a complexidade da estrutura, dentre tantas outras abordadas ao longo desta análise. São estes aspectos que irão garantir maior ou menor adequação das avaliações frente a diferentes contextos.

Atualmente no Brasil, o sistema de certificação mais difundido é o LEEDTM do *US Green Building Council* (USGBC), introduzido no mercado brasileiro ligeiramente antes do Processo AQUA e, portanto, por algum tempo, o único sistema de certificação disponível nacionalmente. Assim, a entrada do Processo AQUA no mercado estimula reflexões no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de indicadores e à adequação das certificações para que projetistas atinjam maiores níveis de desempenho por meio práticas que trariam maior efetividade para cada edifício especificamente, contribuindo assim, com o aumento do nível do desempenho e sustentabilidade das edificações brasileiras.

QUAIS ASPECTOS AMPLIARIAM A CHANCE DE SUCESSO NO CONTEXTO BRASILEIRO?

A definição de sistemas de indicadores de sustentabilidade de edifícios envolve o relato de sustentabilidade por meio de indicadores compreensíveis e relevantes que descrevam

aspectos e impactos essenciais da edificação em termos ambientais, econômicos e sociais e sua interrelação (ISO, 2006). Portanto, a agenda para a construção sustentável em países em desenvolvimento deve necessariamente **contemplar as várias dimensões da sustentabilidade**, e qualquer iniciativa neste sentido - especialmente no Brasil - deve alinhar-se a esta premissa. Assim, a abordagem da sustentabilidade ainda é uma lacuna para que os sistemas analisados possam ser mais efetivos no contexto nacional e internacional.

Diante da migração de sistemas, acredita-se que aqueles que permitem ao usuário considerar diferentes limites do sistema (escala geográfica ou de impacto) para então adaptá-lo às condições e prioridades regionais são mais interessantes. Destaca-se também que o processo de análise e interpretação de resultados de uma certificação está relacionado de maneira intrínseca ao modo como o sistema se comporta frente a aspectos regionais. Sobretudo, o que dá aderência ao contexto local na interpretação de resultados é o *benchmarking* e a ponderação, sendo que o primeiro está diretamente relacionado aos indicadores.

Frente à seleção de indicadores universais – uma tendência internacional - a **customização regional** para a atribuição de pontos, definição de pesos, metas e critérios deve ser considerada por quaisquer sistemas que busquem resultados consistentes frente ao contexto construtivo da edificação. De fato, um núcleo internacional de indicadores comuns pode ser interessante no desenvolvimento de métodos nacionais, mas deverá ser complementado por categorias cuja importância relativa também deverá ser ajustada à agenda local para refletir prioridades específicas não contempladas por iniciativas estrangeiras.

Quanto à falta de dados para o **estabelecimento de benchmarking** no Brasil, acredita-se que esta pode ser superada por meio do refinamento gradual ou substituição de valores extraídos de literatura e pesquisa ao passo que um número considerável de avaliações e medições produzirem dados através de uma metodologia consensual e replicável. Por isso, é útil que os sistemas de certificação sejam calibrados de acordo com cenários e questões regionais, especialmente frente ao contexto brasileiro, uma vez que dados confiáveis são escassos ou mesmo indisponíveis. Portanto, o relato do desempenho de sustentabilidade de edifícios no Brasil é fundamental para a construção de uma base de dados regionalmente significativa.

Há uma tendência global em direção a **abordagens voltadas para a avaliação do desempenho** independentemente das medidas adotadas e acredita-se que a aproximação a esta tendência pode ser considerada como uma vantagem, pois abordagens prescritivas

podem gerar uma visão limitada quanto a práticas para a construção sustentável quando talvez a exploração e a inovação deveriam ser encorajadas.

De modo geral, o ponto crucial nos trabalhos práticos com indicadores refere-se ao fato de como estes são tratados diante de diferentes públicos, contextos e necessidades. Portanto, dentre os aspectos-chave analisados para o desenvolvimento de indicadores, inúmeros permitem maior adequação contextual do sistema de certificação e, portanto, real contribuição para a melhoria do desempenho das edificações:

- Estrutura analítica equilibrada: amigável e abrangente;
- Desenvolvimento em parceria com as principais partes interessadas;
- Alinhamento a temáticas de relevância global e regional;
- Uso mais amplo de indicadores de sustentabilidade (todas as dimensões) alinhados às iniciativas internacionais a fim de permitir comparações entre países e, por outro lado, flexíveis para refletir prioridades e interesses nacionais;
- Orientação ao desempenho (independentemente da solução adotada);
- Seleção de indicadores adequados à tipologia e fase do ciclo de vida;
- Seleção de indicadores cujos dados sejam possíveis de se coletar;
- Uso de dados nacionais relevantes ou coletados para estabelecimento de base de dados e níveis de referência;
- Regionalização de atributos relacionados aos indicadores e à sua interpretação (pontuação, ponderação, definição de níveis de referência e metas de desempenho) por meio da adaptação ao mercado, práticas e tradições locais;
- Apresentação de resultados com maior rigor científico com: (a) maior uso possível de critérios orientados ao desempenho e; (b) consistência na definição de *benchmarks*, de critério de ponderação e de indicadores de sustentabilidade;
- Resultados expressos de forma absoluta, priorizando comparações locais e globais;
- Disponibilização de informações geradas para orientar a tomada de decisão em diversos níveis.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área científica que envolve métodos e ferramentas para a avaliação de desempenho e certificação de sustentabilidade de edifícios está em plena efervescência e evolução globalmente. E, os sistemas de avaliação e certificação têm cumprido um importante papel de aumentar expectativas quanto ao desempenho de edifícios ao influenciar o setor da construção, conquistando sucesso considerável e disseminando maior consciência ao criar uma massa crítica interessada necessária para consolidar e gerar mudanças positivas.

