

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANA DIEUZEIDE SANTOS SOUZA

**FERRAMENTA ASUS: PROPOSTA PRELIMINAR
PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE
EDIFÍCIOS BRASILEIROS A PARTIR DA BASE
CONCEITUAL DA SBTOOL**

VITÓRIA

2008

ANA DIEUZEIDE SANTOS SOUZA

FERRAMENTA ASUS: PROPOSTA PRELIMINAR PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS A PARTIR DA BASE CONCEITUAL DA SBTOOL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil.

Orientadoras:

Profª. Drª. Cristina Engel de Alvarez (novembro de 2007 a dezembro de 2008).

Profª. Drª. Maristela Gomes da Silva (março de 2006 a outubro de 2007).

VITÓRIA

2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Souza, Ana Dieuzeide Santos, 1982-

S729f Ferramenta ASUS : proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBTool / Ana Dieuzeide Santos Souza. – 2008.

169 f. : il.

Orientador: Cristina Engel de Alvarez.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Arquitetura sustentável. 2. Avaliação. 3. *SBTool*. I. Alvarez, Cristina Engel de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

**FERRAMENTA ASUS: PROPOSTA PRELIMINAR PARA AVALIAÇÃO DA
SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS A PARTIR DA BASE
CONCEITUAL DA SBTOOL**

ANA DIEUZEIDE SANTOS SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Construção Civil.

Aprovada em 19 / 12 / 2008 por:

Prof^ª. Dr^ª. Cristina Engel de Alvarez
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Orientadora

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Examinador interno

Prof^ª. Dr^ª. Roberta C. Kronka Mülfarth
Universidade de São Paulo (USP)
Examinador Externo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Vitória, dezembro de 2008

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^a Cristina Engel de Alvarez, orientadora e incentivadora;

À Prof^ª. Dr^a. Roberta C. Kronka Mülfarth e ao Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama, meus ilustres examinadores;

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Cypreste Romanelli e Prof. Dr. Rogério Ramos, muito mais que mestres;

À Prof^ª. Dr^a. Jussara Farias Fardin e ao Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves;

À Prof^ª. Dr^a. Maristela Gomes da Silva e à Prof^ª. Dr^a. Vanessa Gomes da Silva;

À sempre atenciosa Andrea Breciani, secretária do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil;

Aos prestativos e pacientes funcionários do TCU-ES;

Ao Arquiteto André Victor de Mendonça Alves;

À acolhedora equipe do LPP-UFES;

Aos Arquitetos, amigos e companheiros de sonhos e anseios, Fernando Boechat Fanticele e Ana Carolina Alves Bernabé;

À Engenheira Civil e Arquiteta, amiga, conselheira, às vezes mãe, companheira de gargalhadas e lágrimas, Edna Gumz;

À minha família, minha base e central de força,

Sem mais palavras, agradeço de forma especial a cada um de vocês, que, à sua maneira, contribuíram para o resultado desse trabalho.

À CAPES, agradeço pela bolsa de estudos concedida.

FERRAMENTA ASUS: PROPOSTA PRELIMINAR PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS A PARTIR DA BASE CONCEITUAL DA SBTOOL

RESUMO

A busca por soluções para a construção civil, alicerçadas nos conceitos de sustentabilidade, tornou-se tema em voga no meio e a avaliação de edifícios é uma questão que tem se consolidado no Brasil. Contudo, ainda se enfrenta, aqui, a carência de um sistema de avaliação que responda às questões próprias do país. Sob esse aspecto, propor a base preliminar de um instrumento para avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil, tomando como partido a base conceitual da ferramenta *SBTool*, é o objetivo principal dessa pesquisa. A esse instrumento experimental proposto denominou-se *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool*.

As etapas consideradas na metodologia adotada foram: revisão bibliográfica (construções mais sustentáveis; sistemas de avaliação de edifícios e normas em geral); aprofundamento do estudo da ferramenta *SBTool* enquanto base conceitual da *Ferramenta ASUS*; estudo de caso no edifício sede do Tribunal de Contas da União do Espírito Santo (TCU-ES), projetado por Lelé, para teste da aplicabilidade da *ASUS*; e avaliação dos resultados.

Como principal resultado, vê-se na proposta da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool* a possibilidade de desenvolvimento de um método de avaliação de edifícios adequado para o Brasil, que permita abranger as diversas questões envolvidas no tema. Apesar de ser apenas uma primeira aproximação e ainda se mostrar necessária a consolidação de dados ainda não disponíveis e parâmetros de referência mais adequados ao Brasil, é possível começar a formar um panorama do estoque construído regional, que servirá de base de referência para as demais construções. Ressalta-se que esses parâmetros, para se tornarem referenciais no processo de avaliação, devem ser constantemente aprimorados visando à contínua melhoria da ferramenta proposta.

Palavras-chave: arquitetura e sustentabilidade, avaliação de desempenho, *SBTool*.

ASUS TOOL: PRELIMINARY PROPOSE FOR SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF BRAZILIAN BUILDINGS FROM THE SBTOOL CONCEPTUAL BASIS

ABSTRACT

The search for civil construction solutions, based on the concepts of sustainability, has become a featured topic in this professional area and the building assessment is an issue that has been consolidated in Brazil. However, here it still faces the lack of an assessment system that responds to the issues of this country. From that point, the main goal of this research is propose the preliminary basis of a sustainability assessment tool for buildings in use in Brazil, starting with the conceptual basis of the SBTool. This proposed experimental instrument was denominated ASUS Tool - Version Zero/SBTool.

The steps considered in the adopted methodology were: literature review (more sustainable constructions, buildings assessment systems and standards in general); study deeper the SBTool as a conceptual basis of the ASUS Tool; case study in the headquarters of the *Tribunal de Contas da União* in Espírito Santo (TCU-ES), designed by Lelé, to test the applicability of ASUS; and assessment of results.

As a main result, the ASUS Tool - Version Zero/SBTool shows the possibility of developing a building assessment method suitable for Brazil, which allows cover the various issues involved on this topic. Although being only a first approximation and still shown the need of a data set consolidation, not yet available, and benchmarks more appropriate to Brazil, it is possible begin to form an overview of the regional built inventory, which will serve as a reference basis for all other constructions. It is emphasized that these parameters, to become benchmarks in the assessment process, should be improved constantly seeking the continuous improvement of the proposed tool.

Keywords: architecture and sustainability, performance assessment, SBTool.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reinterpretações da Agenda 21 no setor da Construção Civil (adaptado de CIB/UNEP-IETC, 2002; SILVA, 2003).	16
Figura 2 - Fluxograma das etapas do trabalho.	22
Figura 3 - Construções de Mesa Verde no deserto do Colorado, Estados Unidos (HAMILTON, 2000; SADURA, 2006).	28
Figura 4 - Edifício Menara Mesiniaga de Ken Yeang na Malásia (RYAN, 2007).	36
Figura 5 - Edifício 30 St Mary Axe, Swiss Re HQ de Norman Foster em Londres (Polack, 2007).	36
Figura 6 - Inserção conceitual da LCA em avaliação da sustentabilidade de edifícios (adaptado de SILVA, 2003, p. 31).	39
Figura 7 - Esquema da obtenção do Índice de Desempenho Ambiental (EPI), utilizado pelo BREEAM (BALDWIN <i>et al.</i> , 1998; SILVA, 2003, p. 42).	42
Figura 8 - Padrões mínimos (número mínimo de créditos a serem alcançados) do BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008, p. 29).	44
Figura 9 - Exemplo da pontuação e cálculo da classificação do BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008, p. 34).	45
Figura 10 - Esquema de certificação ambiental baseada na Eficiência Ambiental do Edifício (BEE) - (JSBC, 2005, p. 225).	56
Figura 11 - Estrutura básica de classificação do <i>Green Star</i> (GBCA, 2005).	59
Figura 12 - Escala de 7 pontos de satisfação da avaliação do CBE (adaptado de HUIZENGA <i>et al.</i> , 2006, p. 393).	69
Figura 13 - Planilha de configurações básicas do arquivo SBT07-A (IISBE, 2007b).	71
Figura 14 - Trecho da planilha WtA do arquivo SBT07-A de ponderação de pesos dos temas e categorias da <i>SBTool</i> (IISBE, 2007b).	72
Figura 15 - Trecho da planilha TrgD do arquivo SBT07-C mostrando os dois tipos de avaliações possíveis (IISBE, 2007d).	74
Figura 16 - Planilha <i>Results</i> do arquivo SBT07-C de apresentação de resultados da <i>SBTool</i> (IISBE, 2007a, p. 12).	75
Figura 17 - Trecho da planilha de avaliação, mostrando a interface da ferramenta, onde se pode observar a entrada de dados iniciais, a escala de desempenho e a estrutura de organização dos critérios de avaliação.	79
Figura 18 - Escala de graduação de desempenho da <i>Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool</i> .	80
Figura 19 - Trecho da planilha de avaliação com destaque para a apresentação dos resultados parciais por parâmetro, por tema e o resultado final.	81
Figura 20 - Trecho da planilha da <i>Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool</i> mostrando o quadro resumo e o resultado gráfico da avaliação (à esquerda, resultados por tema, e à direita, por tema	

ponderado com o resultado final).	82
Figura 21 - Escala de graduação do desempenho da <i>Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool</i> para o resultado final da avaliação do edifício.....	82
Figura 22 - À esquerda, apartamentos para professores da Universidade de Brasília em estrutura pré-moldada de concreto, construído em 1962; e à direita, edifício do Centro de Tecnologia da Rede Sarah Kubitschek (CTRS) em estrutura de aço, em Salvador, BA, construído em 1992 (LATORRACA, 1999, p. 37 e 201).	85
Figura 23 - Exemplos da preocupação com o conforto do usuário (acessibilidade, aproveitamento de iluminação e ventilação naturais, uso de jardins). À esquerda, acesso ao ambulatório do Hospital do Aparelho Locomotor Sarah Kubitschek de Belo Horizonte; e à direita, interior do Hospital Sarah Kubitschek de Brasília (LATORRACA, 1999, p. 211 e 216).....	86
Figura 24 - Vista aérea do TCU-ES (LATORRACA, 1999, p.243).	88
Figura 25 - À esquerda e à direita, hall da recepção no térreo e espaço de articulação com circulação vertical.	88
Figura 26 - (a) Hall de espera; (b) Corredor de acesso às salas; (c) Interior de uma sala de trabalho... ..	89
Figura 27 - Corte esquemático do edifício - destaque para o sistema de iluminação e climatização do edifício (DIAS, 2001, p.57).	90
Figura 28 - À esquerda, vista geral dos componentes metálicos da estrutura do edifício e à direita, detalhe da laje em argamassa armada (DIAS, 2001, p.57/61).....	91
Figura 29 - À esquerda, fase de construção e à direita, o sistema de vedação do auditório concluído (DIAS, 2001, p.64).	91
Figura 30 - Vedação das salas de escritórios em vidro e brises metálicos.	92
Figura 31 - Escala de satisfação do usuário.	95
Figura 32 - Planta esquemática do segundo pavimento com a localização das salas para a realização das medições.....	98
Figura 33 - Planta esquemática de localização dos pontos de medição para avaliação do conforto luminoso.....	99
Figura 34 - Planta esquemática com a localização dos pontos de medição para avaliação do conforto térmico.	101
Figura 35 - Planta esquemática de localização dos pontos de medição do nível de pressão sonora dos ambientes.	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Aplicações de avaliações de edifícios e vantagens oferecidas por sua implementação (SILVA, 2003).....	18
Quadro 2 - Itens para uma ferramenta de auto-avaliação de sustentabilidade para estudantes de arquitetura (EDWARDS, 2004).....	33
Quadro 3 - Ações para obtenção das três dimensões da sustentabilidade na América Latina (CSILLAG; JOHN, 2006).....	34
Quadro 4 - Diretrizes para uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental (MÜLFARTH, 2002).....	37
Quadro 5 – Pesos de cada seção no BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008).	43
Quadro 6 – Referências para classificação no BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008).....	43
Quadro 7 - Créditos e objetivos das categorias de avaliação do LEED-EB (USGBC, 2005a).....	49
Quadro 8 - Níveis de classificação do LEED-EB (USGBC, 2005b).	49
Quadro 9 - Categorias avaliadas na <i>SBTool</i> (versão out. 2007) e ponderação <i>default</i> do sistema, correspondente a avaliação de um edifício em Dorval, Canadá (IISBE, 2007a).	52
Quadro 10 - Conjunto de ferramentas de avaliação que compõem a “Família CASBEE” (JSBC, 2005).	55
Quadro 11 - Estrutura de avaliação do CASBEE (JSBC, 2005; SILVA, 2003).....	57
Quadro 12 - Estrutura de avaliação do <i>Green Star – Office Existing Building EXTENDED PILOT</i>	60
Quadro 13 - Aspectos avaliados pelos métodos estudados.	61
Quadro 14 - Categorias avaliadas pelo Processo AQUA (FCAV, 2007).....	64
Quadro 15 - Arquivos constantes na versão 2007 da <i>SBTool</i> (IISBE, 2007a).....	70
Quadro 16 - Normas ABNT referentes ao conforto ambiental de edifícios.	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APO – Avaliação Pós-Ocupação

AQUA – Alta Qualidade Ambiental.

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers

ASTM – American Society for Testing and Materials

BEE – Eficiência Ambiental do Edifício (a partir da expressão em inglês)

BEPAC – Building Environmental Performance Assessment Criteria

BRE – Building Research Establishment

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

CBE – Center for the Built Environment

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

CSTB ESCALE – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

CTRS – Centro de Tecnologia da Rede Sarah

DOE – U.S. Department of Energy

EPA – U.S. Environmental Protection Agency

EPI – Environmental Performance Index – Índice de Desempenho Ambiental

ESI – Indicadores de sustentabilidade ambiental (a partir da expressão em inglês)

FCAV – Fundação Carlos Alberto Vanzolini

FSC – Forest Stewardship Council

GBC – Green Building Challenge

GBCA – Green Building Council of Australia

HK-BEAM – Hong Kong Building Environmental Assessment Method

HQE – Haute Qualité Environnementale

iisBE – International Initiative for a Sustainable Built Environment

JSBC – Japan Sustainability Building Consortium

LCA – Life-Cycle Analysis – Análise do Ciclo de Vida

LEED® – Leadership in Energy and Environmental Design

PIB – Produto Interno Bruto

QAE – Qualidade Ambiental do Edifício

SBC – Sustainable Building Challenge

SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry

SGE – Sistema de Gestão do Empreendimento

TCU-ES – Tribunal de Contas da União no Espírito Santo

UNEP – United Nations Environment Programme

USGBC – US Green Building Council

WCED – World Commission on Environment and Development

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização da pesquisa	14
1.2	Justificativas	18
1.3	Objetivos	20
1.4	Procedimentos metodológicos da pesquisa	21
1.4.1	Revisão bibliográfica.....	22
1.4.2	Desenvolvimento da Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool	23
1.4.3	Estudo de caso	24
1.4.4	Apresentação e discussão dos resultados.....	25
1.4.5	Avaliação do trabalho	25
1.5	Estrutura do trabalho	25
2	EDIFÍCIOS MAIS SUSTENTÁVEIS	27
3	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE EDIFÍCIOS	38
3.1	Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM).....	41
3.2	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED™)	46
3.3	Sustainable Building Challenge (SBC)	50
3.4	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)	54
3.5	Green Star	58
3.6	Considerações sobre os métodos de avaliação de edifícios	60
3.7	Os sistemas de certificação no Brasil.....	61
3.7.1	LEED®	62
3.7.2	AQUA.....	63
3.8	A perspectiva do usuário – o método de avaliação do CBE.....	65
4	DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA ASUS – VERSÃO ZERO/SBTOOL	70
4.1	Apresentação do método de embasamento – a <i>SBTool</i>	70
4.2	Proposta de uma ferramenta experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil	76
4.2.1	Critérios contemplados, marcas de referência e limites da avaliação	76
4.2.2	Estrutura da avaliação e sistema de pontuação.....	78

4.2.3	Apresentação dos resultados	81
5	ESTUDO DE CASO	83
5.1	A arquitetura de Lelé: aspectos relacionados à construção mais sustentável.....	84
5.2	Descrição e análise preliminar do TCU-ES	86
5.3	Procedimentos metodológicos para avaliação da percepção do usuário	92
5.3.1	Definição da amostra.....	94
5.3.2	Elaboração do questionário de avaliação da percepção do usuário.....	94
5.3.3	Procedimento de aplicação do questionário.....	95
5.4	Procedimentos metodológicos para as medições <i>in situ</i>	95
5.4.1	Conforto luminoso	98
5.4.2	Conforto térmico.....	101
5.4.3	Conforto acústico	102
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	104
6.1	Resultados da avaliação do TCU-ES	104
6.1.1	Seleção do sítio, planejamento e desenvolvimento do empreendimento	104
6.1.2	Consumo de energia e recursos	105
6.1.3	Cargas ambientais.....	107
6.1.4	Qualidade do ambiente interno.....	108
6.1.5	Qualidade dos serviços	109
6.1.6	Aspectos sociais e econômicos.....	110
6.1.7	Aspectos culturais e perceptivos.....	111
6.1.8	Resultado geral da avaliação do TCU-ES	111
6.2	Avaliação da Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool	112
6.2.1	Critérios contemplados, marcas de referência e limites da avaliação	113
6.2.2	Estrutura da avaliação e sistema de pontuação.....	114
6.2.3	Apresentação dos resultados	115
6.2.4	Considerações finais sobre a Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool	115
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
	APÊNDICE A - Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool	127
	APÊNDICE B - Questionário para Orientação das Entrevistas com os Usuários.....	157

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da sustentabilidade de edifícios é um tema que tem se consolidado no Brasil, seguindo uma tendência mundial, e os olhares dos vários agentes da construção civil já são atraídos nessa direção. Entretanto, ainda se enfrenta, aqui, a carência de um sistema de avaliação que responda às questões próprias do país. Em geral, os métodos disponíveis, consagrados internacionalmente, têm origem em países desenvolvidos e já é constatado que não são aplicáveis em realidades distintas às do seu contexto original.

Além disso, por ser ainda iniciante no assunto, já que o investimento nessa área pode ser considerado recente em termos de pesquisa científica, o Brasil também sofre com a falta de um banco de dados consolidado que possa auxiliar no processo de avaliação através de referências nacionais. Sob este aspecto, pesquisas que contribuam para o acúmulo de experiência nacional para o desenvolvimento ou adaptação de um sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios brasileiros se mostram necessárias.

Sobre essa vertente se dirige a pesquisa e neste capítulo são apresentados uma breve contextualização da mesma, as justificativas para a escolha do tema, os objetivos visados e a estrutura de organização do trabalho.

1.1 Contextualização da pesquisa

A discussão sobre o conceito de desenvolvimento sustentável tem início na década de 70 do século passado, impulsionada pela crise do petróleo. A partir daí foi despertada a preocupação pelos impactos causados pelo homem sobre o ambiente, com a concentração dos esforços iniciais na busca por maior eficiência energética de edifícios.

Inicialmente referindo-se apenas às questões ambientais, o conceito evolui e se torna mais abrangente. Em 1987, a *World Commission on Environment and Development* (WCED), também conhecida como Comissão *Brundtland*, define desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento econômico e social para que se atenda às necessidades da atual

geração sem que se comprometa a habilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades (BRUNTLAND, 1987). Esta definição, que se tornou clássica, deixa claro que o conceito de desenvolvimento sustentável engloba não só a dimensão ambiental, mas também as dimensões social e econômica. Estas três questões juntas formam o chamado tripé da sustentabilidade (*triple bottom line*).

A *dimensão ambiental* representa o equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e o usufruto dos seus recursos, de maneira que o planeta possa suportar uma qualidade de vida aceitável. A *dimensão social* diz respeito ao desenvolvimento de sociedades justas que permitam o desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida. Já a *dimensão econômica* requer um sistema econômico que possibilite o acesso a recursos, oportunidades e prosperidade, levando em conta o que é ecologicamente possível e os direitos humanos básicos (CIB/UNEP-IETC, 2002).

Na Convenção-Quadro das nações Unidas sobre Mudança do Clima, mais conhecida no Brasil como ECO'92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a meta de desenvolvimento sustentável recebeu reconhecimento e comprometimento global. Nesta ocasião, foi publicada a Agenda 21, um plano com visão a longo prazo de ação global, com estabelecimento de metas para o século seguinte, visando o equilíbrio das necessidades econômicas e sociais com os recursos naturais do planeta (SILVA, 2003). A partir daí, este plano passou por um processo de re-interpretação pelos diversos setores da sociedade, de acordo com seus contextos específicos. As principais interpretações no setor da construção civil são apresentadas na Figura 1.



Figura 1 - Reinterpretações da Agenda 21 no setor da Construção Civil (adaptado de CIB/UNEP-IETC, 2002; SILVA, 2003).

Na *Agenda 21 on Sustainable Construction*, publicada pelo CIB (1999), os conceitos, aspectos e desafios pertinentes ao desenvolvimento sustentável são detalhados, porém percebe-se que o discurso é voltado essencialmente para a indústria da construção dos países desenvolvidos. Em países em desenvolvimento, as prioridades, objetivos e desafios são outros, relativos às suas realidades econômicas e sócio-culturais específicas. Isso interfere na compreensão e na implementação de estratégias de desenvolvimento e construção sustentáveis e, sob esta ótica, foi desenvolvido um novo documento, a *CIB/UNEP Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*. Este trabalho está voltado especificamente para as condições dos países com economia em transição e foi desenvolvido congregando países da América Latina, Ásia e África (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

O setor da construção civil engloba a atividade humana considerada geradora de maior impacto sobre o meio ambiente, com efeitos, alguns transitórios e outros permanentes, que não são reduzidos na mesma escala com que se desenvolvem os avanços tecnológicos na área (SILVA, 2003). Além dos impactos ambientais, essa atividade possui fundamental papel social, já que por meio dela são construídos os espaços de vivência do ser humano, e econômico, pela grande geração de emprego e participação em parcela significativa do PIB (Produto Interno

Bruto) de vários países, principalmente naqueles em desenvolvimento. Dessa forma, o setor da construção civil se configura, mundialmente, como ponto estratégico de intervenção para se alcançar o desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003).

A “construção mais sustentável” deve, portanto, considerar as três dimensões da questão de forma mais equilibrada possível. Não significa, por conseguinte, alcançar um desempenho ambiental formidável, mas economicamente inviável. Segundo Silva (2003), deve-se buscar o equilíbrio entre a viabilidade econômica, as necessidades humanas e as limitações da natureza, fornecendo mais valor, poluindo menos, usando de forma mais eficiente os recursos naturais e oferecendo ambientes mais duráveis, saudáveis e confortáveis para os usuários.

Entretanto, esse pensamento ainda encontra barreiras no mercado, principalmente pela dificuldade em se estabelecer um *valor ambiental* às edificações. Isso se deve tanto pela visão, em geral, ainda voltada apenas para a questão monetária imediatista, como também pela dificuldade em se determinar efetivamente o que é ser sustentável. Nesse sentido, os sistemas de classificação de desempenho, muitas vezes atrelados a esquemas de certificação, vêm configurando um método eficiente de encorajar e contribuir para a melhoria do desempenho de edifícios, sejam eles novos ou existentes (SILVA, 2003). No Quadro 1 são apresentadas algumas aplicações da avaliação de edifícios e as vantagens oferecidas.

Quadro 1 - Aplicações de avaliações de edifícios e vantagens oferecidas por sua implementação (SILVA, 2003).

Aplicações da avaliação de edifícios (SILVA, 2000)	Vantagens oferecidas
• Instrumentos para divulgação mercadológica; • Suporte à introdução de sistemas de gestão ambiental; • Especificação do desempenho ambiental de edifícios; • Auxílio a projeto; • Estabelecimento de normas de desempenho ambiental; e • Auditorias ambientais.	• Melhoria da imagem/reconhecimento pelo mercado de empresas e profissionais que adotam práticas de projeto e construção mais sustentáveis; • Aquecimento do mercado para edifícios e produtos de construção com melhor desempenho ambiental; • Embasamento da definição e entendimento do que é um edifício mais sustentável; • Acesso facilitado a financiamentos, acesso a novos mercados ou fortalecimento do nicho atual, perspectiva de negócios no longo prazo; • Redução de custos no longo prazo (uso de recursos financeiros e naturais) e maior lucratividade, qualidade do ambiente interno e satisfação dos clientes, redução de riscos (inclusive financeiros); • Estímulo para elevação do nível de desempenho de edifícios novos e existentes; e • Conhecimento do estado atual dos impactos de edifícios e atividades, para identificação de oportunidades e definir metas para melhoria.

1.2 Justificativas

A busca por soluções para a construção civil, alicerçadas nos conceitos de sustentabilidade, tornou-se tema em voga no meio. No entanto, a efetiva “medição” dos resultados propostos em projetos e/ou efetivamente alcançados na operação dos edifícios é ainda uma questão aberta que exige profundos estudos em relação aos métodos de avaliação atualmente propostos. Observa-se, ainda, que tais métodos, consagrados internacionalmente e originários de países desenvolvidos, normalmente não respondem adequadamente à realidade nacional. Diferenças culturais, ambientais, climáticas, sociais e econômicas influenciam significativamente nas prioridades e objetivos da avaliação, entre diferentes países ou mesmo entre diferentes regiões de um mesmo país (SOUZA; SILVA; SILVA, 2007).

O Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance (MILANEZ; MENDONÇA DE SOUZA; MESQUITA, 2001) destaca a importância da medição e verificação do desempenho para que se possa gerenciar o que quer que seja. Assim acontece

quanto ao desempenho sustentável dos edifícios: para se buscar melhorias e o desenvolvimento do tema no país, é necessário conhecer o que se tem construído e as práticas correntes.

Segundo Silva, Silva e Agopyan (2003), um método de avaliação deve ser tecnicamente consistente, viável na prática, rapidamente disseminado e apropriado ao contexto nacional. Para isso precisa ser adaptado a dados nacionais relevantes; adaptado ao mercado, às práticas de construção e às tradições locais; ser desenvolvido em parceria com as principais partes interessadas (empreendedores, projetistas e investidores); e os itens avaliados no método devem ser ponderados a fim de refletir as prioridades e os interesses nacionais. Também é consenso que o mercado brasileiro ainda não está preparado para ser avaliado segundo um método muito sofisticado, visto a carência de dados básicos e valores de referência. É importante que as primeiras experiências sigam modelos mais simplificados, passíveis de serem posteriormente incrementados, segundo uma estratégia gradual de implementação (SILVA; SILVA, 2005).

Sob este aspecto, pesquisas que contribuam para o acúmulo de experiência nacional para o desenvolvimento de um sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios brasileiros se mostram necessárias. Dentre as várias necessidades de pesquisa, destacam-se: coleta e tratamento de dados necessários para a avaliação; identificação dos itens relevantes da agenda ambiental local; análise das dificuldades encontradas na aplicação do método adotado; avaliação de impacto ambiental de edifícios para definição de bases de referência, baseado em método específico e de acordo com a realidade local. Esses são alguns dos aspectos que podem fornecer subsídios para o aprimoramento do Brasil nesse campo (SILVA, 2003).

Sobre essas necessidades, busca-se fundamentar a pesquisa. Dessa forma, optou-se por definir o enfoque da avaliação na etapa de uso/operação dos edifícios, não só por permitir a medição do desempenho dos mesmos na prática, evitando-se depender de simulações, mas, principalmente, por se considerar que a avaliação do estoque construído fornece base para o desenvolvimento de um banco de dados de referência da prática construtiva regional, questão

relevante, já que o país encontra-se em fase de iniciação nesse tema.

O método de avaliação da sustentabilidade de edifícios desenvolvido em consórcio por vários países, o SBC (*Sustainable Building Challenge*), foi selecionado como base para o estudo por ser considerado o mais flexível dentre os sistemas existentes para este fim. Essa escolha se deve, principalmente, pelo fato de sua ferramenta de avaliação, a *SBTool*, ser a única desenvolvida com o objetivo principal de permitir e facilitar sua adaptação a diferentes contextos (SILVA, 2003). Porém, mesmo sendo o mais flexível dentre os métodos existentes, encontra ainda várias dificuldades de aplicação no contexto brasileiro, as quais serão discutidas nesse trabalho.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é propor a base preliminar de um instrumento para avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil. Tomando como partido a ferramenta *SBTool*, busca-se sua simplificação, com o intuito de facilitar aos profissionais a sua aplicação, considerando a realidade do país em relação ao tema. Não se pretende definir uma metodologia de avaliação e certificação, mas sim, propor uma ferramenta ainda experimental que permita uma primeira aproximação e contínuo desenvolvimento do assunto no Brasil. A esse instrumento denominou-se *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool*¹.

Como objetivos específicos para o alcance dos resultados, destacam-se:

- Revisar a literatura disponível referente à conceituação da sustentabilidade de edifícios;
- Reconhecer o panorama geral dos principais métodos existentes de avaliação ambiental de edifícios, levantando suas características de maior relevância;
- Aprofundar o estudo da ferramenta *SBTool*, considerando que os conceitos e a

¹ O nome ASUS é derivado da expressão Avaliação da Sustentabilidade. Essa proposta é considerada como a versão zero, por ser ainda experimental e passível de aprimoramentos, e vem associada ao nome *SBTool* visando destacar que é fundamentalmente baseada nessa ferramenta.

estrutura adotados podem servir para o embasamento da proposta;

- Discutir e testar a possibilidade de contribuição do usuário no processo de avaliação da sustentabilidade de edifícios em operação;
- Desenvolver estudo de caso do edifício sede da Secretaria do Tribunal de Contas da União no Espírito Santo (TCU-ES), projeto de João Filgueiras Lima – Lelé, objetivando não só identificar aspectos positivos e negativos do edifício em relação ao conceito de sustentabilidade de edifícios na etapa de uso/operação, mas, principalmente, testar a aplicabilidade da ferramenta;
- Após o desenvolvimento e teste da proposta da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool*, avaliar sua aplicabilidade, destacando os aspectos positivos e negativos, as dificuldades ainda encontradas, assim como prováveis aspectos a serem aprimorados.

1.4 Procedimentos metodológicos da pesquisa

Os procedimentos adotados para o desenvolvimento de uma proposta preliminar de um instrumento de avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros, a partir da ferramenta *SBTool*, foram organizados de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2, e as etapas são descritas a seguir.

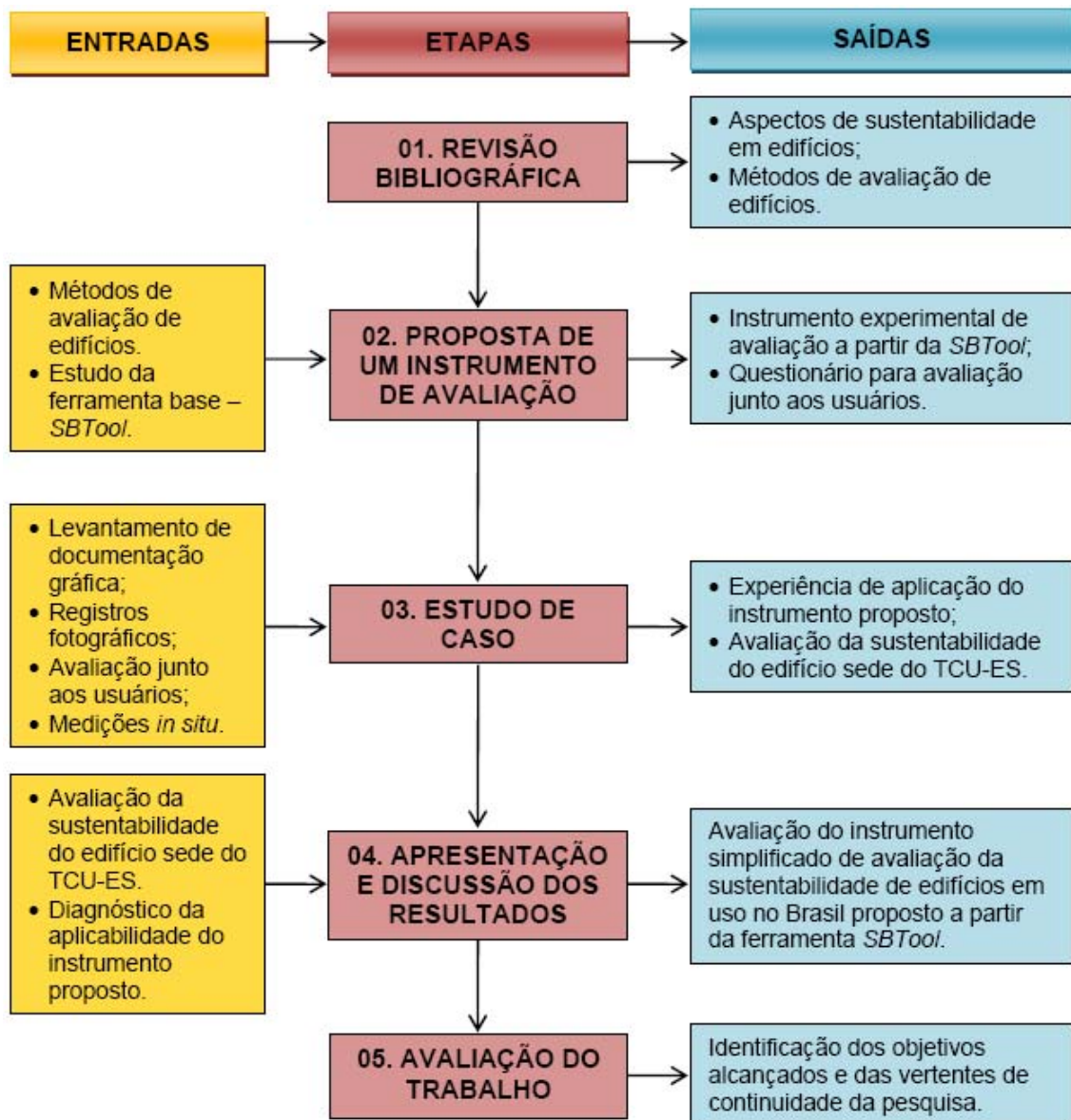


Figura 2 - Fluxograma das etapas do trabalho.

1.4.1 Revisão bibliográfica

Esta etapa é decomposta em duas partes principais: 1. visão geral da evolução do conceito de sustentabilidade de edifícios, buscando-se levantar alguns aspectos pertinentes ao tema; e 2. levantamento dos principais sistemas de avaliação de edifícios destacando, principalmente, como estes abordam a fase de uso/operação.

A revisão foi feita utilizando, basicamente, livros, teses, dissertações e artigos científicos, além de documentos disponíveis nos *sites* oficiais de divulgação dos sistemas de avaliação de edifícios, a saber:

- BREEAM – <http://www.breeam.org/index.jsp>
- LEED – <http://www.usgbc.org/Default.aspx>
- SBTool – <http://www.iisbe.org/>
- CASBEE – <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>
- Green Star – <http://www.gbca.org.au/>
- LEED – Brasil – <http://www.gbcbrazil.org.br/pt/index.php>
- AQUA – <http://www.geaconstruction.com/>

Esta etapa subsidiou, principalmente, a escolha do método de avaliação utilizado como base da pesquisa, e dos critérios considerados na avaliação da perspectiva do usuário.

1.4.2 Desenvolvimento da Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool

O desenvolvimento da proposta também é subdividido em duas etapas principais: 1. o aprofundamento do estudo do método de avaliação que serviu de base para a proposta – a *SBTool*; e 2. a proposta, propriamente dita, de uma ferramenta experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios na etapa de uso no Brasil.

Dentre os métodos levantados a partir da revisão de literatura, foi selecionado como base para o desenvolvimento da proposta o método de avaliação de edifícios desenvolvido em consórcio por vários países, o SBC, por ser considerado o mais flexível e abrangente dentre os sistemas existentes para este fim. Sua ferramenta de avaliação, a *SBTool*, é a única desenvolvida com o objetivo principal de permitir e facilitar sua adaptação a diferentes contextos (SILVA, 2003), mostrando-se, assim, como a ferramenta mais adequada para servir de ponto de partida para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros.

O estudo dessa ferramenta é feito a partir da literatura relativa à mesma, dos documentos disponíveis no *site* do iiSBE (www.iisbe.org), além de testes de aplicação do *software* (IISBE, 2007b; IISBE, 2007c; IISBE, 2007d). Assim, avalia-se a possibilidade de adaptação da ferramenta para o contexto brasileiro, não só em relação às esferas ambiental, econômica e

social, mas também quanto à realidade do país em relação à disponibilidade de dados para utilização no processo de avaliação. Com base nessa análise, desenvolve-se a proposta de um instrumento simplificado de avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil, já que o país ainda não está preparado para ser avaliado a partir de critérios e métodos sofisticados.

1.4.3 Estudo de caso

Esta etapa tem como objetivo testar a aplicabilidade do instrumento proposto na avaliação da sustentabilidade de um edifício brasileiro. Como estudo de caso foi escolhido o edifício sede da Secretaria do Tribunal de Contas da União no Espírito Santo, projetado por João Filgueiras Lima (Lelé), por apresentar, como em várias obras do arquiteto, a aplicação de diversos conceitos pertinentes à sustentabilidade. Alguns aspectos comumente presentes nas obras de Lelé e que também caracterizam esse edifício – por exemplo, a adoção da estrutura pré-fabricada em aço, o uso de sistemas de captação de ventilação e iluminação natural e a possibilidade de flexibilidade de uso do espaço – aparentemente, proporcionam a este edifício específico, o cumprimento satisfatório ao menos da dimensão ambiental da sustentabilidade.

O limite da avaliação foi definido pela etapa de uso/operação por três razões principais: 1. o edifício foi construído em 1998 e muitos dados da fase de construção e planejamento já se perderam; 2. esta etapa é grande responsável pelos impactos ambientais de um edifício, já que, em geral, corresponde à etapa de maior duração do ciclo de vida dos edifícios; e 3. com o edifício já em operação, pode-se medir o seu real desempenho ao invés de se basear apenas em suposições ou simulações, que nem sempre correspondem à realidade. Este fato já é levado em consideração pelos principais métodos de avaliação que seguem uma tendência em desenvolver versões, ou ao menos critérios específicos, para a avaliação desta etapa.

Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do estudo de caso são descritos no capítulo 5 (página 83), assim como uma breve contextualização da obra de Lelé em relação às questões da sustentabilidade de edifícios, e a apresentação do edifício sede do Tribunal de Contas da União no Espírito Santo.

1.4.4 Apresentação e discussão dos resultados

Esta etapa compreende a análise das informações obtidas no estudo de caso, ou seja, não só os resultados da avaliação da sustentabilidade do edifício sede do TCU-ES utilizando a ferramenta proposta, mas, principalmente, o relato das dificuldades encontradas na aplicação da mesma e aspectos de projeção positiva para a possibilidade de sua utilização para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros. Dessa forma, nesse momento tem-se, também, o diagnóstico de possíveis pontos a serem aprimorados na metodologia utilizada para avaliação do edifício.

1.4.5 Avaliação do trabalho

Comentários finais sobre o desempenho da ferramenta experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso, como também sobre a atual possibilidade de adaptação da ferramenta *SBTool* para o desenvolvimento de um método de avaliação da sustentabilidade de edifícios no Brasil, verificando o cumprimento dos objetivos propostos e apontando sugestões para continuidade da pesquisa.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho foi organizado em 7 capítulos, da seguinte forma:

- no **capítulo 1**, faz-se a contextualização da pesquisa e apresentam-se as justificativas, os objetivos, os procedimentos metodológicos da pesquisa, com as etapas de trabalho, e a estrutura do trabalho;
- os **capítulos 2 e 3** destinam-se à revisão bibliográfica sobre os aspectos relativos à construção mais sustentável e sobre alguns métodos existentes de avaliação de edifícios, respectivamente;
- no **capítulo 4**, apresenta-se o desenvolvimento da proposta da ferramenta experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil, passando-se, primeiramente, por um estudo da ferramenta *SBTool*, base conceitual da proposta;

- o **capítulo 5** é destinado à apresentação do estudo de caso e os procedimentos adotados para o seu desenvolvimento;
- no **capítulo 6**, são apresentados e discutidos os resultados da avaliação do edifício sede do TCU-ES e da aplicabilidade da ferramenta proposta; e, por fim,
- no **capítulo 7**, são feitos os comentários finais, avaliando-se os objetivos alcançados com indicativos para a continuidade da pesquisa.

2 EDIFÍCIOS MAIS SUSTENTÁVEIS

Sustentabilidade é um termo que hoje permeia praticamente todos os setores da sociedade em escala internacional, porém sua definição ainda é imprecisa, aberta a diferentes interpretações, às vezes até contraditórias (EDWARDS, 2004). Segundo Mülfarth (2002), esta imprecisão acaba levando à sua banalização, já que, atualmente, este termo se tornou referência para inúmeras áreas, sendo utilizado, igualmente, por inúmeros profissionais, e tendo, assim, seu significado passível de inúmeras interpretações.

No setor da construção civil, vários termos relativos à sustentabilidade foram cunhados, também com a mesma relatividade de significados: edifícios ecológicos, arquitetura bioclimática, edifícios energeticamente eficientes, edifícios ambientalmente corretos, *green buildings*, construção sustentável, entre outros. De diferentes formas, estes termos têm em comum o fato de buscarem definir uma relação mais harmoniosa entre o ambiente construído e o natural, já que ainda não se dispõe de tecnologias que permitam ao homem construir sem causar impactos.

É intrínseco à natureza humana ordenar e modificar o ambiente para atender às suas necessidades e é por meio da arquitetura que o homem cria os espaços de que necessita para se abrigar, proteger, desenvolver suas atividades cotidianas, bem como para estabelecer suas relações sociais.

Segundo Corbella e Yannas (2003), o arquiteto deve criar a modificação desse espaço de forma a satisfazer os desejos do usuário, com base nos conhecimentos da tecnologia da construção e da cultura, estética, ética e história. Dentre estes conhecimentos se incorporam aqueles presentes desde os primórdios da civilização humana, bem antes de se definir a figura do arquiteto, quando o homem construía seus espaços protegidos buscando adaptá-los à topografia, à vegetação, aos calores e frios, construindo um espaço modificado no qual ele encontrasse, sobretudo, conforto.

Um exemplo dessa arquitetura, chamada por Mascaró (1983) de arquitetura espontânea

(autóctone), são as construções do povo de Mesa Verde, no deserto do Colorado, nos Estados Unidos (Figura 3). De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2004), as habitações eram construídas protegidas pelas encostas de pedra de maneira que no verão, quente e seco, elas ficavam sombreadas, e no inverno, com a inclinação mais baixa do sol, eram aquecidas. Além disso, a rocha armazenava esse calor durante o dia e o devolvia às habitações durante a noite.



Figura 3 - Construções de Mesa Verde no deserto do Colorado, Estados Unidos (HAMILTON, 2000; SADURA, 2006).

Esse mesmo princípio orientou a atividade do arquiteto por muito tempo. O arquiteto, que possuía não só a função de criar, mas também de construir os espaços, o fazia de forma a tirar proveito das características desejáveis do clima ao mesmo tempo em que se protegia das indesejáveis (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004). Essa é a base da arquitetura vernacular, que deriva da chamada arquitetura espontânea, típica de cada região. De acordo com Mascaró (1983), as características desta arquitetura são: a compreensão das determinantes climáticas, o bom uso dos recursos materiais disponíveis, a aplicação de critérios econômicos, a sensibilidade para associar causa e efeito e a interpretação de todos esses fatores de acordo com a cultura de cada povo. Pode-se afirmar que esta foi o embrião do que se define, hoje, como uma arquitetura mais sustentável.

A partir do Renascimento o arquiteto começa a se desvincular da construção propriamente dita. Com a especialização das tarefas, destinou-se ao arquiteto a função de criar e ao engenheiro a de construir. Aos poucos os conhecimentos tecnológicos e os humanos foram se desvinculando e a noção de que o homem faz parte do meio ambiente e necessita estar em harmonia com a natureza foi sendo esquecida.

Com a expansão das técnicas construtivas, principalmente após a II Guerra Mundial, e com a abundância de combustível barato, a tecnologia foi suplantando diversos princípios arquitetônicos. Dentre outras, algumas preocupações como conforto térmico, iluminação natural e a interação do edifício com seu entorno, foram sendo esquecidas, ocasionando um grande aumento no consumo de energia para solucionar os problemas trazidos por este tipo de arquitetura (CORBELLA; YANNAS, 2003). Esses problemas também derivaram da adoção de um estilo internacional, sem se levar em conta as características culturais e climáticas do local de destino, gerando verdadeiros “edifícios estufas”, principalmente pelo uso inadequado de fachadas de vidro (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004).

A princípio, o custo da energia necessária para suportar esses edifícios era irrisório e ainda não se tinha consciência do impacto ambiental efetivo da sua geração e consumo. Porém, com a crise de energia, provocada pelo aumento do preço do petróleo em 1973, e com o aumento da população nos centros urbanos na década de 80 do século passado, a situação se agravou e passou a alarmar a sociedade de modo geral. A partir daí se desencadeou o desenvolvimento de várias iniciativas voltadas para a avaliação e maximização da eficiência energética de edifícios (SILVA, 2003).

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2004), eficiência energética é a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia, o que significa, no caso de edifícios, proporcionar as mesmas condições ambientais e de conforto com menor consumo de energia. Esta foi a premissa para o desenvolvimento da arquitetura bioclimática, que busca um melhor desempenho energético por meio da integração com o clima local, visando o conforto ambiental do ser humano e levando em conta sua repercussão no planeta (CORBELLA; YANNAS, 2003).

O objetivo da arquitetura bioclimática é, então, fornecer um ambiente confortável fisicamente, sadio e agradável, em concordância com o clima local, que minimize o consumo de energia convencional demandando a instalação da menor potência elétrica possível, levando, assim, à mínima produção de poluição (CORBELLA; YANNAS, 2003). De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2004), a forma e função arquitetônica, o tipo de fechamento da construção e

o uso de sistemas artificiais de iluminação e condicionamento são alguns dos fatores decisivos em relação ao desempenho energético dos edifícios. Corbella e Yannas (2003) apresentam cinco estratégias principais para se alcançar uma arquitetura bioclimática em clima tropical úmido, como no caso de Vitória-ES:

- Controlar os ganhos de calor;
- Dissipar a energia térmica do interior do edifício;
- Remover a umidade em excesso e promover o movimento de ar;
- Promover o uso de iluminação natural; e
- Controlar o ruído.

Indo mais além do que a preocupação com o consumo de energia, surge a expressão *Green Building*, que engloba as iniciativas preocupadas com a durabilidade das construções, o uso eficiente dos recursos, o conforto e a capacidade de adaptação às mudanças de necessidades do usuário, até o desmonte que permita a reciclagem ou reutilização dos componentes (SILVA, 2003). É importante notar, entretanto, que este termo ainda se refere exclusivamente aos impactos ambientais dos edifícios.

Com a declaração da Comissão de *Brundtland*, em 1987, essa ênfase nos recursos meio-ambientais, principalmente na eficiência energética, foi substituída por uma abordagem mais ampla. Foi declarado que os sistemas econômicos e sociais não podem se desligar da capacidade de carga do meio ambiente; em outras palavras, o desejo de crescimento e bem estar social deve estar em equilíbrio com a necessidade de se preservar os recursos ambientais para as gerações futuras (EDWARDS, 2004). Nisso se baseia a sustentabilidade.

A Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB/UNEP-IETC, 2002) estabelece algumas definições, entre elas:

- Sustentabilidade: condição ou estado capaz de permitir a continuidade da espécie *homo sapiens*, e de prover uma vida segura, saudável e produtiva em harmonia com a natureza e valores culturais e espirituais locais. É o objetivo a ser alcançado.

- Desenvolvimento sustentável: é o tipo de desenvolvimento que se deve seguir para alcançar o estado de sustentabilidade. É um processo contínuo de manutenção de um equilíbrio dinâmico entre as demandas das pessoas por igualdade, prosperidade e qualidade de vida, e o que é ecologicamente possível.
- Construção sustentável: aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável em todo o ciclo da construção desde a extração e beneficiamento dos materiais, passando pelo planejamento, projeto e construção dos edifícios e suas infra-estruturas, até sua demolição e gerenciamento dos resíduos resultantes. É um processo holístico visando restaurar e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído, criando assentamentos que afirmam a dignidade humana e encorajam a igualdade econômica.

Ainda assim, os principais métodos de avaliação de edifícios existentes tratam apenas da dimensão ambiental da sustentabilidade. Segundo Gomes e Silva (2005) pode-se destacar duas razões principais para isso:

- Nos países industrializados o desenvolvimento econômico foi encorajado e acelerado de tal forma que a sociedade desses países alcançou um nível de qualidade de vida e de distribuição de renda sem paralelo em países em desenvolvimento. Entretanto, este desenvolvimento se deu à custa de enormes impactos ambientais não só em seus territórios, mas numa escala global. Dessa forma, a agenda para a sustentabilidade desses países voltou-se, principalmente, para a dimensão ambiental; e
- A diferença contextual sobre o reconhecimento dos direitos alheios existente nos países desenvolvidos. Na prática, isso levou a um alto nível de regulamentações e de democratização na tomada de decisões relativas à produção, manutenção e renovação do ambiente construído urbano.

Em países em desenvolvimento, incluindo a América Latina, ainda se enfrentam problemas massivos de instabilidade econômica, distribuição de renda, crescimento desordenado das cidades e de satisfação de necessidades básicas de grande parte da população. Nesses países não há como colocar o meio ambiente como prioridade nacional, sem se levar em conta, na

mesma medida, os aspectos econômicos e sociais (SILVA; SILVA, 2005).

Segundo as mesmas autoras, a construção sustentável na América Latina vai além do uso de materiais renováveis, eficiência energética e baixo impacto na construção. Devem-se considerar também aspectos como aptidão para o uso, durabilidade e adaptabilidade ao longo do tempo, qualidade do ambiente interno e externo, uso de materiais locais, e desenvolvimento social e econômico, que inclui emprego, erradicação da pobreza, melhor distribuição de renda e promoção da produção regional.

Como alcançar isso na prática, entretanto, ainda é uma questão não definida. Edwards (2004) considera que os arquitetos necessitam de um conjunto simples de ferramentas de avaliação, com base em princípios e valores facilmente compreensíveis, para evitar que sejam superados pela grande quantidade de variáveis que precisam considerar ao projetar. Em uma lista elaborada para estudantes de arquitetura (Quadro 2), esse autor destaca alguns aspectos importantes a serem levados em consideração e sugere que sejam estabelecidos fatores de ponderação para cada critério, de acordo com o contexto em que se aplica.