Apesar de tal sucesso, o número absoluto de edifícios realmente certificados é relativamente baixo (COLE, 2005), inclusive no Brasil. No que diz respeito aos métodos em uso nacionalmente, LEED™ e Processo AQUA, analisados neste trabalho, ainda que se caracterizem como sistemas de indicadores (uma vez que se verificou que seguem etapas metodológicas fundamentais para o desenvolvimento e organização dos créditos e indicadores que usam) estes podem, todavia, melhorar seu potencial em aumentar sua efetividade, especialmente por meio de seu posicionamento frente aos aspectos-chave associados aos créditos e indicadores, sobretudo, quanto à habilidade em refletir preocupações regionais em termos de sustentabilidade e em contribuir para o aumento de certificações, também em relação ao estoque construído no país.

Neste sentido, a economia, os problemas sociais e ambientais do Brasil o diferenciam de outros países e agregam demandas como a redução da pobreza, estabilidade econômica, melhor distribuição de renda e soluções frente ao crescimento não planejado das cidades, entre outros. E, a implementação efetiva de princípios da *construção sustentável* no contexto brasileiro – inclusive a *certificação de edifícios* e o *desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edificações* - envolve o posicionamento destes sistemas, sobretudo, frente a aspectos que incluem:

- *A questão da regionalização: equilíbrio entre qualidade da construção e baixo impacto ambiental considerando prioridades regionais (combate à pobreza e satisfação de necessidades básicas de grande parte da população);*
- *A definição de um conjunto de indicadores universais (globais) complementado por um conjunto de indicadores com relevância local e a orientação ao desempenho;*

- ***O avanço da certificação frente ao estoque construído*** (e também a implementação de estratégias para reconhecer ambos os setores da construção – o formal e o informal) e;
- ***O papel do governo e das políticas públicas***: envolvimento governamental na implementação de políticas e regulamentação para impulsionar a construção sustentável.

A QUESTÃO DA REGIONALIZAÇÃO

Construção sustentável significa *atingir o desempenho requerido por meio do gerenciamento responsável do edifício com base na eficiência de recursos e com o menor prejuízo ecológico possível, considerando aspectos relacionados à qualidade de vida, ao meio ambiente, à igualdade social e questões culturais bem como limitações econômicas para se promover a melhoria social, cultural e econômica em nível local, regional e global*. E, particularmente em países em desenvolvimento, a produção de edifícios tem desdobramentos sociais e econômicos claramente importantes que devem ser considerados.

Percebe-se então, a necessidade de se avaliar não só o desempenho ambiental do edifício, mas, na extensão possível, a sua contribuição para um ambiente construído mais sustentável, através de incorporação de aspectos sócio-econômicos que possam ser relacionados à escala da produção e uso do edifício, especialmente no Brasil. Para tanto, é preciso **(a)** *superar o desafio maior de ampliar o escopo tradicional de avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade de edifícios e (b) demandar métodos adaptados às prioridades, condições e limitações brasileiras*.

Até o momento, o uso de sistemas de certificação no Brasil tem, predominantemente, seguido um modelo *internacional-local* (LEED™ americano e HQE/AQUA francês) em que se nota o apelo mercadológico da questão sustentável como principal motivador. Mais importante do que aplicar um método estrangeiro no contexto brasileiro é desenvolver estruturas compreensíveis que combinem robustez, simplicidade, com indicadores mensuráveis, verificáveis e relatáveis (MRV) e tenham, sobretudo, a habilidade de refletir preocupações e prioridades locais. Isto acarreta consequências imediatas no modo de definição e tratamento dos indicadores.

Portanto, entende-se que a questão da regionalização é um aspecto crucial para o desenvolvimento e uso de indicadores no âmbito de sistemas de certificação – desde a organização temática da estrutura analítica e seleção de indicadores até a definição de metas e níveis de referência. A adequação no desenvolvimento de indicadores para o contexto

brasileiro não é uma tarefa simples. Em geral, revisões e adaptações de sistemas são trabalhosas e se limitam a incrementar questões científicas e a incorporar novas tecnologias ou práticas.

O contexto no qual um sistema de certificação será utilizado é um fator importante para se determinar as adaptações necessárias. No caso de sistemas voltados para a pesquisa, envolvendo coleta e análise de dados de diferentes edifícios e regiões por um pesquisador externo, adaptações podem gerar problemas na interpretação ao passo que a comparabilidade dos dados diminui. No entanto, *se sistemas são utilizados por governos locais, arquitetos, construtores, proprietários de edifícios e institutos financeiros a fim de estabelecer padrões de desempenho em relação à sustentabilidade*, então a adaptação é apropriada e necessária.

Ainda, os métodos de certificação e avaliação da sustentabilidade de edifícios devem, na extensão do possível, procurar fazer a ligação entre a contribuição do edifício para o atendimento de metas setoriais e nacionais mais amplas. A definição de uma agenda setorial brasileira é, portanto, a base inicial para a proposição de uma estrutura de avaliação de sustentabilidade, que compreende a seleção e o desenvolvimento dos indicadores mais coerentes com o contexto e expectativas brasileiros. Enquanto o LEEDTM ainda deixa a desejar quanto à regionalização, percebe-se que passos têm sido dados no sentido de permitir que seja mais abrangente frente a diferentes contextos regionais e locais. Por outro lado, o Processo AQUA já se apresenta adaptado e flexível ao contexto brasileiro.

Ainda, no que diz respeito à regionalização, destaca-se que o uso de *benchmarks* regionais é útil para países com grandes áreas, geográfica e climaticamente complexos e diversificados – como o Brasil – uma vez que permite que os resultados dos indicadores sejam considerados diante das diferenças regionais. O que não tira o mérito nem a importância de comparações internacionais. Neste caso, indicadores globais baseados em medidas absolutas permitiriam aos países comparar seu progresso com as “melhores práticas” observadas mundialmente, o que reforçaria o conceito de indicadores de sustentabilidade. Verifica-se que o Processo AQUA movimenta-se neste sentido.

A transição para um futuro sustentável dependerá da velocidade e da extensão com que os empreendimentos humanos – incluindo a construção de edifícios – considerem os sistemas e processos naturais. Portanto, mais adequado que copiar, traduzir ou simplesmente aplicar um método estrangeiro no contexto brasileiro ou de qualquer outro país, por maior que tenha sido o sucesso obtido em seu país de origem, devem-se considerar os sistemas

naturais/ambientais, ao lado de aspirações sociais e culturais específicas por meio dos indicadores e estruturas que definem os componentes da avaliação uma vez que certos aspectos perdem validade ou, por outro lado, itens nem sempre considerados pelos métodos internacionais são importantes no nosso contexto e devem ser incluídos na avaliação.

INDICADORES UNIVERSAIS (GLOBAIS) X INDICADORES LOCAIS E A ORIENTAÇÃO AO DESEMPENHO

Indicadores são abstrações de modelos e aproximações sobre como o mundo funciona e sobre o que é importante e deve ser monitorado e, por sua vez, são influenciados por aspectos culturais, lingüísticos, climáticos, econômicos, entre outros. Portanto, informações específicas para determinadas realidades e públicos são necessárias, mas também há problemas e metas comuns que podem ser avaliados conjuntamente e combatidos globalmente. Dada esta multiplicidade de perspectivas, uma opção seria compreender a ambigüidade inerente à escolha de modelos para o desenvolvimento de indicadores, pelo reconhecimento e valorização de tal pluralidade.

Muito se discute acerca de uma estrutura internacional universal para sistemas de avaliação e certificação. De fato, ao considerarmos a atual agenda global, representada pela economia globalizada e por ameaças ambientais (como as causadas pelas emissões de gases do efeito estufa) que não respeitam fronteiras, um *framework* comum pode permitir maior compatibilidade entre bases de dados, a identificação de metas para maior desempenho, encorajar melhores práticas, funcionar como referência para o desenvolvimento de sistemas regionais, apontar critérios ou indicadores principais e levantar discussões sobre como refiná-los ou adaptá-los para outros contextos específicos.

De fato, *frameworks* que combinam preocupações de agendas nacionais com outras internacionalmente aceitas tendem a ser mais interessantes. E, especialmente para sistemas em uso em diferentes países, pode ser muito relevante que se apresentem metas flexíveis e definidas pelo contexto de avaliação, enquanto a estrutura analítica, metodologia e terminologia são mantidas uniformes. Porém, para o intercâmbio de informações significativas sobre o desempenho de edifícios entre países, o que em si já é tema para ardente discussão, deve haver uniformidade acerca dos parâmetros de desempenho, inclusive na coleta de dados e fórmula de cálculo dos indicadores. A questão central neste caso versa sobre a seleção de indicadores locais ou universais e sobre a definição regional de pesos (segundo os contextos ambiental, socioeconômico e político-administrativo e a escala do

impacto) por categoria de indicadores, para torná-los mais representativos e úteis em regiões específicas.