Percebe-se que, sendo dirigida a estudantes, é uma lista bastante simplificada e que, por fazer parte de uma realidade européia, alguns itens não se enquadram ao contexto brasileiro, como ganho de calor, por exemplo. Além disso, aspectos importantes, como os econômicos, não são abordados, mas ao mesmo tempo, destacam-se aspectos interessantes e fundamentais para a realidade do Brasil, como acessibilidade e saúde.

Quadro 2 - Itens para uma ferramenta de auto-avaliação de sustentabilidade para estudantes de arquitetura (EDWARDS, 2004).

Tema	Aspectos
Energia	Orientação Abrigo Super isolamento Área envidraçada Ganho solar passivo Refrigeração solar passiva Energia renovável Recuperação de calor
Materiais	Minimização de resíduos Proveniência local Reutilização Reciclagem Energia incorporada Manutenção
Recursos (solo)	Área industrial obsoleta Densidade Biomassa
Recursos (água)	Eletrodomésticos de baixo consumo Reciclagem de águas cinzas Recolhimento de águas pluviais
Acessibilidade	Portadores de necessidades especiais Transporte público Bicicletas A pé
Saúde	Materiais naturais Ventilação natural Luz natural Estresse Contato com a natureza

Na análise de 233 projetos inscritos na edição latino-americana do Concurso Holcim para Construção Sustentável, Csillag e John (2006) levantam as ações mais frequentemente abordadas relacionadas à obtenção das três dimensões da sustentabilidade no contexto da América Latina, conforme demonstrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Ações para obtenção das três dimensões da sustentabilidade na América Latina (CSILLAG; JOHN, 2006).

Dimensão ambiental	• Água Permeabilidade do solo; utilização de águas pluviais; limitação do uso de água tratada para irrigação e descarga; redução na geração de esgoto e a demanda de água tratada; introdução de equipamentos economizadores de água; monitoramento do consumo de água. • Energia Otimização do desempenho energético; uso de energia renovável; minimização de ilhas de calor e impacto no microclima; uso de simulações por computador; monitoramento do consumo de energia; estratégias de ventilação natural; conforto térmico. • Seleção de materiais Reuso da edificação; gestão de resíduos da construção; reuso de recursos; conteúdo reciclado; uso de materiais regionais; materiais de rápida renovação; uso de madeira certificada; uso de materiais de baixa emissão. • Redução de perdas na construção • Durabilidade • Impacto ambiental do canteiro • Gestão de resíduos
Dimensão econômica	• Compatibilidade com as demandas e restrições do entorno • Economia de recursos • Proposta de novos modelos de financiamento do empreendimento • Impacto regional • Viabilidade econômica da proposta
Dimensão social	• Formalidade no emprego • Segurança de trabalho • Não discriminação de trabalhadores pelo sexo e outros motivos • Comparação da remuneração em relação a outras atividades econômicas • Adaptação para excepcionais ou idosos • Participação e/ou integração dos agentes envolvidos e dos vizinhos

Os próprios autores concluem que ainda há uma grande deficiência no conhecimento dos profissionais sobre construção sustentável e destacam as seguintes questões para a grande maioria dos projetos:

- Não se considera o ciclo de vida de uma obra como um todo, concentrando-se apenas na fase de concepção do projeto sem se levar em conta aspectos relativos à durabilidade, flexibilidade, manutenção, reuso e reciclagem do edifício/obra;

- As dimensões do tripé da construção sustentável não são consideradas de forma equilibrada, dando-se ênfase ainda à dimensão ambiental; e
- Dentro da fase de concepção, não há a incorporação de soluções intensivas em tecnologia, detendo-se apenas às soluções tradicionais.

Sob este terceiro aspecto, podem-se destacar alguns exemplos de aliança entre alta tecnologia e preocupação ambiental na arquitetura de Ken Yeang e Norman Foster. O primeiro é considerado o precursor em “arranha céus bioclimáticos” com o edifício Menara Mesiniaga, sede da IBM, na Malásia, construído entre 1989 e 1992 (Figura 4). Seu objetivo foi criar um edifício de menor consumo energético, com ambientes de trabalho agradáveis para um clima tropical, além de garantir a imagem desejada para a sede de uma grande empresa. É certo que a viabilidade econômica de um arranha céu desse tipo é discutível, mas estão presentes nesse edifício aspectos como: iluminação e ventilação naturais aprimoradas por jardins suspensos que criam, também, espaços aprazíveis conectados às salas de trabalho; proteção das áreas mais ensolaradas da fachada para evitar o ganho indevido de calor; previsão para instalação de painéis de captação solar na cobertura; e uso de sistemas mecânicos de baixo consumo energético (PANK; GIRARDET; COX, 2002).

Da mesma forma que Yeang, Norman Foster tira partido da forma cilíndrica e busca aproveitar os benefícios oferecidos para a iluminação e a ventilação naturais, no edifício 30 St Mary Axe, Swiss Re HQ, construído em Londres, de 1997 a 2004 (Figura 5). O desenho aerodinâmico gera, ainda, impactos positivos para a estrutura do edifício e para o conforto dos pedestres no nível da rua (PANK; GIRARDET; COX, 2002). De acordo com o arquiteto, esse edifício, onde se espera consumir aproximadamente metade do usado em edifícios condicionados artificialmente, incorpora valores buscados por mais de trinta anos pela equipe: humanização de espaços de trabalhos, conservação de energia, democratização da forma como as pessoas se comunicam no edifício, e a maneira como o edifício se relaciona com o ambiente urbano (Disponível em: <<http://www.fosterandpartners.com/Projects/1004/Default.aspx>>. Acesso em: 20 mai. 2007).



Figura 4 - Edifício Menara Mesiniaga de Ken Yeang na Malásia (RYAN, 2007).



Figura 5 - Edifício 30 St Mary Axe, Swiss Re HQ de Norman Foster em Londres (Polack, 2007).

Uma outra abordagem, essa para o contexto do Brasil, é feita por Mülfarth (2002), que desenvolve uma proposta de diretrizes para uma *Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental* (Quadro 4). Dentre os aspectos humanos são considerados o bem estar social, cultural e econômico, e dentre os ambientais, a busca de maior integração entre o homem e o meio ambiente. A abordagem de Mülfarth é bastante abrangente e torna possível englobar os principais aspectos da sustentabilidade na construção de edifícios.

Quadro 4 - Diretrizes para uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental (MÜLFARTH, 2002).

Princípios básicos	• Incorporar em todas as fases do ciclo de vida da edificação as prioridades de sustentabilidade como requisito básico (reuso, reciclagem, durabilidade, flexibilidade, minimização das perdas); • Responsabilidade social e ambiental; • Eficiência na utilização dos recursos disponíveis; • Adoção de soluções flexíveis para a aplicação de novas tecnologias de baixo impacto humano e ambiental; • Sensibilidade cultural e comunitária; • Integração de empreendimentos imobiliários com Ecologia.
Aspectos	
Humano	• Garantia de conforto aos usuários (térmico; acústico, acessibilidade, ergonomia, visual, olfativo); • Promover a valorização da comunidade envolvida (geração de empregos, espaços públicos, valores culturais locais); • Promover meios de informação visando uma maior compreensão das questões sociais, econômicas, ambientais e de sustentabilidade local e global aos usuários; • Evitar segregação econômica, racial, cultural ou de qualquer outra espécie.
Entorno	• Participação no processo de escolha da área, garantindo as exigências de sustentabilidade e controle do impacto ambiental; • Diminuir os impactos do empreendimento na área do entorno e de construção da edificação; • Diminuir os impactos e as alterações na vizinhança (ventilação, insolação, ruído); • Aproveitar os recursos naturais locais com a diminuição do impacto na infra-estrutura local.
Materiais construtivos	• Prevenção da poluição (água, ar e solo) em todas as fases do ciclo de vida do material construtivo; • Escolher materiais com extensa vida útil e fácil manutenção; • Escolher materiais que possam ser reutilizados e/ou reciclados; • Escolher materiais construtivos provenientes da localidade, com baixa energia embutida; • Balancear as variáveis ambientais e econômicas na escolha dos materiais construtivos; • Diminuir o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida dos materiais construtivos, observando as fases de: extração da matéria prima, fabricação, transporte, construção, manutenção, reutilização, reciclagem; • Escolher materiais construtivos com baixo grau de toxicidade em todas as fases do ciclo de vida; • Avaliar o tipo de mão de obra empregada para fabricação do material construtivo em questão, evitando aspectos de exploração (social e infantil).
Edificação	• Procurar revitalizar e reutilizar edifícios antigos; • Adequar o local ao sistema/processo construtivo; • Propiciar flexibilidade e adaptabilidade aos espaços; • Promover a utilização racional dos recursos disponíveis (terreno, água, iluminação natural, ventilação, permacultura, etc.); • Utilizar fontes de energia adequadas; • Gerenciar os subprodutos da operação do edifício (resíduos sólidos, água, esgoto) no próprio local.

3 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE EDIFÍCIOS

A avaliação ambiental de edifícios, segundo Silva (2000; 2003), foi impulsionada por dois fatores principais: 1. a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de construção ecológica não sabiam como verificar o real desempenho ambiental de seus edifícios “ecológicos”, comprovando, mais tarde, que alguns consumiam mais energia do que aqueles resultantes de práticas de projeto tradicionais; e 2. a percepção, por pesquisadores e agências governamentais, de que a classificação de desempenho junto a esquemas de certificação pode configurar um dos meios mais eficientes de se melhorar o desempenho ambiental dos edifícios, sejam eles novos ou existentes.

Os principais estudos e métodos para avaliação ambiental de edifícios, em geral, partiram dos sistemas de avaliação de impactos ambientais de processos ou produtos industriais, que utilizam internacionalmente para este fim a metodologia da Análise do Ciclo de Vida - LCA (*Life-Cycle Analysis*). Originalmente a LCA foi definida como sendo um processo de avaliação que abrange todo o ciclo de vida de um produto, processo ou atividade, desde a extração e o processamento de matérias primas; manufatura, transporte e distribuição; uso, reuso, manutenção; até a reciclagem e disposição final, e inclui: a avaliação dos impactos ambientais desse produto, processo ou atividade, identificando e quantificando os usos de energia e matéria e as emissões ambientais; a avaliação do impacto ambiental desses usos de energia e matéria e das emissões; e a identificação e avaliação das possibilidades de melhorias ambientais (SETAC, 1991).

Segundo esta definição, constata-se que a LCA entende que todos os estágios de produção geram impactos e devem ser analisados, o que às vezes pode se tornar demasiadamente complexo e ser uma limitação para seu emprego. Este seria o caso, por exemplo, da sua utilização para a avaliação de impactos de edifícios, que envolve uma diversidade de produtos, processos e agentes. Outra deficiência, em se tratando do setor da construção, é que a LCA aborda apenas parte dos impactos ambientais de um edifício, não tratando também dos impactos econômicos e sociais, como ilustra a Figura 6.



Figura 6 - Inserção conceitual da LCA em avaliação da sustentabilidade de edifícios (adaptado de SILVA, 2003, p. 31).

Entretanto, apesar das dificuldades apresentadas, os conceitos da LCA possibilitam uma abordagem mais científica aos métodos de avaliação ambiental de edifícios, que tentam, de alguma maneira, incorporá-los em sua estrutura. Foi assim com os métodos que surgiram na década de 90 do século passado na Europa, nos EUA e Canadá, ao construírem suas bases conceituais. Estes métodos de avaliação se configuravam como parte das estratégias para alcançar as metas ambientais locais estabelecidas a partir da ECO'92 e tinham o objetivo de incentivar a demanda do mercado por níveis melhores de desempenho ambiental. Com este propósito, as avaliações podiam ser mais detalhadas, quando se pretendia diagnosticar eventuais necessidades de intervenção no estoque construído, ou mais simplificadas, quando serviam para orientação de projetistas ou para atribuição de selos ambientais de edifícios (SILVA, 2000).

Segundo Silva (2003), apesar de não existir uma classificação formal, os métodos de avaliação ambiental disponíveis podem ser divididos em duas categorias. No primeiro grupo estão aqueles orientados por mecanismos de mercado, desenvolvidos para serem facilmente apreendidos por projetistas e pelo mercado em geral. Geralmente, estes esquemas possuem uma estrutura mais simples, muitas vezes na forma de listas de verificação (tipo *checklists*), e estão atrelados a algum tipo de certificação ambiental. Neste grupo se enquadram o

BREEAM², HK-BEAM³, LEED^{®4}, CSTB ESCALE⁵, CASBEE⁶. No segundo grupo estão os orientados à pesquisa, como o BEPAC⁷ e seu sucessor, o GBC⁸. Estes esquemas estão centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica para orientar o desenvolvimento de novos métodos.

Uma extensa revisão de literatura sobre as principais características do BREEAM, LEED, GBC (hoje denominado SBC), CASBEE e BEPAC já foi apresentada por Silva (2003). Neste trabalho, são feitas algumas análises sobre os quatro primeiros sistemas de avaliação citados e sobre o *Green Star*, da Austrália, lançado mais recentemente e que une aspectos do BREEAM e do LEED. Estes cinco sistemas foram escolhidos para a discussão por permitirem a avaliação de edifícios existentes, que é o caso do estudo, e por serem de fácil acesso e entendimento quanto ao idioma. O BEPAC não é apresentado aqui por este método ser o embrião do GBC e, sendo assim, considerou-se que a apresentação do segundo método, que já está bem desenvolvido e difundido, é suficiente.

A abordagem é feita de maneira a fornecer um panorama geral dos métodos, com suas estruturas básicas, e ainda destacar como esses métodos avaliam a fase de uso/operação dos edifícios.

Após a análise desses métodos, é feita uma breve revisão sobre os sistemas de certificação em lançamento no Brasil, sendo esses o LEED[®], em processo de adaptação à realidade brasileira, e

² BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method.

³ HK-BEAM - Hong Kong Building Environmental Assessment Method.

⁴ LEED[®] - Leadership in Energy and Environmental Design.

⁵ CSTB ESCALE - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

⁶ CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency.

⁷ BEPAC - Building Environmental Performance Assessment Criteria.

⁸ GBC - Green Building Challenge - que passa a ser denominado, a partir de 2007, de SBC (Sustainable Building Challenge).

o AQUA⁹, lançado em abril de 2008, uma adaptação do método francês HQE¹⁰.

No último item deste capítulo é feita uma abordagem sobre avaliações de edifícios a partir da perspectiva do usuário, tratadas, geralmente, em métodos de Avaliação Pós-Ocupação (APO).

3.1 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)

O primeiro e mais conhecido dos métodos de avaliação é o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM). Lançado no Reino Unido em 1990, este método, orientado ao mercado, atribui certificação de desempenho direcionada ao *marketing* de edifícios e, por consequência, de projetistas e empreendedores (BALDWIN *et al.*, 1998). Foi a base para os diversos métodos orientados ao mercado que surgiram posteriormente, como o *HK-Beam* e o *Green Star*. Atualmente, existem, no Reino Unido, 115.000 edifícios certificados pelo BREEAM e mais de 700.000 registrados aguardando a certificação (BRE GLOBAL, 2008).

Segundo Baldwin e outros (1998) e BRE Global (2008), o BREEAM tem como metas: minimizar os efeitos adversos de edifícios sobre o ambiente, promovendo, também, um ambiente interno saudável e confortável; permitir aos edifícios serem reconhecidos por seus benefícios ambientais; prover uma etiquetagem ambiental confiável para edifícios; e estimular a demanda por edifícios sustentáveis. De acordo com os mesmos autores, seus objetivos específicos são:

- Destacar edifícios de menor impacto ambiental no mercado;
- Encorajar práticas ambientais de excelência em projeto, operação, gerência e manutenção de edifícios, assegurando que as melhores práticas sejam incorporadas a eles;

⁹ AQUA – Alta Qualidade Ambiental.

¹⁰ HQE – Haute Qualité Environnementale.

- Estabelecer critérios e padrões além daqueles requeridos por leis e regulamentações, desafiando o mercado a fornecer soluções inovadoras que minimizem o impacto ambiental de edifícios;
- Conscientizar proprietários, ocupantes, projetistas e operadores sobre os benefícios de edifícios com impacto ambiental reduzido; e
- Permitir que organizações demonstrem progresso rumo à incorporação de objetivos ambientais.

Sua estrutura é na forma de lista de verificação (tipo *checklist*), por meio da qual o atendimento a itens de desempenho, projeto e operação é verificado, atribuindo-se créditos ambientais a eles. Na versão do BREEAM 98, esses créditos eram ponderados gerando um Índice de Desempenho Ambiental (EPI, da expressão em inglês *Environmental Performance Index*) que habilitava, ou não, à certificação em uma das classes de desempenho do BREEAM, permitindo comparação entre os edifícios certificados pelo sistema. O critério de ponderação utilizado é resultado de trabalho conduzido em paralelo pelo BRE (SILVA, 2003). A Figura 7 apresenta as 9 categorias dentro das quais se distribuem os créditos ambientais e um esquema de como se chega ao EPI.

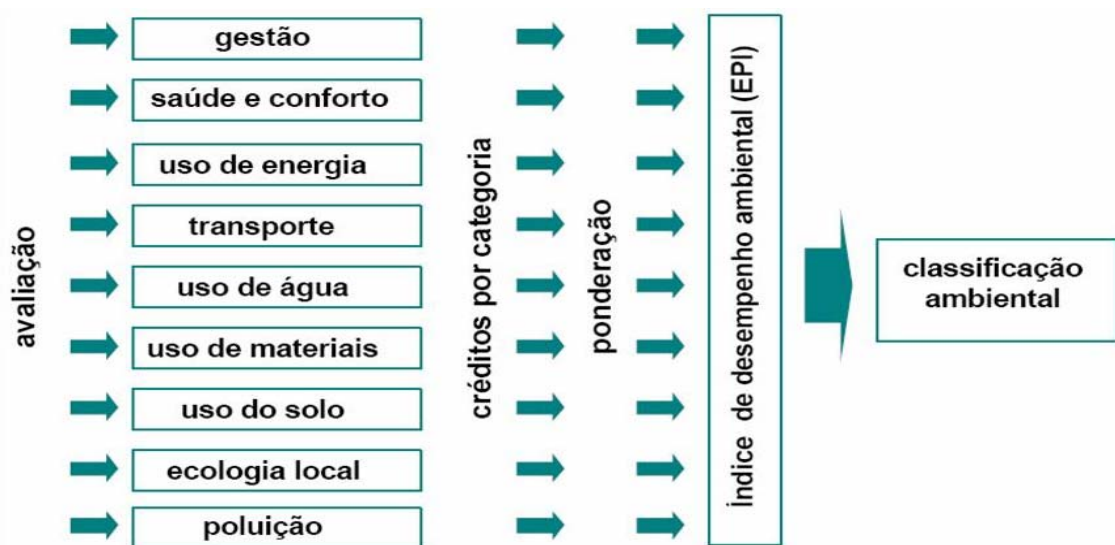


Figura 7 - Esquema da obtenção do Índice de Desempenho Ambiental (EPI), utilizado pelo BREEAM (BALDWIN *et al.*, 1998; SILVA, 2003, p. 42).

Na versão BREEAM 2008, o processo de classificação sofreu algumas mudanças, e passa a cumprir as seguintes etapas (BRE GLOBAL, 2008):

- Para cada categoria, chamada agora de seção, o número de créditos concedidos deve ser determinado por um assessor BREEAM, de acordo com os requerimentos detalhados nas seções técnicas do manual do método;
- A porcentagem de créditos alcançados é calculada para cada seção;
- A porcentagem de créditos alcançados é então multiplicada pelo peso correspondente de cada seção (de acordo com o Quadro 5), obtendo-se a pontuação de cada uma;

Quadro 5 – Pesos de cada seção no BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008).

Seções BREEAM 2008	Peso (%) – para edifícios novos, ampliações ou reformas significativas
Gestão	12
Saúde e conforto	15
Energia	19
Transporte	8
Água	6
Materiais	12,5
Resíduos	7,5
Uso do solo e ecologia	10
Poluição	10

- As pontuações das seções são somadas para se obter a pontuação total do BREEAM. Essa pontuação é comparada às referências dadas no Quadro 6 e, desde que todos os padrões mínimos sejam cumpridos (conforme apresentado na Figura 8), obtém-se a classificação BREEAM;

Quadro 6 – Referências para classificação no BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008).

Pontuação (%)	Classificação BREEAM
< 30	Não Classificado
≥30	Aprovado
≥45	Bom
≥55	Muito bom
≥70	Excelente
≥85	Extraordinário

BREEAM issue	BREEAM Rating / Minimum number of credits				
	PASS	GOOD	VERY GOOD	EXCELLENT	OUTSTANDING
Man 1 - Commissioning	1	1	1	1	2
Man 2 - Considerate Constructors				1	2
Man 4 - Building user guide				1	1
Man 9 - Publication of building information (BREEAM Education only)					1
Man 10 - Development as a learning resource (BREEAM Education only)					1
Hea 4 - High frequency lighting	1	1	1	1	1
Hea 12 - Microbial contamination	1	1	1	1	1
Ene 1 - Reduction of CO ₂ emissions				6	10
Ene 2 - Sub-metering of substantial energy uses			1	1	1
Ene 5 - Low or zero carbon technologies				1	1
Wat 1 - Water consumption		1	1	1	2
Wat 2 - Water meter		1	1	1	1
Wst 3 - Storage of recyclable waste				1	1
LE 4 - Mitigating ecological impact			1	1	1

Figura 8 – Padrões mínimos (número mínimo de créditos a serem alcançados) do BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008, p. 29).

- Ainda, para cada crédito de inovação alcançado, pode-se adicionar 1% à pontuação total do BREEAM (até um máximo de 10%). Existem duas maneiras de se conseguir um crédito de inovação: 1. alcançando os requerimentos de desempenho exemplares para critérios existentes do BREEAM; ou 2. tendo alguma característica, sistema ou processo do edifício reconhecidos como inovadores, junto ao BRE Global.

Na Figura 9 pode-se ver um exemplo da pontuação do BREEAM e o cálculo da classificação.

BREEAM Section	Credits Achieved	Credits Available	% of Credits Achieved	Section Weighting	Section score
Management	7	10	70%	0.12	8.40%
Health & Wellbeing	11	14	79%	0.15	11.79%
Energy	10	21	48%	0.19	9.05%
Transport	5	10	50%	0.08	4.00%
Water	4	6	67%	0.06	4.00%
Materials	6	12	50%	0.125	6.25%
Waste	3	7	43%	0.075	3.21%
Land Use & Ecology	4	10	40%	0.10	4.00%
Pollution	5	12	42%	0.10	4.17%
Total Score				54.87%	
Innovation credits achieved				1	
FINAL BREEAM Score				55.87%	
BREEAM Rating				VERY GOOD	
Minimum Standards for BREEAM 'Very Good' rating					Achieved?
Man 1 - Commissioning					✓
Hea 4 - High frequency lighting					✓
Hea 12 - Microbial contamination					✓
Ene 2 Sub-metering of substantial energy uses					✓
Wat 1 - Water consumption					✓
Wat 2 - Water meter					✓
LE 4 - Mitigating ecological impact					✓

Figura 9 – Exemplo da pontuação e cálculo da classificação do BREEAM 2008 (BRE GLOBAL, 2008, p. 34).

Uma característica importante deste sistema é que desde sua versão original permite-se diferenciar a avaliação para edifícios novos ou edifícios existentes. Na versão do BREEAM 98 há um conjunto básico de critérios de desempenho do edifício que é avaliado em todos os casos, e incluem-se os blocos *Projeto e Execução* e *Operação e Gestão* quando se avalia, respectivamente, um edifício novo ou um edifício em uso, com questões peculiares de cada situação (SILVA, 2003).

Na versão BREEAM 2008, são considerados dois estágios de avaliação, sendo eles: 1. Fase de

projeto (DS – Design Stage), que conduz a um Certificado BREEAM Provisório; e 2. Fase Pós-Construção (PCS – Post-Construction Stage), na qual é possível chegar ao Certificado BREEAM Final, podendo ser realizada tanto como uma revisão da avaliação provisória da fase de projeto, como uma avaliação completa de um edifício já construído que deseja obter sua classificação. Além disso, ainda podem ser consideradas as seguintes situações: edifícios novos como um todo; reformas significativas de edifícios existentes; ampliações de edifícios existentes; uma combinação de um novo edifício com a reforma de um edifício existente; uma nova construção ou reforma como parte de um edifício maior de uso misto; ou a adequação de um edifício existente (BRE GLOBAL, 2008).

Quanto aos tipos de uso de edifícios, existem versões específicas para edifícios de escritórios (*Offices*), de saúde (*Healthcare*), residenciais (*Code for Sustainable Homes*, *Ecohomes*, *EcohomesXB*, *Multi-residential*), educacionais (*Education*), comerciais (*Retail*), industriais (*Industrial*), e para prisões (*Prisons*) e tribunais (*Courts*). Em breve, também será lançada uma versão para a avaliação de comunidades (*Communities*). Ainda existem a versão *BREEAM Bespoke* (“sob-medida”) para a avaliação de edifícios com programas mais complexos, que não se enquadram em nenhuma das versões anteriores (como complexos de lazer, laboratórios, edifícios de educação superior e hotéis), e a versão *BREEAM International*, desenvolvida para ser aplicada em regiões fora do Reino Unido ou para assistir o desenvolvimento de versões BREEAM específicas para essas regiões ou países (Disponível em: <http://www.breeam.org/page_1col.jsp?id=54>. Acesso em: 20 nov. 2008).