Acredita-se que a definição de indicadores globais (como emissão de CO₂) seja útil pela magnitude de seus efeitos e risco a todos os países (portanto, parte da agenda global) e os *benchmarks* e metas a eles atrelados tenham de ser locais. Isto é, sistemas que adotem indicadores globais podem permitir que seus usuários ajustem as definições para aqueles indicadores em função das metas apropriadas à realidade local. No entanto, uma meta de desempenho excepcional fixa permitiria aos edifícios atingir pontuações altas frente às metas locais, enquanto conscientes do progresso necessário para a pontuação máxima no contexto global.

No caso da ponderação de parâmetros para a atribuição de pesos coerentes com prioridades locais, regionais ou projetuais específicas, pode haver pesos fixados para critérios de importância global e certa flexibilidade para o ajuste de pesos de critérios individuais frente à análise dos contextos locais e impactos, especialmente quanto ao número de pessoas afetadas e escala física do impacto. Isto implica que os indicadores relacionados a impactos além do contexto local merecem maior importância e, conseqüentemente, maior peso relativo. Tal ajuste não deveria ser aleatório e, portanto, o próprio sistema de avaliação poderia especificar os indicadores críticos sob a perspectiva global e quais deveriam ser ponderados de acordo com condições locais ou regionais. Por fim, para atender a função de "informar", o mais apropriado seja usar uma combinação de indicadores globais e locais.

No contexto internacional, não há sentido na comparação de indicadores calculados diferentemente. A vantagem de se adotar uma lista de indicadores internacionalmente aceita é óbvia ainda que a importância de cada aspecto comum deva ser ponderada criteriosamente segundo sua relevância para cada região ou país. Portanto, um sistema de avaliação/certificação internacional deve encorajar a regionalização de indicadores (ponderação e adequação de critérios de pontuação). Ainda, se a intenção é a de coletar dados para indicadores desenvolvidos para comparações internacionais, há necessidade de maior organização além de esforços para monitoramento contínuo, análises, harmonização e garantia de qualidade.

○ AVANÇO DA CERTIFICAÇÃO FRENTE AO ESTOQUE CONSTRUÍDO

Reconhece-se que há dificuldade em relacionar, inicialmente, informações obtidas na escala do edifício com o progresso do setor da construção ou do país em quaisquer das dimensões

da sustentabilidade. Defende-se, porém, a validade de se relacionar indicadores relevantes para edifícios que, ainda que não possam ser imediatamente agregados para o relato de uma medida global da sociedade, apontem o caminho para a cooperação no cumprimento de metas e a produção de um ambiente construído pautado por atitudes mais responsáveis, com base na reflexão sobre seus efeitos no longo prazo.

De fato, por meio do desenvolvimento de sistemas de certificação de edifícios tecnicamente consistentes, é possível incentivar outros segmentos da indústria da construção a desenvolver produtos e serviços de maior qualidade ambiental, mas isto deve se estender também ao estoque construído. Pois, hoje, o maior desafio deve-se ao fato de que a proporção de edifícios certificados ainda é muito pequena em relação ao número de edificações existentes. As certificações não são, nem devem ser vistas como panacéia, mas, observadas e guardadas suas limitações, podem ajudar a elevar o patamar de sustentabilidade por meio do reposicionamento do mercado e da atuação pró-ativa do governo.

No Brasil destaca-se a importância de se ter indicadores definidos para a construção segundo a agenda do setor (a exemplo da CIRIA) o que traria maior compreensão e entendimento sobre o cenário nacional. Para que haja uma mudança real no panorama nacional, indicadores devem ser traçados para edifícios novos tanto quanto para os existentes (estoque construído), pois estes últimos escapam da escala de edifícios certificados.

O PAPEL DO GOVERNO E DAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Programas de certificação voluntários estimulam o mercado ao acelerar e aumentar o desempenho de edifícios, ao elevar a conscientização e o critério de seleção dos consumidores e ao estimular os esforços de proprietários e construtores em produzir edifícios ambientalmente avançados. Mas é preciso admitir que indicadores por si só não garantem resultados. Além do desenvolvimento de indicadores está o desafio da ação prática, em que indicadores impulsionam os instrumentos reais de mudança como a criação da consciência política, a definição de políticas e regulamentações, a mobilização de recursos e a avaliação de resultados, entre outros.

Em termos gerais, as agências e órgãos governamentais definem políticas e a estrutura legislativa e fiscal em que as atividades de construção geram a infraestrutura, mas a implementação de estratégias é possível apenas através da adesão massiva do setor. Neste aspecto, apesar de já serem notáveis as mudanças, o cenário brasileiro ainda está distante de

exibir uma estrutura de ação para a sustentabilidade bem definida e organizada, que gere documentos orientativos, regulamentações e estratégias específicas para o setor, especialmente quanto ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas para atender às necessidades básicas de grande parcela da população, que aliem baixo custo a baixo impacto ambiental.