3.2 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED™)

O LEED foi desenvolvido pelo *US Green Building Council* (USGBC), uma organização sem fins lucrativos, formada em 1993 com o objetivo original de desenvolver um sistema para definir o que constitui um *green building*. Após o estudo dos programas existentes (principalmente o BREEAM e o BEPAC), decidiu-se desenvolver um sistema próprio para os Estados Unidos e em 1998 foi lançada a versão-piloto, LEED™ 1.0 (SCHEUER; KEOLEIAN, 2002). Assim, iniciou-se o desenvolvimento de um sistema de classificação de desempenho

consensual e orientado para o mercado, com o intuito de acelerar o desenvolvimento e a implementação de práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis (SILVA, 2003).

De acordo com o USGBC (1999 apud SILVA, 2003), este sistema de classificação e certificação ambiental foi projetado para promover a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os agentes envolvidos na indústria da construção americana, e proporcionar, junto ao mercado, o reconhecimento pelas ações voltadas para essa finalidade. Ainda o USGBC (2002 apud SCHEUER; KEOLEIAN, 2002) acrescenta que o LEED foi criado para: 1. propiciar resultados positivos para o ambiente, a saúde do ocupante e para o retorno financeiro; 2. definir a expressão *green* fornecendo um critério de medição; 3. prevenir falsas ou exageradas pretensões e títulos; e 4. promover o edifício como um todo, integrando os processos do projeto.

Da mesma maneira que o BREEAM, na forma de listas de verificação (*checklist*), este sistema atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, constituídos basicamente por ações de projeto, construção ou gerenciamento consideradas contribuintes para a redução dos impactos ambientais de edifícios (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003). Sendo cumprida uma série de pré-requisitos, de acordo com o número de créditos obtidos no total, são concedidos diferentes níveis de certificação.

Os vários créditos são distribuídos em 5 categorias de impactos ambientais – sítios sustentáveis, uso eficiente de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, e qualidade do ambiente interno – e mais 5 créditos são destinados à categoria de inovação e processo de projeto (SCHEUER; KEOLEIAN, 2002). Não há um critério explícito de ponderação entre as categorias já que todos os créditos possuem peso igual, entretanto o número variável de itens dentro de cada categoria acaba por definir pesos para cada uma delas (SILVA, 2003). Dessa maneira o LEED busca avaliar o desempenho ambiental do edifício de forma global, considerando todo o seu ciclo de vida, com o intuito de abordar os preceitos essenciais do que constituiria um *green building* (SILVA, 2000).

Por sua estrutura bastante simples, às vezes até criticada por este motivo, o LEED é provavelmente o sistema disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, facilitando a sua incorporação no meio profissional (SILVA, 2003). Configura-se como um meio termo entre critérios puramente prescritivos e especificações de desempenho, tomando por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de órgãos com credibilidade reconhecida, como a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* (ASHRAE); a *American Society for Testing and Materials* (ASTM); a *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA); e o *U.S. Department of Energy* (DOE). Para estimular inovações de tecnologias e conceitos, essas práticas de efetividade já conhecidas são balanceadas com princípios emergentes (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003).

Pelo investimento maciço que vem sendo feito para sua difusão e aprimoramento, atualmente o LEED é o método com maior potencial de crescimento (SILVA, 2003). Segundo Scheuer e Keoleian (2002), este sistema se tornou, claramente, um sucesso como instrumento de *marketing* para edifícios ambientalmente responsáveis e como estímulo a políticas de mudança. A princípio destinado simplesmente à avaliação de edifícios comerciais, hoje existem versões para diferentes situações como o LEEDTM-NC (*LEED for New Construction*), LEEDTM-EB (*LEED for Existing Buildings*), LEEDTM-CI (*LEED for Commercial Interiors*), LEEDTM-CS (*LEED for Core & Shell*), LEEDTM-H (*LEED for Homes*) e o LEEDTM-ND (*LEED for Neighborhood Development*).

A versão para edifícios existentes, LEEDTM-EB (*LEED for Existing Buildings*), oferece aos proprietários e/ou usuários um sistema efetivo de verificação das atualizações, melhorias e manutenção durante a vida útil do edifício. Nesta versão, específica para a avaliação da etapa de uso e operação de edifícios, são 85 créditos que se dividem nas 6 categorias, com objetivos determinados (Quadro 7). De acordo com o número de créditos alcançados, ou seja, a soma dos pontos obtidos em cada categoria, o edifício é certificado em um dos níveis conforme Quadro 8.

Quadro 7 - Créditos e objetivos das categorias de avaliação do LEED-EB (USGBC, 2005a).

Categoria Créditos	Objetivos
Sítios sustentáveis 14 pontos	• Reuso de edifícios e/ou sítios existentes; • Proteção de áreas naturais ou agrícolas; • Suporte a transporte alternativo; • Proteção e/ou restauração de sítios naturais.
Uso eficiente de água 5 pontos	• Redução da demanda de água do edifício; • Redução do fornecimento de água municipal e da carga de tratamento.
Energia e atmosfera 23 pontos	• Estabelecimento de eficiência energética e desempenho do sistema; • Otimização da eficiência energética; • Encorajar o uso de recursos energéticos renováveis e alternativos; • Suporte de protocolos de proteção de ozônio.
Materiais e recursos 16 pontos	• Uso de materiais com menor impacto ambiental; • Redução e gestão de resíduos; • Redução da demanda de materiais.
Qualidade do ambiente interno 22 pontos	• Estabelecimento da qualidade do ar interno; • Eliminação, redução e gestão da poluição do ar interno; • Garantia de conforto térmico e sistemas controláveis; • Possibilidade de contato do ocupante com o ambiente externo.
Inovação em atualizações, operação e manutenção 5 pontos adicionais	• Reconhecimento de desempenho exemplar em qualquer crédito alcançado no LEED-EB; • Reconhecimento de inovação em <i>green building</i> não abordado pelos créditos atuais do LEED-EB.

Quadro 8 - Níveis de classificação do LEED-EB (USGBC, 2005b).

Pontos	Nível de classificação
32-39	Certificado
40-47	Prata
48-63	Ouro
64-85	Platina

Apesar de, junto com o *Green Star*, ser o sistema de avaliação com maior índice de crescimento, o LEED tem recebido várias críticas principalmente quanto a determinados aspectos de seu sistema de pontuação, como por exemplo:

- Ser prescritivo e orientado a dispositivos – concede créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto ou especificação de determinados equipamentos, presumindo que elas levarão a um melhor desempenho, ainda que isso não seja confirmado ou mesmo estimado;
- Não ponderável – não permite que sejam atribuídos diferentes pesos entre as categorias e critérios avaliados, considerando todos os critérios com o mesmo nível de importância, ainda que tenham repercussões bastante distintas. O resultado é produto de um sistema de pontuação meramente cumulativa e as categorias, assim, se diferenciam apenas pelo número de critérios que contêm; e
- Flexível quanto à escolha dos pontos a serem atendidos – permite que sejam avaliados apenas os quesitos para os quais se pretende obter a certificação, sem afetar o resultado final (SILVA, 2003).

Essas características de sua estrutura permitem que, em determinadas condições, a certificação não reflita o desempenho global e real do edifício, o que pode levar a uma distorção no processo projetual mudando o foco do desempenho do edifício para a mera certificação (GOMES; SILVA, 2007).

3.3 Sustainable Building Challenge (SBC)

O *Sustainable Building Challenge* (SBC), que até recentemente era conhecido como *Green Building Challenge* (GBC), é um consórcio internacional que teve início em 1996, originalmente financiado pelo governo do Canadá. Seu principal objetivo consiste em desenvolver um método de avaliação de edifícios com uma base comum, mas capaz de respeitar diferenças técnicas e regionais de cada contexto específico de aplicação (COLE; LARSSON, 2000 apud SILVA, 2003). Seu interesse primeiro não é de fornecer um sistema de classificação ou certificação ambiental, mas sim gerar uma base metodológica sólida e científica, capaz de refletir as diferentes prioridades, valores culturais, tecnologias e tradições construtivas de diferentes países ou regiões de um mesmo país. Esta sua singularidade faz com que seja a iniciativa que merece maior destaque desde o pioneirismo do BRE (SILVA, 2003).

O desenvolvimento do SBC se caracteriza por ciclos sucessivos de pesquisa e difusão de resultados, onde os países participantes expõem suas experiências com o método. A primeira conferência internacional integrante do processo do *Green Building Challenge* ocorreu em Vancouver, Canadá, em 1998 (GBC'98). Dando continuidade à iniciativa desse evento, seguiram-se outras conferências internacionais em *Sustainable Buildings* (SB): em Maastricht, Holanda, em 2000 (GBC/SB 2000); em Oslo, Noruega, em 2002 (GBC/SB'02); e em Tokyo, Japão, em 2005 (GBC/SB'05). Em 2004, foram realizadas conferências regionais (SB'04) no Brasil, China, Polônia, Malásia, e Grécia. Em 2007 também foram organizadas conferências regionais (SB'07) no Canadá, Itália, Coreia, Portugal, Suécia, República Tcheca, Brasil, Chile, Malásia, Taiwan, Nova Zelândia, China e Grécia, que serviram de base para o SB'08, sediado em Melbourne, Austrália, em setembro de 2008. Na organização destes eventos são co-responsáveis o CIB, o iiSBE - *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (desde 2000) e a UNEP - *United Nations Environment Programme* (desde 2003).

A *SBTool* (até 2006 denominada *GBTool*) é o sistema de implementação do método de avaliação do SBC e pode ser considerado um *kit* de ferramentas que permite que organizações locais desenvolvam um ou mais sistemas de classificação adaptados à sua região. Substituindo-se as marcas de referência (*benchmarks*) genéricas, disponibilizadas no sistema, por dados próprios, espera-se que o método responda às condições locais específicas (IISBE, 2007a).

Deve-se ressaltar a importância desse ajuste da ferramenta de acordo com o contexto da avaliação. Segundo Silva (2007), a internacionalização proposta pela *SBTool* deve ser cuidadosamente interpretada, pois o seu objetivo é *prover uma base teórica e científica para guiar o desenvolvimento de novos métodos em diferentes regiões*, e isso não significa que possa ser aplicada sem reflexões e ponderações. A ferramenta se configura como um ótimo ponto de partida, mas é necessária uma revisão meticulosa dos itens e marcas de referência a serem considerados para que, assim, sejam obtidos resultados aderentes ao contexto nacional (SILVA, 2007).

O esquema de pontuação da *SBTool* se dá por comparação com marcas de referência

(*benchmarks*), que podem ser expressas tanto por valores numéricos (preferencialmente) como na forma de texto. De uma forma ou de outra, elas estão relacionadas a uma escala de graduação de desempenho que vai, na versão atual (outubro de 2007), de “-1” a “+5”, com a seguinte interpretação: (-1) Desempenho negativo; (0) Desempenho mínimo aceitável (geralmente, mas não sempre, definido por regulamentação); (+3) Boa prática; e (+5) Prática de excelência.

Nesta mesma versão, 7 categorias (chamadas, dentro da ferramenta, de temas) são avaliadas, buscando abordar as três principais esferas da sustentabilidade – ambiental, econômica e social (Quadro 9). Para se conseguir chegar a resultados aderentes às particularidades locais, as equipes de avaliação podem indicar a melhor ponderação entre os temas, ou entre seus sub-níveis (categorias e critérios) em cada uso (SILVA, 2003).

Quadro 9 - Categorias avaliadas na *SBTool* (versão out. 2007) e ponderação *default* do sistema, correspondente a avaliação de um edifício em Dorval, Canadá (IISBE, 2007a).

Categorias	Peso (total 100%)
Seleção do sítio, plano de empreendimento e desenvolvimento Plano de empreendimento, desenho urbano e desenvolvimento do sítio.	7,8%
Consumo de recursos e energia Ciclo de vida total de energia não-renovável, pico de demanda elétrica para operação, energia renovável, água potável.	21,6%
Cargas ambientais Emissões atmosféricas, resíduos sólidos, tratamento de água de chuva e água residuais, impactos no sítio, outros impactos locais ou regionais.	25,9%
Qualidade do ambiente interno Qualidade do ar, ventilação, temperatura e umidade relativa, iluminação, acústica.	21,6%
Qualidade dos serviços Segurança, funcionalidade e eficiência, controlabilidade, flexibilidade e adaptabilidade, comissionamento de sistemas prediais, manutenção do desempenho operacional.	15,5%
Aspectos sociais e econômicos Aspectos sociais, custos e economia.	5,2%
Aspectos culturais e perceptivos Cultura e herança.	2,6%

Outra característica importante deste *software* é a possibilidade de se avaliar diferentes tipos de edifícios em diferentes fases do ciclo de vida: pré-projeto, projeto, construção e operação. A avaliação em cada fase demanda dados específicos e fornece resultados diferentes. Quanto ao tipo de ocupação, é possível avaliar até 18 tipos de uso diferentes, ou ainda, edifícios de uso misto, com até três desses tipos de ocupação simultaneamente. Sendo assim, esta ferramenta permite a avaliação de edifícios simples ou mais complexos, comerciais ou residenciais, novos ou existentes.

É importante frisar que a *SBTool* é, de fato, uma estrutura de avaliação, que requer a inserção de dados que muitas vezes demandam a utilização de outras ferramentas e métodos para sua obtenção. Dentro do tema *Qualidade do Ambiente Interno*, por exemplo, alguns *benchmarks* propostos, quando se avalia a fase de operação de um edifício, são baseados no levantamento da satisfação do usuário, o que demanda, portanto, que esse tipo de avaliação seja desenvolvido em paralelo. Ressalta-se também, que a *SBTool* é o único, dentre os métodos estudados, que considera a percepção do usuário na avaliação de edifícios existentes, mesmo que em apenas um tema.

Na busca por maior embasamento científico o SBC utiliza o máximo possível de critérios orientados ao desempenho e organiza sua estrutura, quando possível, conforme o formato da SETAC/ISO 14.040¹¹ de LCA, como por exemplo, nos temas *consumo de recursos e cargas ambientais*. Além disso, para a definição das marcas de referência (*benchmarks*) e dos critérios de ponderação das categorias, os comitês do SBC estão sempre em busca de fundamentação consistente (SILVA, 2003). Dessa forma, parte-se da hipótese que a *SBTool* mostra-se como uma ferramenta de valor para o desenvolvimento de um método de avaliação da sustentabilidade de edifícios passível de se adequar ao contexto brasileiro e à sua realidade diversificada.

¹¹ SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry e ISO 14.040 (1997)/ 14.043 (2000) – Environmental Management – Life Cycle Assessment: órgãos e normas que originalmente definiram e consolidaram o conceito da LCA (Análise do Ciclo de Vida, em português).

3.4 Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)

O CASBEE foi apresentado publicamente em 2002 pelo *Japan Sustainability Building Consortium* (JSBC) na SB'02 em Oslo e foi desenvolvido por representantes do governo, da academia e da indústria (BOONSTRA, PETTERSEN, 2003). Segundo o JSBC (2005) o CASBEE foi desenvolvido de acordo com as seguintes diretrizes:

- Ser estruturado para conceder reconhecimento de edifícios com práticas superiores, incentivando projetistas e outros;
- Ser o mais simples possível;
- Ser aplicável a edifícios de vários tipos de uso; e
- Levar em consideração questões e problemas peculiares ao Japão e à Ásia.

Atualmente, existem versões do CASBBE para avaliação de novas construções (versão completa e resumida), edifícios existentes, renovações, efeitos de ilhas de calor, desenvolvimento urbano, área urbana + edifícios, e residências (Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2008). Basicamente, esse sistema de avaliação propõe quatro ferramentas destinadas a avaliar projeto ou edifício existente para diferentes tipos de ocupação em estágios específicos de seu ciclo de vida, conforme Quadro 10.

Quadro 10 - Conjunto de ferramentas de avaliação que compõem a “Família CASBEE” (JSBC, 2005).

Ferramentas Família CASBEE		Objetivos/características
Edifícios novos	Ferramenta 0 CASBEE para pré-projeto (CASBEE-PD)	Avaliação pré-projeto com o objetivo de ajudar no planejamento do edifício, seleção do local adequado, e compreensão dos impactos básicos do projeto, avaliando o seu desempenho ambiental na fase de pré-projeto.
	Ferramenta 1 CASBEE para Novas Construções (CASBEE-NC) (Nome anterior: Ferramenta de Projeto para o Ambiente – DfE)	Auto-avaliação por meio de um sistema de verificação baseado nas especificações de projeto e desempenho previsto, que permite a otimização da eficiência ambiental do edifício (BEE) durante o processo de projeto. Também serve como ferramenta de certificação desde que seja avaliado por agente externo especializado.
Edifícios existentes	Ferramenta 2 CASBEE para Edifícios Existentes (CASBEE-EB)	Avaliação das especificações atuais e desempenho alcançado no momento da avaliação. Essa ferramenta visa o estoque de edifícios existentes, baseando-se nos arquivos de operação de pelo menos um ano de operação.
	Ferramenta 3 CASBEE para Renovação (CASBEE-RN)	Pode ser usado para gerar propostas para o monitoramento da operação do edifício, projeto de atualização, e renovação do estoque construído com o objetivo de determinar o nível de melhora (BEE incrementado) em relação ao nível antes da renovação. Também serve como ferramenta de certificação desde que seja avaliado por agente externo especializado.

A sua base conceitual concentra-se em dois pontos principais: a definição de limites do sistema analisado (espaço hipotético delimitado pelo terreno que demarca o limite entre espaço público e espaço privado); e o levantamento e balanceamento dos impactos positivos e negativos gerados durante seu ciclo de vida (SILVA, 2003). Em relação a esses pontos, o CASBEE define dois fatores:

- **Q (Qualidade e desempenho ambiental)** – avalia o incremento em relação ao conforto e conveniências dos usuários do edifício, dentro do espaço hipotético (espaço privado); e
- **L (Cargas ambientais)** – avalia os aspectos negativos dos impactos ambientais gerados que se estendem para além do espaço hipotético (para o ambiente público).

Com base no conceito de eco-eficiência, definido como “valor de produto e serviço por unidade de carga ambiental”, foi criado um indicador de Eficiência Ambiental do Edifício (BEE) dado pelo quociente entre qualidade e cargas ($BEE=Q/L$), integrando a avaliação desses

dois fatores. Quanto maior o quociente do BEE maior a sustentabilidade do edifício que pode ser classificado em um dos cinco níveis de desempenho: S, A, B+, B- e C, onde S é a melhor classificação possível (Figura 10).

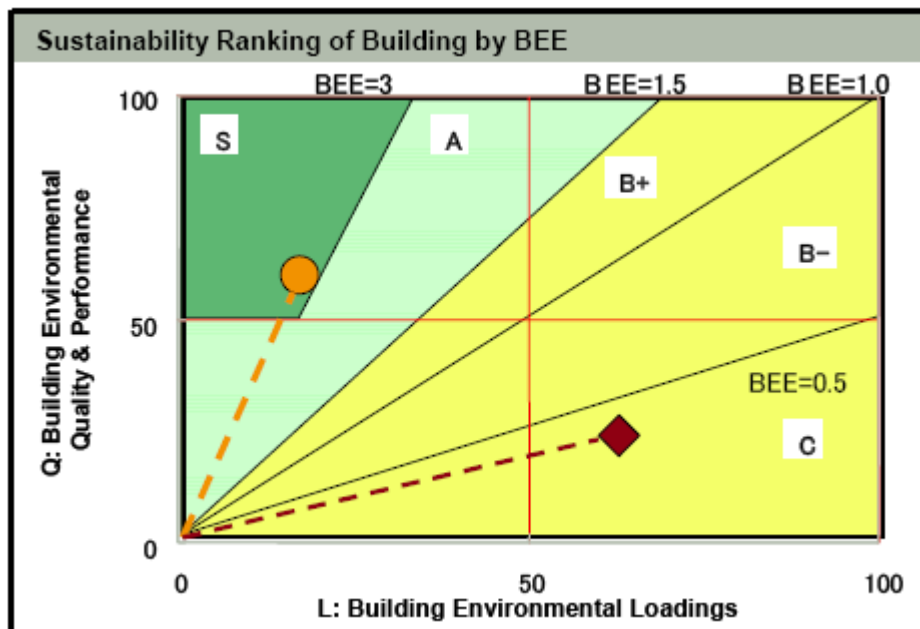


Figura 10 - Esquema de certificação ambiental baseada na Eficiência Ambiental do Edifício (BEE) - (JSBC, 2005, p. 225).

O CASBEE abrange 4 campos gerais de avaliação: (1) eficiência energética; (2) eficiência de recursos; (3) ambiente local e (4) ambiente interno, reunindo aproximadamente 80 subitens. Esses campos foram examinados e reorganizados dentro dos dois fatores de avaliação, Q e L como demonstrado no Quadro 11.

Quadro 11 - Estrutura de avaliação do CASBEE (JSBC, 2005; SILVA, 2003).

Campos avaliados	Categorias para derivar o BEE Categoria (peso)	Pts	BEE
Consumo de energia Uso de recursos críticos Ambiente local Ambiente interno	Qualidade ambiental		Numerador BEE
	Q1: Ambiente interno (0,4)		
	Ruído e acústica	0.15	
	Conforto térmico	0.35	
	Iluminação	0.25	
	Qualidade do ar	0.25	
	Q2: Qualidade dos serviços (0,3)		
	Funcionalidade e conforto	0.40	
	Durabilidade	0.31	
	Flexibilidade e adaptabilidade	0.28	
	Q3: Ambiente externo (ao edifício) no terreno (0,3)		
	Manutenção e criação de ecossistemas	0,30	
	Paisagem	0,40	
	Características locais e culturais	0,30	
	Cargas ambientais		Denominador BEE
	L1: Energia (0,4)		
	Carga térmica do edifício	0,30	
	Uso de energia natural	0,20	
	Eficiência dos sistemas prediais	0,30	
	Eficiente operacional	0,20	
	L2: Recursos e materiais (0,3)		
	Água	0,15	
	Materiais de baixo impacto ambiental	0,85	
	L3: Ambiente fora do terreno (0,3)		
	Poluição do ar	0,15	
	Ruído e odores	0,15	
	Perda de ventilação e obstrução da luz do sol	0,15	
Poluição luminosa	0,10		
Efeito de ilhas de calor	0,30		
Carga na infraestrutura local	0,15		
Aprox. 80 subitens no total	18 categorias		

A estrutura de avaliação e de apresentação de resultados do CASBBE são derivados da *SBTool*, cumprindo o objetivo principal do SBC de fornecer a base metodológica para o desenvolvimento de outros métodos de avaliação locais (SILVA, 2003). Neste sistema, as categorias avaliadas também possuem pesos diferentes conforme os coeficientes de ponderação pré-definidos que podem ser ajustados de acordo com o contexto da região. Entretanto, a avaliação é voltada, principalmente, para os aspectos ambientais com alguma abordagem cultural, não sendo, porém, abordados aspectos estéticos e econômicos.

3.5 Green Star

O *Green Building Council of Australia* (GBCA) foi lançado em 2002 com o objetivo de dirigir a transição da indústria da construção em direção ao desenvolvimento sustentável, promovendo programas, tecnologias e práticas de projeto e operação referentes a um “*green building*”. Nesse sentido, o desenvolvimento de um sistema de classificação ambiental compreensível, nacional e voluntário tem sido o foco principal do GBCA. Este sistema é o *Green Star* (GBCA, 2005).

O desenvolvimento deste esquema de classificação ambiental tem como base sistemas e ferramentas existentes, como o BREEAM e o LEED, porém estabelece um critério de medida ambiental individual e relevante ao mercado e contexto ambiental da Austrália. Segundo o GBCA (2005), alguns objetivos do *Green Star* são:

- Estabelecer uma linguagem comum e um padrão de medida para *green buildings*;
- Promover o projeto integrado de todo o edifício;
- Identificar os impactos do edifício ao longo do seu ciclo de vida;
- Reconhecer lideranças ambientais;
- Minimizar os impactos ambientais do desenvolvimento e incremento do ambiente construído; e
- Destacar os benefícios de um *green building*.

O *Green Star* pretende fornecer ferramentas de classificação ambiental para diferentes fases do ciclo de vida do edifício (projeto, construção e operação) e para diferentes tipos de edifícios. Atualmente, estão disponíveis as versões específicas para projeto (versão 3), projeto *as-built* (versão 3) e interiores (versão 1.1) de edifícios de escritórios, e para projetos de *shopping centers* e educacionais (ambos versão 1). Além disso, também já podem ser acessadas as versões piloto para edifícios de saúde, residenciais, industriais, de uso misto e edifícios existentes de escritórios.

Neste sistema são estabelecidas 9 categorias (8 categorias ambientais e 1 relativa a inovações) sob as quais critérios específicos são agrupados e avaliados. A estrutura básica do *Green Star*, utilizada por todas as ferramentas de avaliação deste sistema, é mostrada na Figura 11 (GBCA, 2005). É perceptível a sua semelhança com a estrutura do BREEAM com a adição da categoria *Inovação*, presente também no LEED.



Figura 11 - Estrutura básica de classificação do *Green Star* (GBCA, 2005)

Os critérios ambientais são ponderados e somados aos pontos obtidos na categoria de inovação, levando a uma pontuação total que determina a classificação do edifício em um dos níveis de desempenho do sistema numa escala de uma a seis estrelas. Entretanto, o *Green Star* só certifica os edifícios que alcançarem, no mínimo, a classificação de quatro estrelas, com exceção apenas da versão para edifícios comerciais existentes (*Green Star – Office Existing*

Building EXTENDED PILOT), que reconhece e certifica todos os níveis.

O *Green Star – Office Existing Building EXTENDED PILOT* avalia os atributos ambientais de edifícios comerciais existentes construídos e entregues, no mínimo, 24 meses antes da aplicação do sistema de avaliação do *Green Star*. Nesta versão, os pontos avaliados são organizados conforme Quadro 12.

Quadro 12 - Estrutura de avaliação do *Green Star – Office Existing Building EXTENDED PILOT*

Categoria	Créditos/ Peso
Gerenciamento Manutenção, manual de uso, gestão ambiental, desempenho.	12 pontos (20%)
Qualidade do ambiente interno Ventilação, controle de CO ₂ , iluminação, vistas para o exterior, conforto térmico, nível de ruído interno, prevenção de fungos e componentes prejudiciais.	27 pontos (20%)
Energia Eficiência, medições, zoneamento.	51 pontos (25%)
Transporte Espaços de estacionamento, facilidades para ciclistas, transporte público.	12 pontos (10%)
Água Eficiência no uso (água potável, água para irrigação de jardim, água de resfriamento, água para combate a incêndio), medições.	13 pontos (12%)
Materiais Armazenagem de lixo reciclado, conservação do edifício.	8 pontos (4%)
Uso do solo e ecologia Reservatórios de armazenagem subterrâneos, mudança de valor ecológico.	6 pontos (4%)
Emissões ODP, GWP, detecção de vazamento e recuperação de refrigeração, poluição de curso de água, escoamento para o sistema de esgoto, poluição luminosa, Legionella.	13 pontos (5%)
Inovação Estratégias e tecnologias inovadoras, superação de marcas de referência do <i>Green Star</i> , iniciativas ambientais de projeto.	5 pontos

3.6 Considerações sobre os métodos de avaliação de edifícios

Após a revisão destes cinco métodos de avaliação, podem-se sintetizar os aspectos abordados por cada um deles conforme apresentado no Quadro 13. Nota-se que o método do SBC, além

de poder ser ajustado a diferentes contextos de avaliação, é o método que, mais claramente, vai além da avaliação ambiental, abordando de alguma forma os aspectos econômicos e sociais da sustentabilidade.

Quadro 13 - Aspectos avaliados pelos métodos estudados.

Métodos	BREEAM	LEED	SBC – <i>SBTool</i>	CASBEE	<i>Green Star</i>
Aspectos avaliados	Gestão Saúde e conforto Uso de energia Transporte Uso de água Uso de materiais Uso do solo Ecologia local Poluição	Sítios sustentáveis Uso eficiente de água Energia e atmosfera Materiais e recursos Qualidade do ambiente interno Inovação e processo de projeto	Seleção do sítio, plano de empreendimento e desenvolvimento Consumo de recursos e energia Cargas ambientais Qualidade do ambiente interno Qualidade dos serviços Aspectos econômicos Aspectos culturais e perceptivos	Ambiente interno Qualidade dos serviços Ambiente externo (ao edifício) no terreno Energia Recursos e materiais Ambiente fora do terreno	Gerenciamento Qualidade do ambiente interno Energia Transporte Água Materiais Uso do solo e ecologia Emissões Inovação

Outra observação é que, dentre os métodos internacionais estudados, nas suas versões de avaliação de edifícios em uso, apenas a *SBTool* sugere a avaliação da percepção dos usuários, porém somente no âmbito do tema *Qualidade do Ambiente Interno*. No último item deste capítulo, são discutidos os benefícios desse tipo de avaliação para o desenvolvimento do tema da sustentabilidade na construção, uma vez que pode fornecer valiosas informações sobre o real desempenho de edifícios.

3.7 Os sistemas de certificação no Brasil

A fim de ilustrar o panorama atual dos processos de certificação de edifícios no país, faz-se, aqui, uma breve abordagem sobre os dois sistemas de certificação atualmente em maior evidência no território nacional: o LEED®, por ser o mais utilizado e em processo de adaptação para a realidade brasileira, e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), recentemente lançado no país e já adaptado a partir de método francês.

3.7.1 LEED®

No Brasil, o método que mais tem sido utilizado para a certificação de edifícios é o LEED®. Apesar das ressalvas já apresentadas anteriormente sobre esse método, principalmente quanto ao seu sistema de pontuação e sobre a utilização de métodos internacionais fora de seus contextos originais, alguns edifícios brasileiros têm-se submetido a essa certificação.

O primeiro empreendimento a ter o certificado LEED da América do Sul foi a agência do Banco ABN Amro Real, localizado na cidade de Cotia, em São Paulo. Atualmente, cerca de 50 empreendimentos brasileiros estão em processo de certificação (NASCIMENTO; NICOLÓSI, 2008).

Recentemente, em setembro de 2008, o edifício do laboratório Delboni Auriemo, localizado em Santana, também em São Paulo, recebeu o certificado LEED Silver, sendo, assim, o segundo edifício certificado no Brasil. As práticas de construção sustentável seguidas pelo empreendimento, inaugurado em janeiro desse ano, somaram 33 pontos no *checklist* do LEED-NC, destacando-se, dentre elas (GBCB, 2008a):

- Uso de madeira de origem certificada com o selo da *Forest Stewardship Council* (FSC);
- Uso de materiais de fornecedores localizados a uma distância de, no máximo, 500 km da obra para economia de combustíveis e menor poluição durante o transporte;
- Utilização de tintas com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis a fim de minimizar a agressão à camada de ozônio;
- Instalação de válvulas de descarga especiais para redução do uso de água nos banheiros;
- Instalação de sensores de presença e interruptores em cada ambiente para diminuir o consumo de energia;
- Sistema de ar condicionado com funcionamento à base do denominado “gás ecológico” R407, não utilizando o gás CFC; e
- Provisão de vagas exclusivas para veículos movidos a gás e um bicicletário no

estacionamento do laboratório.

Com o intuito de tornar o processo de avaliação mais eficiente, o *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil) iniciou, em janeiro de 2008, a análise da versão atual do LEED-NC® (Versão 2.2), buscando interpretar e adaptar a ferramenta para o mercado nacional. De acordo com informações constantes no *site* oficial do GBC Brasil, será apresentada ao USGBC uma proposta de regionalização do LEED para o Brasil tendo como meta a conclusão desse processo até o final deste ano (GBCB, 2008b). Nessa tarefa estão envolvidos profissionais de diversas atuações (especialistas, professores acadêmicos, técnicos, consultores, empresários, dentre outros), divididos em 5 comitês temáticos, de acordo com as categorias de impactos ambientais da avaliação: Materiais e Recursos, Energia e Atmosfera, Espaço Sustentável, Qualidade Ambiental Interna e Uso Racional da Água (O IMPACTO, 2008).

Ressalta-se que, até o momento, essas certificações dizem respeito a novas construções (LEED-NC), ainda não tendo registro de certificação para edifícios existentes.

3.7.2 AQUA

Em termos de adaptação à realidade brasileira, o sistema de certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental), lançado em abril de 2008, é o pioneiro no país. Seu Referencial Técnico de Certificação é baseado no original francês *Referentiel Technique de Certification "Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE"*, elaborado pela certificadora francesa *Certivéa*, e foi adequado ao contexto do Brasil num convênio de cooperação com a Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV, 2007).

Esse Referencial Técnico define Alta Qualidade Ambiental (AQUA) como um processo de gestão de projeto que visa à qualidade ambiental de um empreendimento, seja ele novo ou que envolva uma reforma significativa (FCAV, 2007). O mesmo ainda explica que o desempenho ambiental de uma construção depende tanto de uma gestão ambiental, quanto de procedimentos arquitetônicos e técnicos, por isso o referencial técnico de certificação se estrutura sobre essas duas vertentes, oferecendo dois instrumentos de avaliação:

- O referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) – possibilita a avaliação do sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor, no qual se define a qualidade ambiental desejada para o edifício, a organização necessária para atingi-la, permitindo, ainda, controlar os processos operacionais relativos às etapas de programa, concepção e realização da obra;
- O referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) – possibilita a avaliação do desempenho arquitetônico e técnico da construção a partir de 14 categorias, reunidas em 4 famílias, conforme Quadro 14.

Quadro 14 - Categorias avaliadas pelo Processo AQUA (FCAV, 2007).

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

Cada categoria dessas é ainda subdividida em critérios, sem distinção explícita de pesos, mas que, diferentemente do sistema de pontos do LEED, são avaliados segundo os níveis “bom”, “superior” e “excelente”, a partir das demandas e soluções de sistemas e projetos apresentadas no próprio referencial. Entretanto, é possível adequar essas soluções ao programa, tipo de empreendimento, condições locais ou tecnologias disponíveis, desde que o resultado alcance o nível de desempenho desejado (podendo até ser validado por especialista, no caso de

inovações tecnológicas), o que proporciona maior flexibilidade ao processo de certificação (NASCIMENTO; NICOLÓSI, 2008).

Dessa maneira, apesar do presente referencial ser direcionado para a avaliação de edifícios de escritórios e escolares, ele pode ser adaptado para a avaliação de edifícios de outros usos, servindo, assim, como piloto. Neste caso, o processo é desenvolvido seguindo o referencial básico com as necessárias adaptações, e, posteriormente, a eficiência do edifício é testada na prática. Caso atenda às exigências de desempenho, recebe a certificação e passa a servir de referência para as construções do mesmo setor que venham a se submeter a essa avaliação (PRADO, 2008). Nesse processo se encontra o hotel The Reef Club, localizado em Pernambuco, sendo o primeiro empreendimento brasileiro em busca da certificação AQUA.

No Processo AQUA, as fases contempladas são as de programa, concepção e realização, ou seja, desde a definição das necessidades do empreendimento e seu planejamento, passando pela etapa de projeto, até a construção da obra. Dessa forma, a fase de uso e operação do edifício não é coberta por essa certificação, assim como pelo original HQE. De acordo com o Referencial Técnico, a certificadora francesa está elaborando um referencial específico para a avaliação dessa etapa, mas, por enquanto, no presente referencial, já são apresentadas orientações para o alcance efetivo dos desempenhos ambientais do edifício após sua entrega (FCAV, 2007).

O Referencial Técnico de Certificação também indica uma lista de referências bibliográficas que servem de base para a avaliação e que podem contribuir para outros estudos. Entretanto, é importante destacar que, como o próprio nome diz, o AQUA está centrado nas preocupações ambientais, não podendo ser considerado, portanto, um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios.

3.8 A perspectiva do usuário – o método de avaliação do CBE

Conforme demonstrado anteriormente, diversos métodos para avaliação da sustentabilidade de edifícios vêm sendo desenvolvidos, incentivando, entre outras questões, práticas projetuais

e construtivas consideradas “verdes”. Entretanto, esses métodos, em geral, têm como foco medidas físicas de condições ambientais, uso de energia e outros parâmetros avaliados por terceiros, que não refletem, necessariamente, a percepção do usuário. Uma avaliação sistemática de como esses edifícios afetam seus usuários, raramente é feita (ABBASZADEH *et al.*, 2006).

De acordo com Roméro e Ornstein (2003), no Brasil ainda é bastante comum o desconhecimento, por parte dos profissionais, do que ocorre no ambiente construído no decorrer do uso, seja em relação ao desempenho físico ou em relação à satisfação do usuário e atendimento das suas necessidades. Pinhal (2002) afirma que essa falta de avaliação dos resultados dos objetos arquitetônicos produzidos, sejam eles satisfatórios ou não, significa ignorar um campo do conhecimento, limitando a capacidade de se elaborar normas essenciais ao desenvolvimento sócio-econômico almejado. Roméro e Ornstein (2003) acrescentam que o levantamento, a análise e as recomendações que podem ser extraídas da etapa de uso dos edifícios conformam uma importante ferramenta de controle de qualidade que pode ser colocada em prática por meio da metodologia de Avaliação Pós-Ocupação (APO).

De acordo com Voordt e Wegen (2005), a avaliação de um edifício depois de colocado em uso, em que são tratados, principalmente, as experiências e requerimentos das pessoas que usam o edifício diariamente, é chamada de Avaliação Pós-Ocupação (APO). Roméro e Ornstein (2003) definem a APO como uma série de métodos e técnicas que, baseadas na análise de diversos fatores (socioeconômicos, de infra-estrutura e superestrutura urbanas dos sistemas construtivos, conforto ambiental, conservação de energia, fatores estéticos, funcionais e comportamentais), diagnosticam fatores positivos e negativos do ambiente no decorrer do uso. E um ponto essencial desse tipo de avaliação é que se leva em consideração não só o ponto de vista dos próprios avaliadores, projetistas e clientes, mas também dos usuários. Nesse sentido, os mesmos autores concluem que a APO tem grande validade “ecológica”, na medida em que são feitas análises, diagnósticos e recomendações sobre objetos em uso, *in loco*, na escala e tempo reais.

Pinhal (2002) considera o ponto de vista dos usuários fator primário na avaliação de desempenho de edifícios e define esse desempenho como o atendimento satisfatório das funções para as quais se destina o ambiente construído. Ressalta, entretanto, que considerar apenas o conceito de satisfação como critério de avaliação tem suas limitações, porém esse aspecto é essencial na avaliação do ambiente construído.

Segundo Voordt e Wegen (2005), avaliar significa determinar o valor de alguma coisa, o que pode ser diretamente relacionado com determinar a qualidade, ou seja, quanto um produto satisfaz os requerimentos especificados, que por sua vez, devem responder às necessidades dos usuários (cliente final). Apesar de dividirem a avaliação da qualidade em quatro categorias (funcional; estética; técnica; e econômica/legal), esses autores detém o foco sobre a avaliação da qualidade funcional e definem: um edifício funcional deve ser adequado para as atividades para as quais foi planejado, proporcionando eficiência, conforto, saúde e segurança para os seus usuários. Por fim, dividem o conceito de qualidade funcional em nove aspectos:

- Facilidade de alcance (inserção urbana) e estacionamento;
- Acessibilidade;
- Eficiência;
- Flexibilidade;
- Segurança;
- Orientação espacial;
- Privacidade, territorialidade e contato social;
- Saúde e bem-estar físico; e
- Sustentabilidade (entendendo-se que aqui os autores se referem à esfera ambiental, já que, do ponto de vista do conceito adotado, todos esses outros itens podem ser abordados pelo termo sustentabilidade em edificações).

Segundo Zagreus e outros (2004), os ocupantes de um edifício são uma rica fonte de informação, principalmente sobre a qualidade do ambiente interno e como este ambiente

afeta seu conforto e produtividade. Como se pôde constatar no item anterior, *qualidade do ambiente interno* (ou sua variante para *saúde e conforto*) é uma categoria avaliada por todos os métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios, com peso significativo, e pode-se também dizer que é a mais diretamente relacionada aos usuários. Sendo assim, a avaliação da percepção do usuário sobre o ambiente que ocupa é uma importante ferramenta de análise do desempenho de edifícios na prática, contribuindo também com retroinformações para projetistas e diagnósticos do edifício para operadores. Por conseguinte, mostra-se como significativo contribuinte na busca por construções mais sustentáveis.

Nesse sentido, o Centro do Ambiente Construído (*Center for the Built Environment* - CBE) da Universidade da Califórnia, Berkeley, que trabalha informando a indústria da construção sobre novas tecnologias construtivas e técnicas de projeto, desenvolveu um sistema de avaliação da qualidade do ambiente interno de edifícios de trabalho, baseado na *web*. Via *internet*, os usuários são convidados a responder, sem serem identificados, um questionário *online* que mede sua satisfação e produtividade em nove categorias da qualidade do ambiente interno: *layout*, equipamentos, conforto térmico, qualidade do ar, iluminação, acústica, limpeza e manutenção, satisfação geral com o edifício, satisfação geral com o espaço de trabalho (HUIZENGA *et al.*, 2006).

Além desse bloco principal da avaliação, sua estrutura possibilita módulos opcionais e customizações para se aplicar a tópicos especiais (segurança, acessibilidade) e usos (operação, manutenção, suporte para projeto). Além disso, a avaliação pode ser sincronizada com medições físicas feitas no edifício (ZAGREUS *et al.*, 2004).

A medida da satisfação e da produtividade relatada pelo usuário é dada por meio de uma escala de 7 pontos que vai de +3 (muito satisfeito) a -3 (muito insatisfeito), onde o zero é o ponto médio de neutralidade (Figura 12). Caso a pessoa indique insatisfação em relação a um determinado tópico, ela é levada para uma página onde pode identificar, entre algumas possibilidades, a causa de sua insatisfação, além de fazer algum comentário em uma caixa de texto. Se estiver satisfeita, segue diretamente para o próximo item.



Figura 12 - Escala de 7 pontos de satisfação da avaliação do CBE (adaptado de HUIZENGA *et al.*, 2006, p. 393).

Esses dados são classificados como variáveis subjetivas, mas há também alguns dados coletados na avaliação chamados de variáveis objetivas como, por exemplo, sexo, idade, tipo de trabalho, tipo de escritório, proximidade com janelas e paredes externas e outros tipos de controle do ambiente de trabalho (ABBASZADEH *et al.*, 2006).

O método do CBE tem sido usado para avaliar o desempenho de edifícios nos EUA, Canadá e Europa, incluindo edifícios de escritórios, edifícios educacionais, laboratórios, bancos, entre outros. Os principais clientes são organizações industriais e governamentais, além de pesquisadores, operadores de edifícios, proprietários, arquitetos e engenheiros. Zagreus e outros (2004) destacam algumas finalidades e objetivos da avaliação:

- Diagnosticar problemas a fim de melhorar o ambiente para os usuários do edifício;
- Prover informações para aqueles envolvidos no processo construtivo, o que é essencial para o sucesso de desenvolvimento e melhoria de práticas construtivas e projetuais, principalmente daquelas relacionadas à qualidade do ambiente interno;
- Servir como ferramenta de pesquisa, desenvolvendo o conhecimento sobre determinada tecnologia construtiva e como ela afeta o conforto, satisfação e produtividade do usuário;
- Comparar a qualidade do edifício em relação a referências de bens imóveis;
- Contribuir para o encaminhamento da indústria em direção a espaços de trabalho mais sustentáveis, saudáveis e confortáveis.

Conclui-se, portanto, que a avaliação da percepção do usuário pode configurar importante ferramenta de contribuição para a avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso, fornecendo ricas informações sobre a qualidade do ambiente interno, o funcionamento do edifício e como questões sociais são tratadas no ambiente, por exemplo.

4 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA ASUS – VERSÃO ZERO/SBTOOL

Para o desenvolvimento da proposta de um instrumento experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios no Brasil, aprofundou-se o estudo da ferramenta *SBTool*, proposta pelo SBC, que tem como objetivo oferecer uma base científica para o desenvolvimento de métodos capazes de responder adequadamente à realidade em que se insere. Suas principais características são apresentadas nesse capítulo, assim como o instrumento proposto a partir desse estudo.

4.1 Apresentação do método de embasamento – a *SBTool*

A *SBTool* trabalha com a plataforma Excel® e se constitui em uma série de planilhas de entrada, avaliação e saída de dados. Para este estudo foi utilizada a versão de outubro de 2007 da ferramenta, mais simplificada que as anteriores, composta por três arquivos que se relacionam entre si, com funções específicas, conforme Quadro 15.

Quadro 15 - Arquivos constantes na versão 2007 da *SBTool* (IISBE, 2007a).

Arquivo	Usuário	Objetivos
SBT07-A 15 planilhas	Organização regional	Estabelecer escopo, tipos de ocupação, pesos locais, marcas de referência, padrões e normas.
SBT07-B 7 planilhas	Projetistas	Fornecer informações sobre características do local e do projeto.
SBT07-C 12 planilhas	Organização regional ou avaliadores	Desenvolver auto-avaliações, baseadas nos dados fornecidos nos arquivos A e B.

A interface da ferramenta é exemplificada na Figura 13, que apresenta a planilha de configurações básicas do arquivo SBT07-A com os diferentes tipos de células disponíveis. As cores das células indicam quais são destinadas para inserção de dados, quais são inalteráveis, as que são para apresentação de resultados, entre outros. Por exemplo, as células amarelas são para entrada de dados (texto ou valores numéricos), as azuis para a seleção de uma das opções fornecidas ao clicar sobre elas, e as cinzas, são inalteráveis.

SBT07 Vitória Region Basic Settings			
Revision date:	Reminder: unless you assign correct file names in the Open worksheet, the Macro features will not work, because the program will not know where it should look.		Titles
19 September 2007			Click to select value
			Enter or revise text
To be completed by Regional Third Party			
Name of this file	SBT07-Full-Settings	This software tool was developed by iiSBE on behalf of the countries participating in the Green Building Challenge process. The intellectual content of the system is freely available, but use of the software requires agreement with iiSBE. For information on use or for regional contacts, e-mail Nils Larsson at: <larsson@iisbe.org>. Luis Ebensperger is thanked for ideas on enabling a dual-language version, and Caroline Cheng for her work in developing macros.	
City / region location	Vitória		
Country location	Brasil		
Contact name			
Contact e-mail address			
Specify Local Content name	TCU-ES		
Select Generic or Local content and/or language	TCU-ES	Current settings for this file	
Select Phase for Assessment	Operations Phase	This file currently contains TCU-ES Default benchmarks and weights for Operations Phase assessment for a location in Vitória, Brasil, suited to the following parameters: New Office, and/or 0 and/or 0 occupancies.	
Specify currency used	USD		
Select assumed lifespan of design in years	50		
Select amortization rate for embodied energy of existing structures	2,0%	This feature allows a reduction in the embodied energy of existing structures and their materials that are re-used, with the reduction depending on the age of the existing structure or materials.	
Set minimum score for Mandatory items (min. 2 of 5)	3	Mandatory items are those parameters considered to be of exceptional importance - set on the WtA and WtB worksheets, see also IssuesA worksheet.	
Define "Large Project" size, in m2 gross area.	1.000	Applies to parameters A3.2, A3.5, E5, E6.3 and E6.8	
Select for height category of building, no. of floors.	1 to 3	Applies to parameters C5.3 and D2.1	
Select up to three possible Occupancy types by clicking blue boxes at right.	Office	Set parameter at right for renovation of existing buildings.	No
		Set parameter at right for large projects that include both project planning and specific building requirements.	
		Select number of dwelling units in the housing project	

Figura 13 - Planilha de configurações básicas do arquivo SBT07-A (IISBE, 2007b).

Uma característica peculiar desta ferramenta é sua estrutura genérica que requer ajustes e calibrações, principalmente nos pesos de ponderação e marcas de referência, para que, dessa forma, se adapte às condições únicas aplicáveis a determinado tipo de edifício e em determinada região (IISBE, 2007a). Sendo assim, permite uma avaliação condizente com a realidade, fornecendo resultados mais confiáveis. Esses ajustes são feitos nas planilhas do

arquivo SBT07-A, onde são fornecidos dados do contexto da avaliação, calibrados os pesos dos parâmetros (Figura 14) e definidos os *benchmarks* a serem adotados para cada critério de avaliação.

Weighting of Issues and Categories for Vitória, Brasil				Operations Phase	
				TCU-ES	
Values range from 0 (not applicable) to 5 (most important), with the value 2 representing the normal default or null value, except for Mandatory parameters, which range from 3 to 5. Click on box at right to select Default or your own weighting values.		Use SBTool Defaults			
Instructions: First decide if you want to use the defaults If you want to set your own weights 1. First set relative importance for highest level Issues 2. Then set values for Categories within each Issue area 3. To set lowest level weights, go to WtB		Suggested nominal default values.	Nominal weights adjusted for number of active Categories	Weighted percent	Select your own nominal weighting values.
					Mandatory
Issues		Active			
A	Site Selection, Project Planning and Development	3	0,9	5,8%	0
B	Energy and Resource Consumption	5	2,9	19,4%	4
C	Environmental Loadings	5	4,3	29,1%	5
D	Indoor Environmental Quality	4	2,9	19,4%	4
E	Service Quality	3	2,6	17,5%	3
F	Social and Economic aspects	3	0,9	5,8%	3
G	Cultural and Perceptual Aspects	3	0,4	2,9%	0
Categories (note that some categories are only operational in certain phases)					
		Suggested Default values	Weights adjusted for active Criteria	Weighted Percent within Issue	Use your values
A	Site Selection, Project Planning and Development				
A2	Project Planning	3	5,0	41,7%	3
A3	Urban Design and Site Development	3	7,0	58,3%	3
B Energy and Resource Consumption					
B1	Total Life Cycle Non-Renewable Energy	5	1,0	25,0%	5
B2	Electrical peak demand for facility operations	3	0,6	15,0%	3
B3	Renewable Energy	3	1,2	30,0%	3
B5	Potable Water	3	1,2	30,0%	3
C Environmental Loadings					
C1	Greenhouse Gas Emissions	5	0,8	11,4%	5
C2	Other Atmospheric Emissions	3	1,5	20,5%	3
C3	Solid Wastes	3	0,5	6,8%	3
C4	Rainwater, Stormwater and Wastewater	3	1,5	20,5%	3
C5	Impacts on Site	3	1,0	13,6%	3
C6	Other Local and Regional Impacts	3	2,0	27,3%	3
D Indoor Environmental Quality					
D1	Indoor Air Quality	5	5,0	36,8%	5
D2	Ventilation	4	3,2	23,5%	4
D3	Air Temperature and Relative Humidity	3	1,2	8,8%	3
D4	Daylighting and Illumination	3	1,8	13,2%	3
D5	Noise and Acoustics	3	2,4	17,6%	3
E Service Quality					
E1	Safety and Security During Operations	3	0,5	6,4%	3
E2	Functionality and efficiency	3	1,0	12,8%	3
E3	Controllability	3	2,0	25,5%	3
E4	Flexibility and Adaptability	3	0,5	6,4%	3
E5	Commissioning of facility systems	2	0,3	4,3%	2

Figura 14 - Trecho da planilha WtA do arquivo SBT07-A de ponderação de pesos dos temas e categorias da SBTool (IISBE, 2007b).