Por isso, diante da ausência de políticas setoriais e públicas, a certificação pode se mostrar insuficiente. Políticas públicas (do setor privado e público) bem como indicadores de desempenho de programas e políticas governamentais iriam ajudar a alavancar a escala de abrangência das certificações – sobre edifícios novos e estoque construído também. Pois novos esforços são esperados com o aumento do rigor na regulação do setor da construção e com a publicação de normas específicas.

O cumprimento de metas sociais depende em grande medida de vontade política, mas também de uma maior aproximação do setor de construção aos agentes sociais interessados. Por isso, empreendedores da indústria da construção precisam de suporte político e de uma estrutura regulatória para avançar e alcançar melhorias efetivas na implementação consistente da construção sustentável de edifícios no Brasil. O envolvimento contínuo e ativo do governo é, portanto, essencial. No Brasil, a construção sustentável de edifícios ainda não é uma prioridade na agenda governamental, mas sem a liderança governamental, problemas como a ausência de regulamentação adequada e a indisponibilidade de financiamento tornam-se dificuldades quase sem alternativas de solução.

8.1 FUTURAS OPORTUNIDADES DE PESQUISA

O trabalho com indicadores é, necessariamente, um processo dinâmico. E, portanto, um trabalho sujeito a freqüentes revisões e atualizações. Entende-se que as dificuldades e lacunas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para edificações devem ser vistos como desafio e motivação para maior dedicação e trabalho nesta área. O desenvolvimento de indicadores é um processo evolutivo, de aprendizado, tentativas, erros e aperfeiçoamento sendo urgente a continuidade do trabalho. Diante de tais constatações, sugerem-se algumas oportunidades de pesquisa envolvendo o tema:

- *Continuidade no processo de desenvolvimento de indicadores, com a definição de conjuntos de indicadores (indicadores-chave nacionais, alinhados às tendências internacionais) conforme abordado neste trabalho;*

- *Extensão deste trabalho com replicação da metodologia – ou refinamento – para aplicação em outras tipologias do ambiente construído ou em outras etapas do ciclo de vida do empreendimento;*
- *Pesquisa dos métodos e informações adequados para avaliar os valores dos indicadores, em especial no caso de assimetrias regionais;*
- *Coleta de informações e uso de métodos relevantes para atribuir valores a um conjunto de indicadores selecionados e a criação de uma base de dados robusta e atualizada para amplo acesso e divulgação de resultados.*

*"The real act of discovery consists not in finding new lands
but in seeing with new eyes".*

Marcel Proust

9 REFERÊNCIAS

- BARATELLA, P.R.M.; SILVA, V. G. **Desenvolvimento de ferramentas de auxílio na redução de impactos ambientais de edifícios: Implementação de interface HTML em simulador on-line e criação de biblioteca de alternativas de projeto e tecnologias disponíveis.** In: XI Congresso Interno de Iniciação Científica da Unicamp. Campinas: 2003.
- BARTELMUS, P. **Towards a framework for indicators of sustainable development.** DESIPA Working Paper Series, n. 7, 1994.
- BOURDEAU, L.; NIBEL, S. CRISP: A European thematic network on construction and city related sustainability indicators. **Final Report, Publishable part.** March 31, 2004 (Extract from Final report - March, 2004). CRISP/T4.9/FINREP4PU/V1/LB-SN 0403310).
- BOURDEAU, L.; HUOVILA, P. CRISP: A Network on construction and City-related Sustainability Indicators. **Summary for Sustainable Building 2002 Conference.** 2002.
- BRUNTLAND, G. H. (Ed.). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development.** Oxford: Oxford University Press, 1987. 398 p.
- COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE - CEPAL. (Ed.). **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas.** Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2001. 117 p. (Serie Manuales 16).
- CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION - CIRIA. **Sustainable construction: company indicators.** CIRIA Report C563 (CIRIA's Project RP609). London: CIRIA/WS Atkins Consultants, 2001.
- COLE, R. J. Lessons learned, future directions and issues for GBC. **Building & Research Information**, 2001. 29: 5, 355-373.
- COLE, R. J. Indicators of progress. **Sustainable Building**, n 4, 2002, 17 p.
- COLE, R. J. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research & Information**, 2005. 33:5, 455-467.
- COLE, R. J. Shared markets: coexisting building environmental assessment methods. **Building Research & Information**, 2005. 34:4, 357-371.
- COLE, R. J.; LARSSON, N. Green building challenge: lessons learned from GBC'98 and GBC2000. In: Sustainable Buildings 2000. **Proceedings...** Maastricht: NOVEM/CIB/GBC, Oct. 22-25 2000. p. 213-215.
- COLE, R. J.; LARSSON, N. Green building challenge: the development of an idea. **Building Research & Information**, 2001. 29:5, p. 336-345.
- CRISP NETWORK. Construction-related sustainability indicators. **CRISP Newsletter**, n. 1, July 2001. 6 p.
- CRISP NETWORK. A European thematic network on construction and city-related sustainability indicators. **Final Report**, V. 1, March, 2004. 22 p.
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS - DEFRA. **Survey of Public Attitudes to Quality of Life and to the Environment - 2001.** London, UK: Oct, 2002. 156 p.