Os parâmetros de avaliação da *SBTool* são sub-divididos em três níveis: 1. temas (as 7 grandes áreas de avaliação da ferramenta: seleção do sítio, plano de empreendimento e desenvolvimento; consumo de recursos e energia; cargas ambientais; qualidade do ambiente interno; qualidade dos serviços; aspectos sociais e econômicos; aspectos culturais e perceptivos), 2. categorias (são 29 categorias distribuídas entre os 9 temas) e 3. critérios (são 125 critérios no total, divididos entre as 29 categorias). A importância relativa entre os parâmetros pode ser determinada nos três níveis hierárquicos, o que é feito pelo ajuste de pesos nas planilhas WtA e WtB do arquivo SBT07-A, sendo a primeira destinada aos pesos de temas e categorias, e a segunda, aos pesos de critérios. Caso se atribua peso zero a determinado parâmetro, entende-se que este não será avaliado.

As planilhas do arquivo SBT07-B destinam-se à entrada de dados sobre o local da avaliação e especificações do projeto e, ainda, dados de energia incorporada dos materiais (IISBE, 2007c). Estes últimos podem ser resultados de cálculos de LCA dos materiais ou de análises aproximadas de energia incorporada feitas na própria ferramenta, utilizando, porém, bases estrangeiras que não, necessariamente, correspondem à realidade brasileira.

A avaliação propriamente dita é feita nas planilhas do arquivo SBT07-C. É possível, ainda, desenvolver dois tipos de avaliação: 1. a avaliação de metas de projeto e 2. a auto-avaliação, ou seja, a avaliação feita a partir dos dados fornecidos sobre o real desempenho do edifício (IISBE, 2007a, 2007d). A Figura 15 mostra, em destaque, um exemplo dos dois campos de avaliação que podem ser preenchidos.

351	Designerr's notes		Score	Wtd. Score
352	Designer's target value	3,0	3,0	1,17
353	Actual performance as per contract documents	De acordo com o resultado dos questionários, 85% dos usuários estão satisfeitos com a qualidade do ar e 76% com a ventilação.	3,0	3,0
354	Negative	No surveys have taken place to assess occupants satisfaction with air quality and ventilation, or else results indicate a high level of dissatisfaction.		-1
355	Acceptable practice	Surveys have taken place to assess occupant satisfaction with air quality and ventilation, and results indicate frequent dissatisfaction.		0
356	Good Practice	Surveys have taken place to assess occupant satisfaction with air quality and ventilation, and results indicate general satisfaction.		3
357	Best Practice	Surveys have taken place to assess occupant satisfaction with air quality and ventilation, and results indicate a high level of satisfaction.		5
358				

Ready | Home | Basic | Context | Parameters | TrgA | TrgB | TrgC | **TrgD** | TrgE | TrgF | TrgG | Results

Figura 15 - Trecho da planilha TrgD do arquivo SBT07-C mostrando os dois tipos de avaliações possíveis (IISBE, 2007d).

Como mostra a Figura 16, os resultados são apresentados de duas formas (IISBE, 2007a; SILVA, 2003; CEPINHA; RODRIGUES, 2003):

- Indicadores de sustentabilidade ambiental (ESI): medidas absolutas do desempenho quanto às práticas sustentáveis do edifício que facilitam a comparação internacional, destacando-se que a *SBTool* utiliza 12 indicadores que são listados no campo inferior da planilha; e
- Gráficos de resultados: gráficos tipo radar apresentando o desempenho do edifício em cada tema implementado (representado por sua letra correspondente, de A a G), construídos de acordo com a escala de 0 a +5. Dessa forma, quanto mais próximo à extremidade a figura corta os eixos radiais, melhor é considerado o desempenho do edifício.

Os resultados também podem ser apresentados para os dois tipos de avaliação: pontuação das metas de projeto ou pontuação da auto-avaliação.

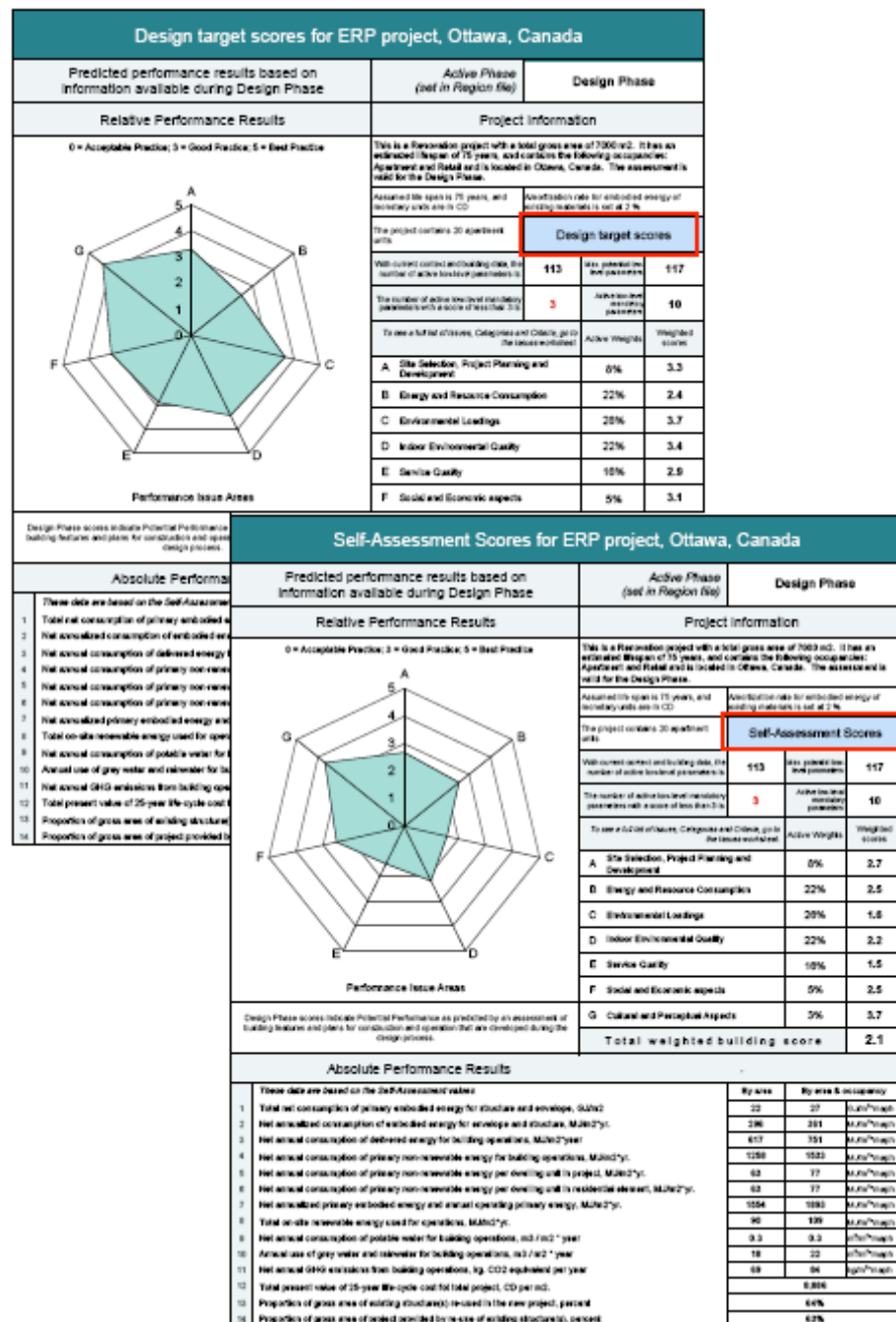


Figura 16 - Planilha *Results* do arquivo SBT07-C de apresentação de resultados da *SBTool* (IISBE, 2007a, p. 12).

Mesmo sendo o mais flexível e abrangente dentre os instrumentos existentes de avaliação da sustentabilidade de edifícios, a *SBTool* ainda encontra dificuldades de aplicação no contexto brasileiro, podendo-se destacar, dentre outras:

- Primeiramente, o idioma, em inglês, que, apesar de ser considerado, praticamente, língua universal, muitas expressões técnicas e específicas não são de domínio dos profissionais do setor da construção civil do Brasil. Assim, por não ser o idioma oficial

do país, impede sua utilização corriqueira;

- As fórmulas e funções, às vezes complexas, aplicadas a determinadas células, dificultam a compreensão do processo e da lógica da avaliação, complicando a identificação de eventuais erros ou a adaptação daquele critério para formas adequadas de avaliação com as especificidades requeridas para a situação em foco; e
- A obrigatoriedade de avaliação de alguns critérios que não possuem referências brasileiras impede a sua adaptação ou simplificação para avaliação no país.

4.2 Proposta de uma ferramenta experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil

Após o estudo da *SBTool*, versão de outubro de 2007, constatou-se que o nível de abrangência e informação requerida pela ferramenta extrapola a disponibilidade de dados consolidados no país, o que a torna ainda sofisticada para ser absorvida pelo mercado ou pelo setor de profissionais da construção civil no Brasil. Entretanto, por ter como objetivo principal o fornecimento de uma base científica visando o desenvolvimento de métodos adequados para diferentes regiões, e por ser o método que melhor cobre os diferentes campos da sustentabilidade, o mesmo foi escolhido para servir de ponto de partida para o desenvolvimento da proposta de uma ferramenta experimental de avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil, denominada *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool* (ver Apêndice A, p.127).

O desenvolvimento dessa ferramenta foi pautado nos seguintes pontos principais: critérios e limites da avaliação; estrutura e sistema de pontuação; e, por fim, apresentação dos resultados. Estas questões são detalhadas a seguir.

4.2.1 Critérios contemplados, marcas de referência e limites da avaliação

Tomou-se como base a estrutura, os critérios de avaliação e a escala de graduação da ferramenta *SBTool*. Conforme já mencionado, o limite da avaliação foi definido pela etapa de uso/operação, principalmente por permitir a medição do seu desempenho na prática, ao invés

de se basear apenas em simulações, mas também porque muitos dados da fase de construção e planejamento já se perderam. Além disso, como o país encontra-se em fase de iniciação nesse tema, considera-se importante a avaliação do estoque construído para que se possa desenvolver um banco de dados de referência da prática construtiva regional.

Com o limite da avaliação definido, os temas, parâmetros e critérios propostos pela *SBTool* foram listados e analisados visando estabelecer o nível de adequabilidade de acordo com as seguintes considerações:

1. Critério adequado ao contexto brasileiro quanto ao conteúdo e indicador;
2. Critério adequado ao contexto brasileiro quanto ao conteúdo, mas não quanto ao indicador – estudo da possibilidade de adaptação;
3. Critério não relevante ao contexto brasileiro; ou
4. Critério relevante ao contexto brasileiro, porém, com carência ou ausência de dados disponíveis para validar a avaliação.

Em geral, todos os critérios foram mantidos, enquadrando-se em uma das seguintes situações:

- O critério foi considerado relevante ao contexto brasileiro e seu indicador e marca de referência (*benchmark*) também considerados adequados;
- O critério foi considerado relevante, o indicador adequado, sendo adaptada apenas a marca de referência;
- O critério foi considerado relevante, mas o indicador e/ou a marca de referência necessitam adaptação, entretanto isso não foi possível por falta de dados brasileiros ou demanda de conhecimentos específicos sobre o assunto. Nesses casos, optou-se por manter o critério com a referência original (com a indicação *default SBTool, 2007*), condicionado a que sejam redefinidos e aprimorados em estudos futuros.

Após essa primeira análise, alguns critérios do LEED e do AQUA, não contemplados pela ferramenta base, foram acrescentados como novos critérios ou incrementando critérios

existentes. Dessa forma, foram mantidos os 7 temas da *SBTool* (seleção do sítio, planejamento e desenvolvimento do empreendimento; consumo de energia e recursos; cargas ambientais; qualidade do ambiente interno; qualidade dos serviços; aspectos sociais e econômicos; e aspectos culturais e perceptivos), chegando-se ao total de 127 critérios.

De maneira geral, optou-se por amenizar a precisão dos dados, a fim de simplificar a avaliação. Para cada critério são sugeridos alguns indicadores ou valores de referência geralmente relativos a um nível de desempenho mínimo ou padrão, correspondente ao “0” (zero), ou de excelência, relativo ao “+5” na escala de graduação da ferramenta, para que o avaliador possa se basear. Esses valores podem ser numéricos ou nominais, referentes a práticas ou especificações que qualifiquem o nível de desempenho visado, e foram definidos com base nas referências da *SBTool*, mas também incrementados com alguns parâmetros do LEED e do AQUA. Esse último, principalmente, por já ter passado por um processo de adaptação ao contexto brasileiro e ter sido desenvolvido com uma linguagem que visa ser mais facilmente assimilável por profissionais da área (NASCIMENTO; NICOLÓSI, 2008).

Entretanto, sabe-se que se trata de uma avaliação abrangente, envolvendo diversos campos de conhecimento que certamente ultrapassam os da Arquitetura, não sendo possível cobri-los em sua totalidade com as restrições naturais de uma pesquisa desenvolvida para a elaboração de uma dissertação.

Apesar de o limite de avaliação ter sido definido pela fase de uso e operação, alguns critérios propostos referem-se a outras fases da construção. Optou-se por mantê-los, mesmo com a indicação de “não se aplica” (NA) com o intuito de registro, de forma que, no futuro desenvolvimento do estudo, a ferramenta possa ser aplicada na avaliação de outras fases da construção.

4.2.2 Estrutura da avaliação e sistema de pontuação

A principal diferença com a *SBTool* é a interface da ferramenta. Ainda estruturada na forma de planilha, optou-se por uma única tabela organizada conforme Figura 17. No início da

planilha são fornecidos alguns dados básicos sobre o empreendimento avaliado, como dados relativos à localização, áreas, população e consumo. Em seguida, uma lista dos temas de avaliação e seus respectivos pesos.

FERRAMENTA ASUS - VERSÃO ZERO/SBTool						
DADOS INICIAIS						
Nome do empreendimento: TCU-ES			Local: Enseada do Suá, Vitória-ES			
Tipo de uso: Escritórios			Área do terreno: 5160 m ²			
População: 34			Área construída total: 1023 m ²			
Consumo anual de energia: 83203 kWh			Área construída útil (área de piso): 991 m ²			
Consumo anual de água: 1074 m ³			Área de projeção: 906 m ²			
Dias úteis no ano: 250			Área verde: 2977 m ²			
TEMAS DE AVALIAÇÃO						PESOS
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO						10%
B. CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS						20%
C. CARGAS AMBIENTAIS						25%
D. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO						20%
E. QUALIDADE DOS SERVIÇOS						15%
F. ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS						7%
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS						3%
-1 Prática negativa	0 Desempenho mínimo	+3 Desempenho bom	+5 Prática de excelência	PESO (%)	NOTA	OBSERVAÇÕES Anotações/Justificativas
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO						10%
A1. SELEÇÃO DO SÍTIO						30%
A1.1. Valor ecológico do local antes da implantação do empreendimento						
Fauna e flora existente no sítio – quanto mais rica menos desejável é a intervenção (SBTool, 2007).				12,5	0	
A1.2. Valor agrícola da terra antes da implantação do empreendimento						
Valor agrícola do sítio – quanto maior menos desejável é a intervenção (SBTool, 2007).				12,5	5	Trata-se de região urbana, não havendo prática ou valor agrícola.
A1.3. Vulnerabilidade do solo à inundação						
Conhecimento de ocorrências registradas durante os últimos 10 anos (tempo mínimo para série histórica climática), dados pluviométricos, condições de drenagem e infiltração do solo (SBTool, 2007; FCAV, 2007).				12,5	5	Nenhuma ocorrência registrada nos últimos 10 anos e a taxa de permeabilidade do terreno é bem superior ao mínimo estipulado.
A1.4. Potencial de contaminação de corpos de água próximos						

Figura 17 - Trecho da planilha de avaliação, mostrando a interface da ferramenta, onde se pode observar a entrada de dados iniciais, a escala de desempenho e a estrutura de organização dos critérios de avaliação.

Na primeira coluna da tabela estão listados os temas, com seus parâmetros e critérios correspondentes, e a segunda coluna é destinada aos pesos atribuídos também para cada critério, parâmetro e tema. Como já mencionado, a diferenciação de pesos na avaliação é um quesito relevante, já que diferentes ações refletem em diferentes impactos com graus de importância específicos, relativos, também, ao contexto em que se aplicam. Para uma eficiente definição dessa graduação de pesos, é desejável o envolvimento de uma equipe multidisciplinar considerando, inclusive, a necessidade de adoção de metodologias específicas, de acordo com a área de conhecimento requerida.

Para essa proposta, de caráter simplificado, optou-se por tomar por base os pesos atribuídos aos temas e aos parâmetros sugeridos pela SBTool (IISBE, 2007b), e dentro de cada parâmetro,

dividir igualmente os pesos entre os critérios correspondentes. Como não havia critério próprio para seguir a precisão dos pesos disponíveis na *SBTool*, estes foram arredondados para números inteiros de forma a continuarem somando 100 (cem) no total dos pesos dos temas e 100 (cem) no total dos pesos dos parâmetros dentro de cada tema. Caso algum critério de avaliação não se aplique àquela situação, indica-se a sigla “NA” e o peso zero, sendo redistribuídos os pesos entre os outros critérios dentro daquele parâmetro, de forma que a somatória final não seja alterada pela não consideração de algum critério específico. Ressalta-se, entretanto, que com o desenvolvimento dos estudos na área é necessário que seja definida uma metodologia para a distribuição dos pesos e que estes sejam, assim, adaptados ao contexto brasileiro.

Na terceira coluna são indicados os níveis de desempenho obtidos de acordo com a escala de graduação que vai de “-1” a “+5”, sendo: -1 (desempenho negativo), 0 (desempenho mínimo ou correspondente à prática padrão), +3 (desempenho bom) e +5 (prática de excelência), conforme ilustrado na Figura 18. Esses valores foram associados a uma escala de cores que vai do vermelho ao verde, relacionando, graficamente, o vermelho ao “-1”, como sinal de alerta, e o verde ao “+5”, como representação de boas práticas em relação à sustentabilidade.

-1 Prática negativa	0 Desempenho mínimo	+3 Desempenho bom	+5 Prática de excelência
------------------------	------------------------	----------------------	-----------------------------

Figura 18 - Escala de graduação de desempenho da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool*.

A última coluna da planilha é reservada para observações, informações e/ou justificativas quanto à avaliação do edifício.

Caso um determinado critério considerado relevante não possa ser avaliado, seja por falta de dados ou outro motivo que deve ser registrado na coluna de observações, ele recebe valor “-0,5”. Dessa forma, apesar de não considerá-lo como desempenho negativo, já que não se pôde chegar a essa conclusão, a nota final é diminuída proporcionalmente ao peso do critério não avaliado, considerando que a falta de dados seja quase tão grave como o não cumprimento das exigências de desempenho mínimo.

Para alguns critérios, principalmente os que requerem dados de LCA de materiais, como energia embutida e emissões, ainda não há referências ou dados brasileiros disponíveis e consistentes. Entretanto, ainda assim, optou-se por manter esses critérios na avaliação considerando que sejam relevantes. Na hipótese dessa avaliação ser estendida a outros edifícios brasileiros, inicialmente todos receberiam “-0,5”, visando, assim, incentivar o desenvolvimento desse banco de dados brasileiros, já que possibilitaria que os edifícios tivessem seus níveis de desempenho incrementados.

4.2.3 Apresentação dos resultados

Os resultados são obtidos a partir das médias ponderadas entre os pesos atribuídos e os níveis de desempenho obtidos em cada critério, obtendo-se assim, cinco níveis de resultados, sendo:

1. resultados parciais de cada parâmetro;
2. resultados parciais de cada parâmetro ponderado de acordo com o seu peso dentro do tema a que corresponde;
3. resultados parciais de cada tema;
4. resultados parciais de cada tema ponderado de acordo com o seu peso dentro da avaliação final;
5. resultado final (Figura 19).

Identificação dos impactos das melhorias em relação ao desempenho sustentável sobre os custos de operação do edifício – considerando (0) impacto nulo (nem positivo nem negativo).	33	-1	Não há preocupação em relação a melhorias do desempenho sustentável.	
TOTAL F2	-0,83		TOTAL F2 PONDERADO	-0,457
TOTAL F	0,3535		TOTAL F PONDERADO	0,025
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS				
G1. CULTURA E HERANÇA				3%
				100%
G1.1. Relação do projeto com a paisagem urbana existente				
Compatibilidade da maior parte das características arquitetônicas do projeto, como altura, volume, afastamentos da rua, tamanho das janelas, cores ou tipo de material, com os edifícios adjacentes – considerando (0) uma compatibilidade mínima (SBTool, 2007).	33	3	Apesar de ter características bastante peculiares, em geral o edifício (altura, volume, implantação) é compatível com o entorno.	
G1.2. Compatibilidade do projeto urbano com os valores culturais locais				
Compatibilidade das características arquitetônicas do projeto com os valores culturais existentes relativos ao desenho urbano e arquitetura, incluindo aspectos funcionais e estéticos – considerando (0) uma compatibilidade mínima (SBTool, 2007).	33	3	Apesar de ter características bastante peculiares, em geral o edifício é compatível com o desenho urbano do entorno.	
G1.3. Manutenção do valor “hereditário” das instalações existentes				
Não degradação significativa do caráter hereditário do edifício e de seus sub-sistemas, pelo modo de operação do edifício – considerando (0) a manutenção durante um período mínimo de 10 anos (SBTool, 2007).	34	3	O edifício, construído há 10 anos, permanece operando adequadamente.	
TOTAL G1	3		TOTAL G1 PONDERADO	3,000
TOTAL G	3		TOTAL G PONDERADO	0,090
RESULTADO FINAL				1,2168

Figura 19 - Trecho da planilha de avaliação com destaque para a apresentação dos resultados parciais por parâmetro, por tema e o resultado final.

No final, é apresentado um quadro resumo da avaliação, com os níveis de desempenho alcançados em cada tema, as suas respectivas ponderações e o resultado final. Além disso, o

resultado é apresentado graficamente, de duas maneiras: 1. um gráfico tipo radar demonstra o nível de desempenho alcançado em cada tema; e 2. um gráfico em colunas, onde as 7 primeiras representam a contribuição efetiva de cada tema na avaliação final, com seus respectivos resultados ponderados, e a última coluna demonstra o resultado final da avaliação (Figura 20).

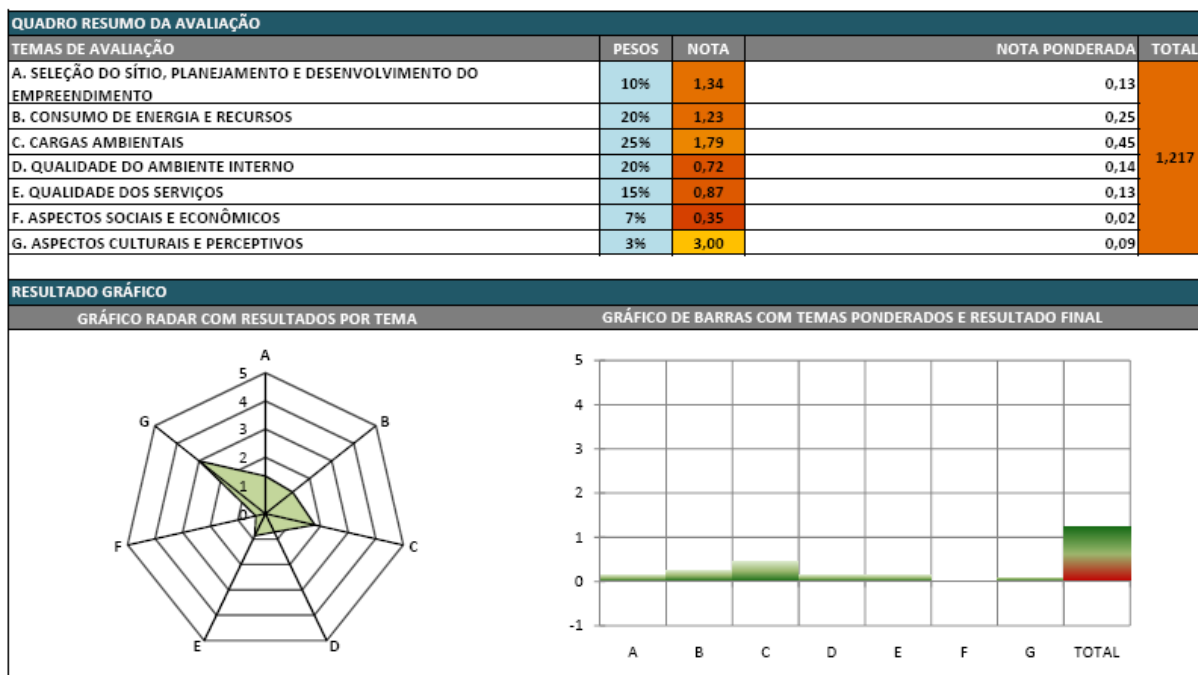


Figura 20 - Trecho da planilha da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool* mostrando o quadro resumo e o resultado gráfico da avaliação (à esquerda, resultados por tema, e à direita, por tema ponderado com o resultado final).