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS: LONDON - DETR. **Building a better quality of life: a strategy for more sustainable construction**. London: Apr. 2000. 33 p.

DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY - DTI. **Energy White Paper: Our energy future - creating a low carbon economy**. UK: February, 2003. 142 p.

DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY - DTI. **Sustainable Construction Brief 2**. HMSO, London: April, 2004.

DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY - DTI. **Review of Sustainable Construction**. HMSO, London: October, 2006.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - EEA. Environmental indicators: typology and overview. **Technical Report**, n.25. Smets, E. & Wetering, R. Copenhagen: 1999. 19 p.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - EEA. EEA Core set of indicators - Guide. **Technical Report**, n.1. Luxembourg: 2005. 38 p.

ELETOBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)**. Disponível em: <<http://www.eletobras.gov.br/ELB/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE - EUROSTAT. . The CSD work programme on indicators of sustainable development. **Working Paper no. 27**. Canada: October, 2001.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Regulamentação do Protocolo de Quioto: Principais Instrumentos**. Brasília: 2002. 356p.

FOWLER, K.M.; RAUCH, E.M. **Sustainable Building Rating Systems Summary**. Pacific Northwest National Laboratory. PNNL – 15858. US Department of Energy. July, 2006.

FUNDAÇÃO VARZOLINI - FCAV. **Referencial técnico de certificação - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA: Escritórios e Edifícios escolares**. 2007. V0.

FUNDAÇÃO VARZOLINI - FCAV. **Referencial técnico de certificação - Edifícios do setor de serviços - Démarche HQE: Hospedagem e serviços**. FCAV/Certivéa, 2008. V0.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBC BRASIL. . **Certificação**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br>>. Acesso em: 20/07/2010.

GUY, G.B.; KIBERT, C. Developing indicators of sustainability: US experience. **Building Research & Information**, 1998. 26:1, 39-45.

HÄKKINEN, T.; HUOVILA, P.; BOURDEAU, L.; NIBEL, S. CRISP NETWORK on Construction and City related Sustainability Indicators: Structuring of indicators and status of work. **In: Sustainable Building 2002 (SB02). Proceedings...** Oslo, 2002. 6p.

HÄKKINEN, T. **City-related Sustainability Indicators (CRISP): State-of-the-art**. 2001. Disponível em: <<http://cic.vtt.fi/eco/crisp/state-of-the-art2.pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2009.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D. e WOODWARD, R. **Environmental Indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. World Resources Institute (WRI). Washington, USA: May, 1995.

HARRIS, D. J. A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials. **Building and Environment**, 34, 1999. 751- 758.

- HORST, S.; TODD, J.A. LEED's next generation – a response. **Building Research & Information**. 1466-4321, 36, 2008. Issue 2. 206 – 207.
- HUOVILA, P. **On the Way towards Sustainable Building**. VTT Building Technology. Finland: November, 1999. 9 p.
- HUOVILA, P. **Towards a Directory of Sustainability Indicators**. Building Sustainable Cities. VTT Building and Transport. Venice: April, 2002. 7 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável Brasil - 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 191p.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (Ed.). Agenda 21 on Sustainable Construction. **CIB Report Publication 237**. Rotterdam: CIB, July 1999.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB; UNITED NATIONS PROGRAMME, INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE – UNEP-ITEC (Eds.). Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: a discussion document. **BOUTEK Report no. Bou/E0204**. Pretoria: CIB/UNEP-IETC. 2002.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB. **CIB News Article**. Information Bulletin. October, 2008.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT - IISD. **Sustainable Development Indicators: Proposals for a way forward**. Prepared for the UN Division for Sustainable Development - UNDSO. New York: December, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Environmental performance evaluation - Guidelines. **ISO 14.031**. Geneva: 1999.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works - Part 1: Buildings. **ISO 21931-1:2010**. Geneva, 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for development of indicators for buildings. **ISO/TS 21929-1:2006**. Geneva, March, 2006.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Sustainability in building construction - General principles. **ISO 15392:2008**. Geneva, April, 2008.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Building construction - Sustainability in building construction - Terminology. **ISO/DTR 21932**. Geneva, 2010. (*em desenvolvimento, data de 09/11/2010*).
- INVESTNEWS – GAZETA MERCANTIL. **InvestNews online**. 10 mar. 2009. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com>>. Acesso em: nov. 2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate Change of Biodiversity. **Technical Report, V**. Geneva: April, 2002. 85 p.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate Change and Water. **Technical Paper, VI**. Secretariat, Geneva: June, 2008. 210 p.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – IISD. **Review Paper on Selected Capital-Based Sustainable Development Indicators Frameworks**. Prepared for the Steering Committee of the Canada National Round Table on the

Environment and Economy, Environment and Sustainable Development Indicators Initiative. Winnipeg: 2000.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT - IISD. **Sustainable Development Indicators: Proposals for a way forward.** Prepared for the UN Division for Sustainable Development - UNDSO. New York: December, 2005.

JOHN, V.M.; AGOPYAN, V.A.; ABIKO, A.K.; PRADO, R.T.A.; GONÇANVES, O.M.; SOUZA, U.E. Agenda 21 for the Brazilian construction industry – a proposal. **In:** Construction and Environment: from theory into practice. **Proceedings.** São Paulo: CIB/PCC - USP, November, 2000.

JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V.A. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. **In:** II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. **Anais.** ANTAC/UFRGS, Canela-RS: 24-27 de abril de 2001. 91-98.

KIBERT, C. Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction. **In:** First International Conference on Sustainable Construction. **Proceedings.** University of Florida, Tampa: 6-9 November, 1994.

LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN - LEED. **LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System.** Disponível em: <<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=5546>>. Acesso em ago. 2010.

LARSSON, N. K.; COLE, R. J. Green Building Challenge: the development of an idea. **Building Research & Information**, 29:5, 2001. 336-345.

MACKAY, D.J.C. **Sustainable Energy – without the hot air.** Cambridge,: 2008. ISBN 978-0-9544529-3-3. Disponível em: <<http://www.withouthotair.com>>. Acesso em: mar. 2008.

MEADOWS, D. **Indicators and informations Systems for Sustainable Development.** RIVM, Netherlands: 1996.

MEADOWS, D. **Indicators and informations Systems for Sustainable Development.** A Report to the Balaton Group. The Sustainability Institute. Hartland: September, 1998.

MILLENIUM DEVELOPMENT GOALS – MDG. **Progress Report 2009.** The second periodic progress report on the millennium development goals in the kyrgyz republic. 2009.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. **Environment Monographs.** n. 83. 1993. 39 p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **OECD Environmental Indicators: Towards Sustainable Development.** Paris: 2001a.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Sustainable Development: Critical Issues.** Paris: 2001b.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. OECD Environmental Indicators: development, measurement and use. **Reference Paper.** 2003. 37 p.

PONCE, A. A. A Review of International Building Environmental Assessment Systems and Standards and the Trend Towards Global Standards. **In:** International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe – Timber Committee. **Proceedings.** Paper BC-9. Geneva: October 11-14, 2010.

- REPPE, P. (Ed.) Environmentally Sustainable Non- Residential Buildings: Sustainability Indicators. **In:** National Sustainable Buildings Workshop, Part I, Oct. 8-9, 1999. **Proceedings...** Center For Sustainable Buildings Report No. CSS99- 08. University of Michigan, Ann Arbor – Michigan. Nov. 1999a. 12 p.
- REPPE, P. (Ed.). Environmentally Sustainable Non- Residential Buildings: Sustainability Obstacles. **In:** National Sustainable Buildings Workshop, Part II, Oct. 8-9, 1999. **Proceedings...** Center For Sustainable Buildings Report No. CSS99-09. University of Michigan, Ann Arbor – Michigan. Nov. 1999b. 8 p.
- REPPE, P. (Ed.). Environmentally Sustainable Non- Residential Buildings: Implementation Strategies. **In:** National Sustainable Buildings Workshop, Part III, Oct. 8-9, 1999. **Proceedings...** Center For Sustainable Buildings Report No. CSS99-10. University of Michigan, Ann Arbor – Michigan. November, 1999c. 10 p.
- REES, W.E. Ecological Footprints And Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out. **Environment and Urbanization**, 4(2), 1992. 120-130.
- SEGNESTAM, L. Indicators of Environmental and Sustainable Development: Theories and Practical Experience. **Environment Department Paper n. 89**. Environmental Economics Series. World Bank, Washington, D.C.: December, 2002. 61 p.
- SELO CASA AZUL CAIXA. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.
- SEO, S.; FOLIENSTE, G.C.; TUCKER, S.N. **Developing a consensus on a global framework and indicators for performance reporting of sustainable building**. UNEP-SBCI. Paris: 2009 (*documento de circulação restrita*).
- SILVA, V.G. **Avaliação do desempenho ambiental de edifícios**. **Revista Qualidade na Construção**. São Paulo: n.25, 2000. 14-22.
- SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2003. 210p.
- SILVA, V. G. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil**. *Ambiente Construído - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. - ANTAC, Porto Alegre: v.7 N1, 2007a. 47-66.
- SILVA, V. G. **Desenvolvimento de base de dados e de indicadores de sustentabilidade de edifícios**. Projeto de pesquisa para candidatura a bolsa de produtividade CNPq. Campinas: Agosto, 2007b.
- SILVA, V.G. **Habitação mais sustentável**. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. São Paulo: 2007c.
- SILVA, V. G.; AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. The role of architectural decision-making process in environmentally responsible buildings. **In:** CIB Symposium on Construction and Environment – Theory into Practice. **Proceedings**. São Paulo: CIB/PCC EPUSP. 23-24 de Novembro de 2000. 8 p.
- SILVA, V.G., ILHA, M.S.O.; SILVA, M.G. Energy efficiency of Brazilian Buildings: State-of-the art, Policy Instruments and Main Recent Achievements. **In:** World SB08 Melbourne. **Proceedings**. Melbourne: September 21-25, 2008.