A partir da escala de graduação de desempenho da ferramenta, foram definidos níveis intermediários para o resultado final da avaliação do edifício, conforme Figura 21.

ESCALA DE GRADUAÇÃO DO RESULTADO FINAL	
DESEMPENHO NEGATIVO	< 0
DESEMPENHO MÍNIMO	$\geq 0 \leq 1$
DESEMPENHO BOM	$> 1 \leq 3$
DESEMPENHO SUPERIOR	$> 3 \leq 4$
PRÁTICA DE EXCELÊNCIA	$> 4 < 5$

Figura 21 - Escala de graduação do desempenho da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool* para o resultado final da avaliação do edifício.

5 ESTUDO DE CASO

Conforme já mencionado, o desenvolvimento do estudo de caso tem como objetivo fundamental testar a aplicabilidade da ferramenta experimental proposta. Não se tem como meta, portanto, chegar a uma conclusão sobre o real nível de desempenho sustentável do edifício sede do TCU-ES, visto que ainda há questões a serem aprimoradas na ferramenta para que possa permitir uma avaliação consistente. Entretanto, essa experiência com a ferramenta permite a avaliação da adequabilidade do instrumento proposto bem como a identificação de seus aspectos de projeção positiva e pontos ainda ineficientes.

Os procedimentos metodológicos adotados na avaliação da sustentabilidade, na fase de uso/operação do edifício sede do TCU-ES, se baseiam, em parte, em procedimentos e técnicas pertinentes a uma Avaliação Pós-Ocupação, já que a ferramenta proposta leva em consideração aspectos de avaliação técnica e do ponto de vista dos usuários em relação à sustentabilidade do edifício em operação.

De acordo com Voordt e Wegen (2005), cada método de avaliação – sejam entrevistas, questionários, observações, experimentos, uso de equipamentos de medida, e outros – tem suas vantagens e desvantagens, sendo, portanto, sensato usar vários métodos em paralelo. Acrescentam, ainda, que a escolha do método depende da abrangência e profundidade que se deseja para a avaliação, além de fatores limitantes como tempo, dinheiro e perícia.

Em concordância com o colocado, e levando-se em consideração que a avaliação da sustentabilidade demanda avaliações em diversos campos, foram então utilizados diferentes procedimentos e técnicas que, somados, buscam alimentar os dados requeridos pela ferramenta e fortalecer o resultado da avaliação, enfrentando-se, ainda, os fatores limitantes citados anteriormente.

Considerando a necessidade de reconhecimento básico do objeto de avaliação, segue uma breve revisão da obra de Lelé quanto aos aspectos relacionados à sustentabilidade em edifícios, e a descrição e análise preliminar do objeto de estudo de caso.

5.1 A arquitetura de Lelé: aspectos relacionados à construção mais sustentável

João da Gama Filgueiras Lima: Lelé. É na riqueza da obra desse *arquiteto-construtor*, onde *arte e tecnologia se encontram e se entrosam*, como definiu Lúcio Costa (LATORRACA, 1999), que se espera encontrar exemplos de uma construção brasileira mais sustentável. Muito embora este termo, relativamente recente para o que pretende significar hoje, não esteja explícito em seu discurso, observa-se que Lelé sempre teve como foco de seu trabalho o ser humano, e em suas obras estão intrínsecas as preocupações sociais, econômicas e ambientais, como pode ser visto, por exemplo, em entrevista publicada em Latorraca (1999).

Formado em 1955 pela Escola de Belas Artes do Rio de Janeiro, em 1957 foi enviado para Brasília para a construção da Superquadra do Instituto dos Bancários. A partir daí o arquiteto ligado às artes e à música se viu obrigado a mergulhar na engenharia, na construção propriamente dita, e teve que estudar, aprender e fazer fundações, traços de concreto, instalações elétricas, detalhamento de execução, montagem de canteiro de obra e alojamentos para centenas de pessoas que faziam parte da construção daquela cidade (LATORRACA, 1999).

Conforme o próprio arquiteto em entrevista, essa sua primeira grande experiência profissional foi fundamental no desenvolvimento de diversas características de sua arquitetura (LATORRACA, 1999). Isso fez com que Lelé incorporasse, definitivamente, a técnica à sua arte, tornando-o um estudioso dos sistemas construtivos e das tecnologias da construção, desde as mais primitivas e intuitivas, até as mais avançadas.

Ainda em Latorraca (1999), pode-se ver que foi também nessa experiência de Brasília que Lelé teve seu primeiro contato com a pré-fabricação, sendo que a primeira solução industrializada foi com a madeira. Em 1962 foi visitar os países do Leste (União Soviética, Polônia, Alemanha Oriental, Tchecoslováquia) para se especializar e, daí em diante, foi aprimorando sua opção pelo pré-moldado. Passou pelo concreto, argamassa armada, até chegar ao aço (Figura 22).



Figura 22 - À esquerda, apartamentos para professores da Universidade de Brasília em estrutura pré-moldada de concreto, construído em 1962; e à direita, edifício do Centro de Tecnologia da Rede Sarah Kubitschek (CTRS) em estrutura de aço, em Salvador, BA, construído em 1992 (LATORRACA, 1999, p. 37 e 201).

Como confirma o próprio Lelé em entrevista, principalmente num país como o Brasil, com o enorme problema habitacional e de infra-estrutura que tem, a opção pelo pré-moldado se torna mais que tudo uma opção pelo coletivo, pelo social: a pré-fabricação torna a construção mais eficiente e ágil, gera menos resíduos, pode facilitar o reaproveitamento dos componentes, e muitas vezes é economicamente vantajosa (LATORRACA, 1999).

Outra característica marcante de sua obra é a constante preocupação com o conforto dos usuários. Especialmente a partir de sua experiência com a Rede Sarah Kubitschek de hospitais, nota-se uma crescente preocupação com a humanização e acessibilidade dos espaços, com o conforto ambiental, além da diversificação da pré-fabricação (RECAMÁN, 2006).

A adequação da obra ao terreno e clima local, a busca pelo aproveitamento da iluminação e ventilação naturais e outras estratégias visando o conforto com menor consumo energético, além do uso da vegetação em contato com o usuário, são aspectos característicos da obra de Lelé (Figura 23).



Figura 23 - Exemplos da preocupação com o conforto do usuário (acessibilidade, aproveitamento de iluminação e ventilação naturais, uso de jardins). À esquerda, acesso ao ambulatório do Hospital do Aparelho Locomotor Sarah Kubitschek de Belo Horizonte; e à direita, interior do Hospital Sarah Kubitschek de Brasília (LATORRACA, 1999, p. 211 e 216)

Recamán (2006) cita algumas questões, que chama de modernas, presentes no trabalho de Lelé: a racionalização das técnicas e a industrialização dos componentes construtivos; a tentativa de melhorar as condições urbanas de saneamento e circulação por meio da pré-fabricação de elementos infra-estruturais; a busca de soluções baseadas em estratégias climáticas mais apropriadas às condições brasileiras; e a elaboração de programas sociais (escolas, creches, hospitais) vinculados a sistemas construtivos que buscam dotar esses edifícios de boa arquitetura com baixo custo. O que esse autor chama de questões modernas pode-se dizer que são aspectos pertinentes ao que se considera hoje uma arquitetura mais sustentável.

5.2 Descrição e análise preliminar do TCU-ES

Este item tem como meta a caracterização do edifício, destacando-se, principalmente, dados relativos ao sistema construtivo, intenções projetuais em relação ao conforto ambiental, uso e apropriação efetiva do espaço, aspectos do funcionamento do edifício, além de dados climáticos/geográficos do ambiente em que o edifício está inserido. Também são destacados, com base na revisão bibliográfica realizada, alguns aspectos característicos da arquitetura de Lelé que estão presentes neste edifício.

Esta etapa, junto com a revisão bibliográfica realizada, foi referência básica para a elaboração de questionários apropriados para a avaliação da percepção dos usuários do TCU-ES. Além

disso, permitiu melhor aproximação ao edifício e a observação de aspectos positivos ou negativos do edifício.

Adotou-se como métodos iniciais de aproximação do objeto, visitas exploratórias ao local de estudo, registros fotográficos e levantamento de documentação (projeto arquitetônico e complementares, contas de água e energia), além de consulta à bibliografia disponível sobre o edifício.

As visitas foram realizadas com o acompanhamento do chefe administrativo da secretaria do TCU-ES, Sr. Arthur Cyrino dos Santos Neto, que permitiu a familiarização com o ambiente de estudo e forneceu informações técnicas do funcionamento e costumes dos usuários do edifício.

Quanto aos registros fotográficos, de acordo com Leite (1997), esses auxiliam no processo de aferição da satisfação do usuário, na medida em que permitem identificar aspectos físicos do edifício sem a necessidade de deslocamentos repetitivos ao local, como por exemplo: tipo, material e acabamento de divisórias, texturas e cores, *layout*, equipamentos utilizados, acabamentos de pisos, paredes e forros, sistema de iluminação e refrigeração, entre outros. Considerando ainda os importantes avanços e a popularização da imagem digital na última década, tal instrumento torna-se ainda mais viável de utilização.

Localizado à beira-mar da capital do Estado, Vitória, o edifício foi construído em 1998 num terreno de 5160 m², em área de aterro (Figura 24). Os seus 1023,47 m² de área construída se dividem em dois pavimentos que conformam um bloco essencialmente horizontal implantado num eixo noroeste-sudeste. Essa volumetria e implantação amenizam o impacto no microclima do local, não obstruindo a iluminação e ventilação do entorno. Além da volumetria, a elevação do bloco a partir do solo – considerando que o primeiro pavimento se configura, em grande parte, como pilotis – também é um elemento positivo na avaliação da relação da edificação com o entorno. Entretanto, o eixo de implantação, noroeste-sudeste, expõe o edifício a uma maior insolação, uma vez que as maiores fachadas acabam se voltando para leste e oeste, o que requer mais dos sistemas relacionados à busca de conforto ambiental

para os usuários do edifício.



Figura 24 - Vista aérea do TCU-ES (LATORRACA, 1999, p.243).

No eixo longitudinal do primeiro pavimento do edifício estão a recepção e o estacionamento coberto. Junto ao hall da recepção encontra-se o que é chamado de espaço de articulação, ou seja, uma área de pé-direito duplo com jardins cobertos, por onde se tem acesso ao auditório (única área efetivamente construída do térreo) e à circulação vertical do edifício, que se dá por meio de uma escada metálica e de um elevador hidráulico panorâmico (Figura 25).



Figura 25 - À esquerda e à direita, hall da recepção no térreo e espaço de articulação com circulação vertical.

No pavimento superior, um grande hall de espera se comunica ao corredor de acesso às salas de escritórios, copa e sanitários. Estes espaços, além de possuírem aberturas nas fachadas, são iluminados e ventilados através de aberturas zenitais por meio de coberturas tipo *sheds* voltados para o nascente (Figura 26). A princípio, entretanto, essa orientação é mais favorável para a iluminação natural do que para a ventilação, pois os *sheds* geralmente funcionam melhor como saída de ar do que como captação, o que não acontece nesse edifício, já que os *sheds* estão voltados para o nordeste, direção do vento predominante em Vitória.

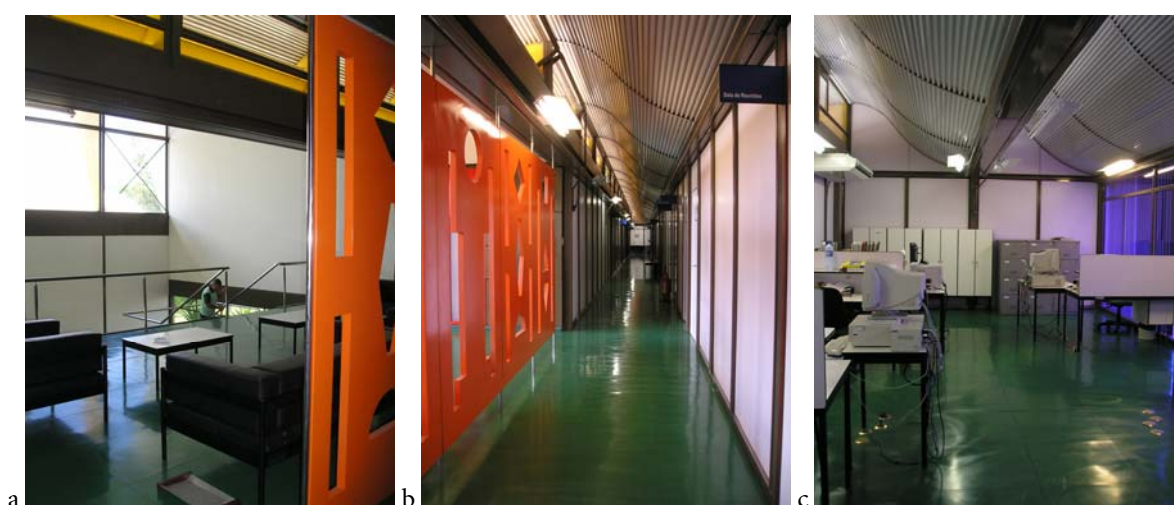


Figura 26 - (a) Hall de espera; (b) Corredor de acesso às salas; (c) Interior de uma sala de trabalho.

Apesar de se buscar o conforto ambiental por meio de sistema de iluminação e ventilação naturais, também foi previsto espaço para instalação de aparelhos de ar-condicionado nos vãos dos *sheds*, como pode ser visto na Figura 27. A principal intenção com isso é satisfazer a eventual necessidade de tornar alguns espaços internos herméticos, especialmente para proteção contra a fuligem industrial trazida pelo vento em boa parte do ano. Além disso, mesmo sendo adotadas estratégias bioclimáticas para o condicionamento ambiental, conforme Lamberts, Dutra e Pereira (2004), tais estratégias serão eficientes para cerca de 60% dos dias do ano.

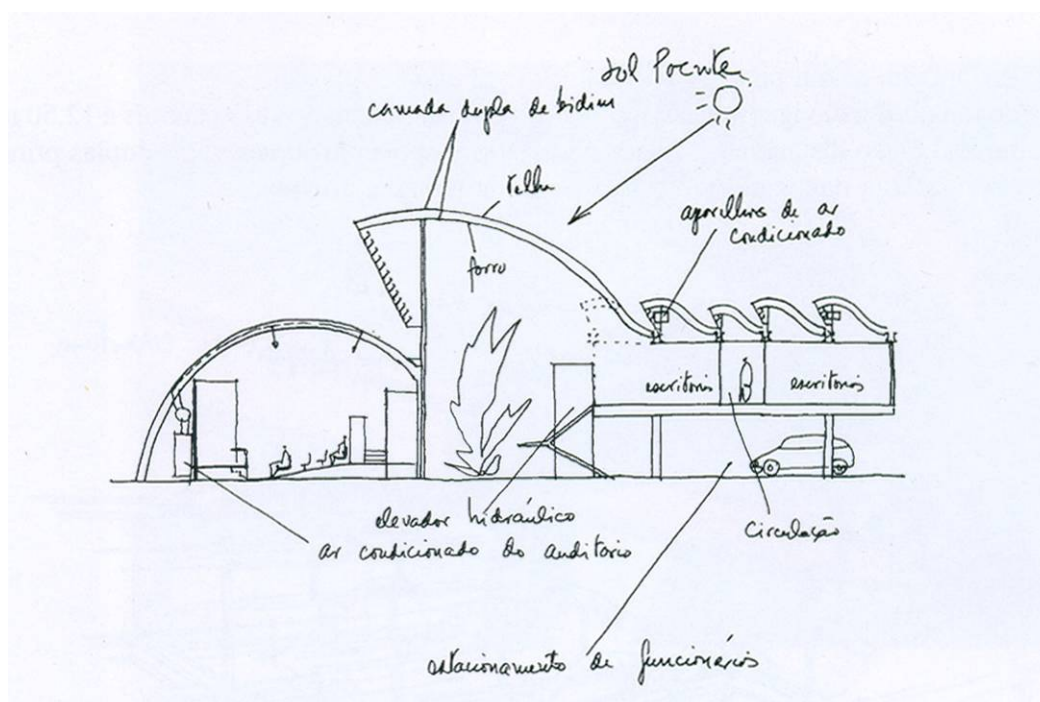


Figura 27 - Corte esquemático do edifício - destaque para o sistema de iluminação e climatização do edifício (DIAS, 2001, p.57).

Entretanto, por meio de conversas informais com os funcionários, constatou-se que o sistema de ar condicionado proposto não era considerado eficiente, principalmente pela sensação de desconforto térmico e pelo ruído produzido, sendo substituído por aparelhos do tipo *split* instalados em cada sala. Além disso, durante as visitas exploratórias ao local, observou-se que nas salas, as aberturas zenitais não são utilizadas, sendo mantidas constantemente fechadas, assim como as aberturas da fachada, utilizando-se, exclusivamente, os aparelhos de ar condicionado para a climatização desses ambientes. Dessa forma, os únicos espaços que realmente utilizam o sistema de ventilação natural são o corredor, o hall de espera e o hall da recepção, ou seja, os ambientes de uso transitório.

O sistema construtivo adotado se baseia na aplicação dos componentes industrializados produzidos no CTRS (Centro de Tecnologia da Rede Sarah). A fundação é em estacas pré-moldadas de concreto, com exceção apenas do volume do auditório, construído sobre um *radier* de concreto. A estrutura do edifício se configura por vigas e pilares metálicos e lajes pré-fabricadas de argamassa armada (Figura 28). Pode-se dizer que esse sistema permitiu uma construção mais limpa, racional e eficiente, minimizando-se a geração de resíduos nessa etapa.

Em contrapartida, como os elementos construtivos não foram produzidos no local, houve grande demanda por transporte, fato que talvez possa ser amenizado pela escala de produção e padrão de qualidade controlado pelo CTRS, justificando a aplicação destes componentes.



Figura 28 - À esquerda, vista geral dos componentes metálicos da estrutura do edifício e à direita, detalhe da laje em argamassa armada (DIAS, 2001, p.57/61).

A vedação do auditório é em alvenaria de bloco de concreto celular revestida externamente com telhas metálicas pré-pintadas (Figura 29). Na área de escritórios, esquadrias de vidro com brises verticais metálicos fazem o fechamento (Figura 30). A cobertura de todo o edifício é composta por telha e forro metálicos pré-pintados, isolados internamente com manta e formando um colchão ventilado de ar, visando melhor isolamento térmico. Os limites internos das salas são definidos por divisórias que proporcionam certa flexibilidade e adaptabilidade aos espaços.



Figura 29 - À esquerda, fase de construção e à direita, o sistema de vedação do auditório concluído (DIAS, 2001, p.64).



Figura 30 - Vedação das salas de escritórios em vidro e brises metálicos.

Por meio das visitas exploratórias ao local e das informações coletadas informalmente, observou-se que a grande presença de elementos metálicos no edifício dificulta a manutenção do mesmo, já que está sujeito à forte maresia, devido à proximidade do edifício à baía de Vitória.

Como em outras obras de Lelé, elementos característicos de seu trabalho podem ser percebidos neste edifício, como por exemplo: busca pelo aproveitamento de iluminação e ventilação naturais; isolamento da cobertura como estratégia visando o conforto com menor consumo energético; uso da vegetação em contato com o usuário; utilização de componentes pré-fabricados e, em parte, adequação da obra ao terreno e clima local.

5.3 Procedimentos metodológicos para avaliação da percepção do usuário

De acordo com o item 3.8 (A perspectiva do usuário – o método de avaliação do CBE – p. 65), a avaliação da percepção do usuário sobre o ambiente que ocupa é uma importante ferramenta de análise do desempenho de edifícios na prática e, dessa forma, mostra-se como

um relevante contribuinte na busca por construções mais sustentáveis. A utilização desse tipo de avaliação nesta pesquisa tem como objetivos específicos:

- Constituir base de referência para orientação das medições de conforto ambiental;
- Compor dados de entrada requeridos pelo instrumento de avaliação, principalmente na categoria *Qualidade do Ambiente Interno*;
- Colher informações sobre costumes e forma de utilização do edifício, já que, muitas vezes, estes contrariam as intenções originais de projeto; e
- Obter dados para confirmar e/ou confrontar com a avaliação técnica e, assim, compor uma avaliação final melhor fundamentada e, caso ocorram possíveis disparidades, diagnosticar pontos a serem melhorados no método utilizado para a avaliação do edifício.

Voordt e Wegen (2005) relacionam alguns métodos de medição para avaliação de edifícios: questionários, entrevistas individuais, entrevistas em grupo, observações, estudo de documentação, seminários, estudos de caso para referência, realidade virtual. Também frisam a vital importância de se relacionar os aspectos qualitativos às características físicas, tanto do edifício quanto do lugar, para que os resultados sejam corretamente interpretados, o que foi considerado nesta pesquisa. Dentre os métodos citados, foram utilizados os estudos de caso para referência (etapa de revisão bibliográfica), observações e estudo de documentação (tratados principalmente na etapa de caracterização do edifício) e, especificamente como estratégia junto aos usuários, as entrevistas individuais baseadas em questionário pré-definido.

Por sua vez, esta etapa incluiu os seguintes aspectos: definição da unidade amostral (usuário) e da amostra (quantidade de respondentes válidos); levantamento dos parâmetros de sustentabilidade relativos à etapa de uso/operação do edifício para elaboração do questionário de avaliação da percepção do usuário; definição da estrutura e escala de valores do questionário; e definição do procedimento de aplicação do método.

5.3.1 Definição da amostra

Por serem apenas trinta funcionários e quatro estagiários, a amostra foi definida pelo número da população total, e foi determinado que os questionários fossem aplicados diretamente pelo entrevistador, visando garantir a integridade das respostas como também é proposto por Leite (1997). Não foram incluídos na amostra os funcionários de manutenção limpeza e segurança, que são de empresa terceirizada e não houve permissão para a entrevista.

5.3.2 Elaboração do questionário de avaliação da percepção do usuário

O método de avaliação do CBE (*Center for the Built Environment*), um modelo já cristalizado de referência internacional, serviu de base para a elaboração do questionário para a avaliação da percepção do usuário, principalmente quanto à qualidade do ambiente interno do edifício do TCU-ES. A sua estrutura foi mantida, porém, como o original se trata de uma avaliação *online*, teve que ser adaptada para o formato em papel para conformar o roteiro da entrevista.

Os aspectos que não se aplicavam ao edifício foram retirados e outros, com base nos aspectos levantados na revisão bibliográfica e nos destacados por Voordt e Wegen (2005), foram acrescentados. Assim, foram definidos os parâmetros a serem abordados na avaliação, que foram divididos em 12 partes, a saber: localização e descrição do ambiente de trabalho; dados de referência do usuário; *layout* da sala; mobiliário de trabalho; conforto térmico; qualidade do ar; conforto visual; qualidade acústica; limpeza e manutenção; acessibilidade; características do edifício; e comentários gerais. O questionário proposto para avaliação da percepção do usuário quanto aos aspectos relacionados à sustentabilidade na etapa de uso/operação pode ser visto no APÊNDICE B – Questionário para orientação das entrevistas com os usuários (p. 157).

A escala de sete pontos do método do CBE (Figura 12, p. 69), geralmente utilizada para medir o nível de satisfação do usuário, foi simplificada para quatro pontos com valores determinados conforme Figura 31. Isso foi feito para facilitar a resposta do usuário e gerar menos dúvida do que costuma ocorrer quando se amplia o leque de alternativas para o respondente. Além disso,

o tipo de pergunta formulado não exige precisão para avaliar o nível de sua satisfação. Destaca-se, ainda, que se optou por um número par de pontos, para se evitar a postura de neutralidade e, assim, ser possível a obtenção de respostas de tendência positiva ou negativa, como propõe Ornstein, Bruna e Cruz (1995).



Figura 31 - Escala de satisfação do usuário.

5.3.3 Procedimento de aplicação do questionário

O questionário foi formulado e testado com o chefe da administração no final do mês de julho de 2007, não sendo percebida a necessidade de ajustes. Dessa maneira, procedeu-se a aplicação das entrevistas com os demais usuários durante 7 dias úteis do mês de agosto de 2007, sempre no período da tarde, por ser o horário de maior disponibilidade dos funcionários, com exceção apenas de um funcionário e um estagiário que trabalham apenas pela manhã e foram entrevistados nesse período.

Em cada entrevista foram anotados a data, o horário de início e fim, além das condições de céu do dia (claro, parcialmente nublado, ou nublado). Os usuários não precisavam se identificar, porém seus locais de trabalho eram marcados sobre a planta do edifício.

Ao final, as respostas foram tabuladas em planilhas do Excel e tratadas estatisticamente para posterior confronto com os resultados gerados pela avaliação técnica.