- SILVA, V.G.; SILVA, M.G. Exploring sustainable construction: implications from Latin America. **Building Research and Information**. v.33, n.5. (Regionalism and Sustainability: Lessons from SB04). Routledge, London: ISSN 0961-3218, July, 2005. 428-440.
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento. **In: II Encontro nacional e I Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Anais. ANTAC/UFRGS, Canela-RS: 24-27 de abril de 2001. 367-373.**
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade.** Ambiente Construído - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. - ANTAC, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003.
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. Environmental assessment of buildings: towards an appropriate approach to Brazilian environmental Agenda. **In: Sustainable Building 2002. Proceedings.** iiSBE/CIB/Bigforsk: Oslo, Norway: 23-25 September, 2002. (Published in CD-Rom).
- SISTEMA DE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SIDS. **Proposta para um SIDS.** Agência Portuguesa do Ambiente. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal: 2000.
- SISTEMA DE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SIDS. Agência Portuguesa do Ambiente. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. ISBN 978-972-8577-40-7. Portugal: dezembro, 2007.
- SUSTAINABLE BUILDING 2002 - SB02. **Proceedings.** iiSBE/CIB/Bigforsk: Oslo, Norway: 23-25 September 2002. (Published in CD-Rom).
- TECHNÊ, REVISTA. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/imprime77941.asp>>. Acesso em: nov. 2009.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION – EPCEU. **DIRECTIVE 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings.** December, 2002.
- TODD, J. A.; GEISSLER, S. *Regional and cultural issues in environmental performance assessment for buildings.* **Building Research & Information.** 27: 4, 1999. 247 - 256.
- TODD, J. A.; CRAWLEY, D.; GEISSLER, S.; GAIL, L. Comparative assessment of environmental performance tools and the role of The Green Building Challenge. **Building Research & Information.** 29: 5, 2001. 324 - 335.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME – UN-HABITAT. **The Habitat Agenda (Agenda Habitat II).** Istanbul: UN-HABITAT, 1996.
- UNITED NATIONS. **Earth Summit Agenda 21.** United Nations Conference on Environment and Development – UNCED. Rio de Janeiro: June, 1992. (versão em português: *Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992 – Rio de Janeiro. Brasília: Senado Federal, 1996. 585 p.*)
- UNITED NATIONS. **Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer.** September, 1987. 42p.
- UNITED NATIONS. **World Population Prospects: The 2004 Revision, Highlights.** New York: February, 2005.

UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – UNDSO. **Report of the Consultative Group to Identify Themes and Core Indicators of Sustainable Development.** New York: March, 2000.

UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT/ DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - DESA. Indicators of sustainable Development: Framework and methodologies. **Background Paper n.3. DESA/DSD/2001/3.** April, 2001. 294 p.

UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT/ DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - DESA. Indicators of sustainable Development: Guidelines and methodologies. **Third Edition.** New York: United Nations, October 2007. 93 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. GEO 2000: Global Environment Outlook. **Millennium Report on the Environment.** London: 1999. 20 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **Sustainable building and construction: facts and figures.** Industry and Environment. April - September, 2003.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP; SUSTAINABLE BUILDINGS & CLIMATE INITIATIVE - SBICI. **Common Carbon Metric: for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations.** Disponível em: <<http://www.unepsbci.org>>. Acesso em: set. 2010.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME - UNDP. **Annual Reports.** New York: UN Development Group, 2005.

UNITED NATIONS STATISTICAL DIVISION - UNSTAT. **A Framework for the Development of Environment Statistics.** 1984.

UNITED NATIONS STATISTICAL DIVISION - UNSTAT. **Activities of the Environment Statistics Section of the United Nations Statistics Division.** Disponível em: <<http://unstats.un.org/UNSTAT/ENVIRONMENT/activities.htm>>. 2002.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **US Green Building Council website.** Disponível em: <<http://www.usgbc.org>>. Acesso em out. 2010.

WALSH, C.J. **European Charter on Sustainable Design & Construction.** Sustainable Design International | Commission of the European Union | International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). Dublin, Ireland: November 1998. Updated in 2000.

WALSH, C. J. Construction Related Sustainability Performance Indicators: theory, methodology & initial application. **Sustainable Design International.** 2002.

WORLD BANK - WB. **Environment Working Paper no 46.** 1991. 2-3.

WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE - SB08. **In: 2008 International Scientific Committee World Sustainable Building Conference. Proceedings.** Volume 1, Melbourne: September, 2008. Available at: <<http://www.sb08melbourne.com>>.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE – WWF. **Living Planet Report.** Switzerland: 2004.