5.4 Procedimentos metodológicos para as medições *in situ*

As medições *in situ* foram realizadas com o objetivo de se determinar alguns dos dados de entrada requeridos pela ferramenta proposta, como, por exemplo, gerar parâmetros métricos de conforto térmico, luminoso e acústico do edifício em uso, que são considerados juntamente com os resultados da avaliação da satisfação do usuário. Não se pretende com as avaliações

realizadas, fazer uma caracterização detalhada do conforto ambiental do edifício, o que exigiria muito mais minuciosidade, tempo, equipamentos, equipe técnica de profissionais especializados, entre outros. Além disso, embora a questão do conforto seja um parâmetro relevante na avaliação, não é o objeto principal da pesquisa.

Neste trabalho, para a medição de conforto, foram consideradas as seguintes variáveis:

- Conforto térmico: variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e ventilação;
- Conforto luminoso: aspectos relacionados à iluminação natural e artificial;
- Conforto acústico: nível de ruído no ambiente em relação ao tipo de uso.

Para a definição dos procedimentos de medição e valores de referência, foram consultadas as normas brasileiras que constam no Quadro 16, entretanto, deparou-se com as seguintes questões:

- As normas de desempenho térmico não estabelecem procedimentos para medições do ambiente;
- As normas de iluminação tratam separadamente a medição de iluminação artificial e iluminação natural. Com o edifício em uso e a impossibilidade de se realizar as medições em outras condições, não é possível tratá-las separadamente; e
- As normas de iluminação recomendam que sejam feitas medidas simultâneas e em determinado número de pontos, estratégia que, embora interessante, se mostraram inviáveis em função da disponibilidade de apenas um aparelho para a medição de cada variável e somente duas pessoas para a realização das medições.

Dessa maneira, foi necessária a adaptação das normas para a definição de uma metodologia de acordo com as condições peculiares do TCU-ES, levando-se em conta os objetivos da avaliação bem como a logística possível, ou seja, o número de aparelhos e pessoas disponíveis para a realização das medições.

Quadro 16 - Normas ABNT referentes ao conforto ambiental de edifícios.

Categoria	Normas ABNT
Conforto térmico	NBR 15220-1/2005 – Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. NBR 15220-2/2005 – Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. NBR 15220-3/2005 – Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. NBR 15220-4/2005 – Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida. NBR 15220-5/2005 – Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico. NBR 6401/1980 - Instalações centrais de ar-condicionado para conforto – Parâmetros básicos de projeto.
Conforto luminoso	NBR 15215-1/2005 – Iluminação natural - Parte 1: Conceitos básicos e definições. NBR 15215-2/2005 – Iluminação natural - Parte 2 - Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. NBR 15215-3/2005 – Iluminação natural - Parte 3 - Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. NBR 15215-4/2005 – Iluminação natural - Parte 4 - Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição. Errata 1 de 25.06.2007 da ABNT NBR 15215-3: 2005, com 1 página. NBR 5413/1992 – Iluminância de interiores. NBR 5382/1985 – Verificação de iluminância de interiores.
Conforto acústico	NBR 10151/2000 – Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. NBR 10152/1987 – Níveis de ruído para conforto acústico.

A análise dos questionários aplicados junto aos usuários orientou a escolha dos locais de medição dos parâmetros para avaliação do conforto luminoso, térmico e acústico. No edifício predominam dois tipos de ambientes de trabalho: salas menores, com área de 5,0 x 2,5 m, de uso individual, destinadas aos diretores ou chefes da divisão, onde o próprio usuário controla os dispositivos disponíveis (janelas, luminárias, ar-condicionado); e salas maiores, com área de 5,0 x 10,0 m, de uso coletivo, ou seja, sem divisórias entre as várias estações de trabalho, destinadas aos auditores e técnicos, onde é mais difícil o controle dos dispositivos de forma a agradar a todos os usuários. Dessa forma, optou-se por realizar as medições nessas salas

maiores, que possuem maior número de usuários e maior probabilidade de desconforto, como foi confirmado pelas entrevistas. Foram escolhidas, então, duas salas centrais, simétricas em relação ao eixo do corredor, sendo uma com incidência de sol pela manhã e outra pela tarde (Figura 32).

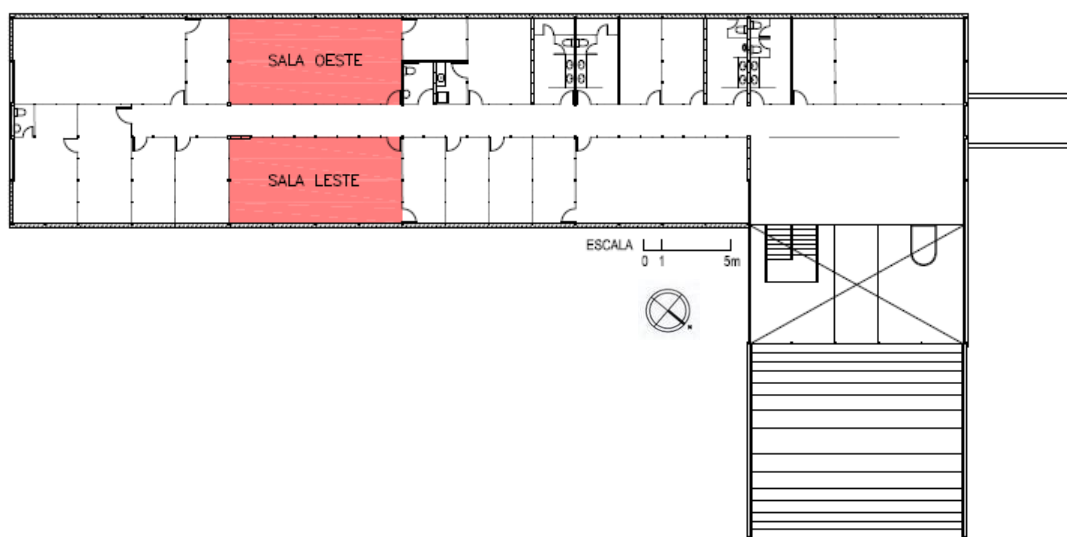


Figura 32 - Planta esquemática do segundo pavimento com a localização das salas para a realização das medições.

A definição do número e localização dos pontos de medição, os procedimentos e os equipamentos utilizados seguem descritos nos próximos itens.

5.4.1 Conforto luminoso

Algumas questões dificultaram a definição da malha de pontos para as medições, destacando-se os seguintes aspectos: o número de funcionários por sala muda com certa frequência; o *layout* e as estações de trabalho estão sendo modificados; com a instalação dos aparelhos de ar-condicionado do tipo *split*, as luminárias foram deslocadas aleatoriamente, não condizendo com o que está no projeto e nem com os casos citados na NBR 5382/1985; e algumas luminárias não estão funcionando. Dessa forma, foi necessário estabelecer alguns critérios e com base neles foram definidos o número de pontos de medição e suas posições:

- Estabeleceu-se uma média de oito funcionários por sala, com suas estações de trabalho dispostas em duas linhas paralelas ao lado maior do ambiente com uma faixa de

circulação entre elas, de acordo com o projeto existente para o *layout* a ser implementado.

- A sala foi, então, dividida em quatro faixas perpendiculares às janelas e três paralelas, obtendo-se uma malha de doze áreas iguais, em cujos centros foram localizados os pontos de medição (Figura 33). Dessa forma, buscou-se abranger as oito estações de trabalho, e ainda verificar as variações existentes à medida que se afasta da janela. Deve-se salientar que, apesar de a construção da malha de pontos estar de acordo com o recomendado pela NBR 15215-4/2005, o número de pontos não atende à mesma norma, que propõe 16 pontos. Entretanto, dentro das condições existentes, foi o que se considerou viável e satisfatório, não comprometendo os resultados para os objetivos propostos.

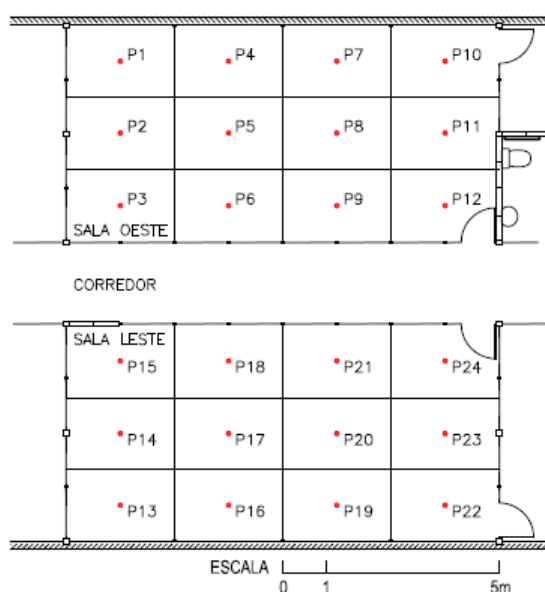


Figura 33 - Planta esquemática de localização dos pontos de medição para avaliação do conforto luminoso.

O equipamento utilizado para a medição dos níveis de iluminação natural e artificial das salas foi um luxímetro digital, marca ICCEL Manaus, modelo LD-590. Na sua utilização foram seguidas as seguintes recomendações, estabelecidas pela NBR 15215-4/2005:

- Considerou-se a quantidade de luz no ponto, na altura e no plano onde a tarefa é executada, o que foi determinado de acordo com as estações de trabalho;
- O sensor foi mantido paralelo à superfície a ser avaliada ou sobre a mesma, observando

o correto nivelamento da fotocélula, para evitar diferenças na medição; e

- No momento de medição, foram adotadas as providências necessárias para evitar sombras de pessoas sobre a fotocélula, assim como incidência direta de raios solares.

As medições de iluminação foram realizadas em duas condições distintas, a fim de se perceber a influência da luz natural:

- Com as luminárias acesas e brises regulados na posição mais favorável (maior captação de luz natural, sem incidência de luz direta); e
- Com as luminárias apagadas e brises regulados na mesma posição da condição anterior.

Ainda de acordo com a mesma norma, quando não é possível fazer um monitoramento da iluminação natural ao longo do ano, é recomendado que a iluminância seja verificada nas condições de céu mais representativas do local nos seguintes períodos:

- Um dia próximo ao solstício de inverno (22 de junho);
- Um dia próximo ao solstício de verão (22 de dezembro); e
- De duas em duas horas a partir do início do expediente.

Compatibilizando o cronograma da pesquisa com o dos funcionários do TCU-ES, só foi possível iniciar as medidas no final do inverno (13 de setembro). Dessa forma, decidiu-se por repetir as medidas em outubro, novembro e dezembro, sempre próximo ao dia 15 de cada mês, para se ter um acompanhamento mais representativo, conseguindo abordar diferentes condições de céu. Nesses dias, foram realizadas quatro medições nos 12 pontos de cada sala, duas pela manhã, com intervalo de duas horas entre cada conjunto de medição, e, da mesma forma, duas à tarde. Assim, as medições foram realizadas a partir das 9h, 11h, 15h e 17h, de forma a abranger o horário de expediente da maioria dos funcionários.

Para referência, antes da primeira medida de cada conjunto, mediu-se o nível de iluminação no exterior do edifício, num ponto sem obstrução e em plano horizontal, tomando-se cuidado

para proteger o sensor da incidência direta dos raios solares, como recomenda a NBR 15215-4/2005. Em seguida, procedeu-se a medição ponto a ponto nas salas, anotando-se o horário exato de medida em cada ponto e seguindo a mesma ordem nas medições seguintes (de duas em duas horas).

5.4.2 Conforto térmico

Os equipamentos utilizados para a medição de temperatura, umidade relativa do ar e ventilação foram: um termo-higrômetro digital, marca Minipa (modelo MTH-1361), para as medidas das duas primeiras variáveis; e um anemômetro digital, marca Minipa (modelo MDA-11), para a última variável.

Como as normas brasileiras não definem os pontos de medição para desempenho térmico, foram adotados os mesmos pontos de medição de iluminação, de forma a cobrir a sala de maneira uniforme, considerando, principalmente, os postos de trabalho. Entretanto, além da medição nas salas, optou-se por medir também o corredor, já que, de acordo com as entrevistas, esta é a área mais quente do edifício, principalmente no verão. O corredor, de aproximadamente 35 metros de comprimento, foi dividido em cinco áreas iguais ao longo de seu comprimento e, no centro de cada uma, foram localizados os pontos de medição (Figura 34).

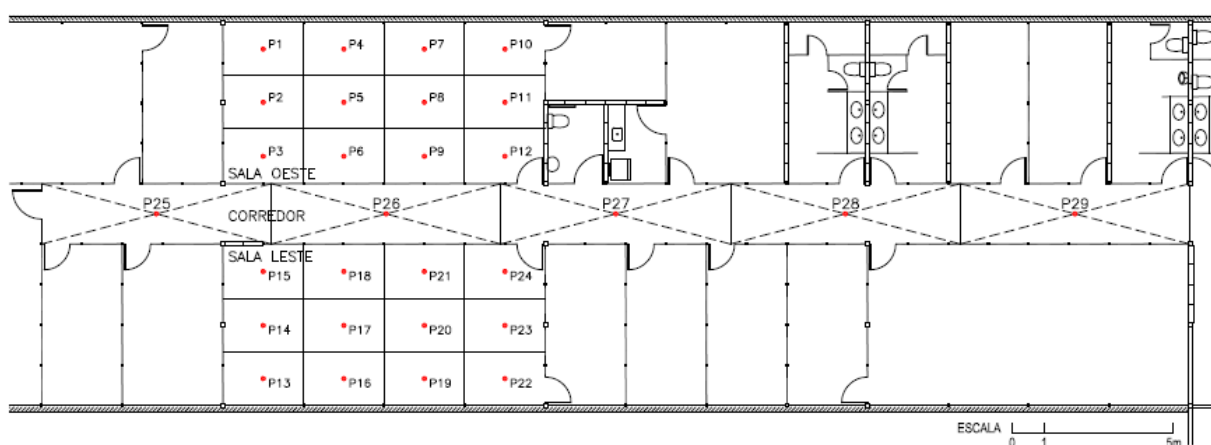


Figura 34 - Planta esquemática com a localização dos pontos de medição para avaliação do conforto térmico.

As primeiras medidas também foram realizadas no dia 13 de setembro, seguindo os mesmos

horários das de iluminação (a partir das 9h, 11h, 15h e 17h). Também foram realizadas medidas externas, antes do início de cada conjunto de medições, para a adoção de valores de referência. Na medição dos pontos de cada sala, o termo-higrômetro e o anemômetro são posicionados a um nível de 1,5m, já que os limites estabelecidos pela NBR 6401/1980 são referentes a essa altura. Como a variação da temperatura em diferentes dias é mais significativa, as medidas foram repetidas em outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro de 15 em 15 dias, aproximadamente (sempre próximo ao dia 1º e 15 de cada mês).

Cada medida de temperatura e umidade foi analisada sobre a carta psicrométrica para a localização das mesmas em relação à zona de conforto definida pela carta.

5.4.3 Conforto acústico

O equipamento utilizado para a medição do nível de ruído nas salas foi um medidor do nível de pressão sonora (decibelímetro), marca Simpson (modelo 886-2, type 2).

Para as medições de conforto acústico foram seguidos os seguintes procedimentos, de acordo com as recomendações da NBR 10151/2000:

- As medições no exterior do edifício foram efetuadas em um ponto a 1,20 m do piso e afastado pelo menos 2 m de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes, etc.;
- As medições nos ambientes internos foram efetuadas nas condições de utilização normal do ambiente, a uma distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis. Para isso, as medidas foram efetuadas nos quatro pontos centrais de cada sala, localizados na área de circulação das mesmas, para que não houvesse interferência das superfícies das estações de trabalho (Figura 35); e
- Os níveis de pressão sonora das salas foram o resultado da média aritmética dos valores medidos nas quatro posições distintas, afastadas aproximadamente 2,5 m entre si.

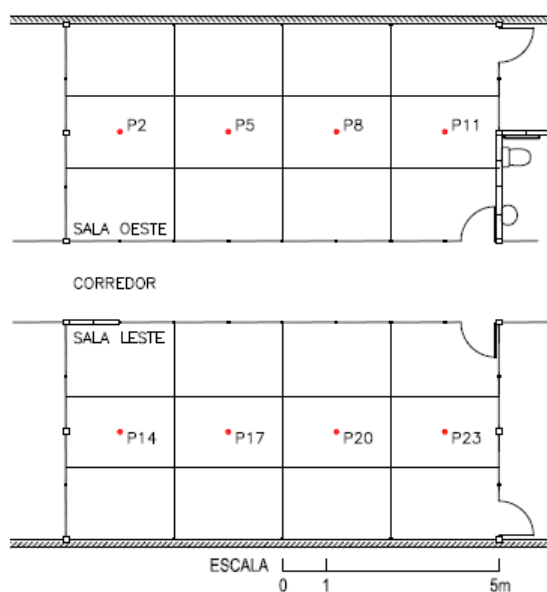


Figura 35 - Planta esquemática de localização dos pontos de medição do nível de pressão sonora dos ambientes.

As medições também foram realizadas no dia 13 de setembro, nos mesmos horários que as de iluminação (a partir das 9h, 11h, 15h e 17h).

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Têm-se, neste capítulo, duas abordagens principais: a primeira destina-se aos resultados da avaliação do edifício sede do TCU-ES; e a segunda, que alimenta o principal objetivo da pesquisa, é voltada para a avaliação da ferramenta proposta, com base na experiência de sua aplicação no estudo de caso desenvolvido.

6.1 Resultados da avaliação do TCU-ES

Como já mencionado, a avaliação do edifício do TCU-ES teve como principal objetivo testar a aplicabilidade da ferramenta proposta. Convém destacar que alguns critérios não puderam ser adequadamente avaliados por razões específicas, como por exemplo: falta de equipamentos; carência de conhecimento específico sobre o assunto ou de pessoal especializado; tempo insuficiente para pesquisa de informações técnicas sobre produtos ou sistemas utilizados na construção do edifício; dentre outras. Entretanto, considera-se que, não sendo o foco da pesquisa chegar ao resultado efetivo do nível de desempenho do edifício e sim, testar a versão zero da ferramenta proposta, o trabalho não foi prejudicado pela eventual insuficiência de dados.

Ainda assim, a avaliação do edifício permitiu comprovar a abrangência e complexidade presentes quando o assunto é “sustentabilidade na construção civil”, permitindo identificar diversas questões a serem contempladas no edifício. Algumas dessas questões são discutidas a seguir, de acordo com os temas de avaliação definidos na ferramenta.

6.1.1 Seleção do sítio, planejamento e desenvolvimento do empreendimento

Dentro desse tema, o melhor desempenho foi obtido no parâmetro *seleção do sítio*, principalmente pela proximidade do empreendimento a ocupações de outros tipos (residencial, comercial, de lazer) e facilidade de acesso por transporte público.

Quanto ao parâmetro *planejamento do empreendimento*, o desempenho foi considerado

negativo, especialmente pela carência de práticas como gestão da água, aproveitamento de água pluvial, coleta seletiva dos resíduos e reciclagem ou re-uso dos mesmos, e orientação adequada do empreendimento no terreno quanto à insolação.

Em relação ao parâmetro *projeto urbano e desenvolvimento do sítio*, destacam-se os critérios relativos ao incentivo de meios de transporte alternativos aos veículos privados, que foram considerados de desempenho negativo. Percebe-se que não há essa preocupação no desenvolvimento do empreendimento, uma vez que não é proposto local específico e seguro para guarda de bicicletas, assim como local de apoio para os que utilizam esse meio de transporte (vestiários), além de serem ofertadas mais vagas de estacionamento de veículos do que o requerido pela norma regulamentadora, o que facilita e incentiva o uso desse meio de transporte privado. Entretanto, é fato que essa ainda é uma prática comum na região de Vitória, onde o sistema de transporte público ainda apresenta deficiências e não se tem uma rede de ciclovias implantada, não sendo oferecidos atrativos para o uso desses meios.

6.1.2 Consumo de energia e recursos

Quanto ao *consumo de energia* o TCU-ES obteve alto nível de desempenho, já que a ferramenta tem maior preocupação quanto ao uso de energia não renovável enquanto que, no Brasil, a principal matriz energética, a hidrelétrica, é considerada renovável. Entretanto, mostra-se assim, a necessidade de serem definidas referências brasileiras mais adequadas para a avaliação desse quesito.

Sem dúvida, o fato de o Brasil ter grande parte da energia produzida advinda de fonte renovável deve ser contemplado, entretanto, alguns estudos (FEARNSIDE, 1995; ELETROBRÁS, 2000) questionam a sua utilização por conta de outros impactos que são produzidos, principalmente quanto ao alagamento de áreas produtivas e liberação de gás carbônico e metano para a atmosfera. Dessa forma, mostra-se importante o incentivo ao uso de fontes alternativas de energia renovável, inclusive produzida no próprio empreendimento, e a redução do consumo, seja de que fonte for (considerando que a melhor energia é aquela que não foi gasta!). Essa redução pode ser alcançada através de soluções arquitetônicas

passivas que busquem minimizar o consumo energético para suprir as necessidades de conforto do usuário (principalmente térmico e visual).

Quanto à utilização de outras fontes de energia renováveis produzidas no local, não há essa preocupação no TCU-ES, mas pode-se constatar no projeto do edifício a busca pela redução do consumo energético por meio de soluções arquitetônicas. Entretanto, não se pôde avaliar o resultado dessas soluções na prática, uma vez que sofreram intervenções não previstas em projeto, na operação do edifício. A principal delas é a não utilização do sistema proposto para ventilação natural das salas, cujas aberturas permanecem fechadas e são condicionadas artificialmente. Apesar de não se poder confirmar, visto que demandaria investigação específica, provavelmente esta prática está correlacionada a não utilização adequada dos elementos sombreadores das aberturas.

Em relação ao *consumo de materiais* a maior dificuldade foi a insuficiência de dados, principalmente quanto às características das fontes dos materiais utilizados na construção. Observa-se que, para a avaliação adequada desse parâmetro, seria necessário um levantamento minucioso de todos os materiais utilizados e pesquisa, junto à equipe de projetistas e fabricantes ou fornecedores, das características e especificações dos mesmos, o que não foi possível realizar nessa etapa do trabalho, pelo tempo que demandaria.

Ainda assim, destaca-se que os critérios avaliados pela ferramenta nesse parâmetro, incentivam, principalmente, o uso de materiais, produtos ou sistemas reutilizados, reciclados, certificados, de origem local, duráveis e que facilitem o futuro desmonte e reutilização. Práticas quanto à durabilidade dos materiais e possibilidade de futura reutilização dos componentes são constatadas no edifício. Entretanto, em relação aos outros critérios, mesmo não tendo sido possível confirmar, vale observar que são preocupações que têm se firmado mais recentemente, não sendo, *provavelmente*, percebidas da mesma maneira que há 10 anos, época da construção do edifício.

Quanto ao *consumo de água* o TCU-ES mostrou-se bastante ineficiente. Além de não se dispor de reaproveitamento de águas pluviais ou cinzas para, pelo menos, irrigação dos

jardins, e dispositivos economizadores de água, o consumo anual extrapola os índices propostos em norma, indicando desperdícios ou presença de alguma falha no sistema hidrossanitário, como vazamentos de água.

6.1.3 Cargas ambientais

Em relação às *emissões de gases de efeito estufa ou outras emissões atmosféricas* não foi possível obter uma avaliação consistente pela carência de dados desse tipo no Brasil, tanto das emissões incorporadas nos materiais de construção, quanto relativas ao tipo de energia utilizada na operação do edifício.

Níveis de desempenho negativos foram obtidos nos parâmetros relativos ao tratamento e gerenciamento dados aos *resíduos sólidos e águas pluviais e residuais*, uma vez que não se notam práticas voltadas para essas questões no edifício. Como exemplo, pode-se citar a carência de uma política de redução de resíduos ou de incentivo à reciclagem e reutilização, não sendo implantada a coleta seletiva dos resíduos. Em relação às águas pluviais e residuais, destacam-se o alto volume de resíduos gerados, uma vez que o consumo de água está acima do nível esperado, o não aproveitamento das águas de chuva e o não tratamento das águas de escoamento provenientes dos estacionamentos e vias.

Quanto aos *impactos no terreno e outros impactos regionais e locais*, o desempenho do TCU-ES foi considerado, em geral, de bom a excelente. O sistema construtivo e a concepção arquitetônica do edifício permitem uma implantação no local sem causar distúrbios significativos nas características naturais do terreno, produzir efeitos incômodos quanto à ventilação e iluminação do entorno (tanto no acesso à iluminação quanto em relação à poluição luminosa), ou provocar efeitos de ilhas de calor, uma vez que possui grande área de jardim e se utilizam cores claras em seus fechamentos.

6.1.4 Qualidade do ambiente interno

Nesse tema foram apresentadas as maiores contradições em relação às expectativas sobre o desempenho do edifício. Apesar de as obras de Lelé terem, em geral, como uma das principais diretrizes o conforto ambiental, a avaliação demonstra que na prática as intenções de projeto não puderam ser concretizadas.

Quanto à *qualidade do ar interno* o nível negativo de desempenho se deu, principalmente, pela falta de monitoramento, incluindo o controle de concentração de CO₂ e de particulados no ambiente, também não sendo possível a medição dos mesmos nesse momento, pela indisponibilidade de equipamento adequado.

Em relação aos itens de *ventilação* os níveis de desempenho não foram considerados satisfatórios, tanto pela avaliação do usuário quanto pelas medições. O sistema de ar-condicionado instalado, tipo *multi-split*, não possibilita a renovação do ar e não proporciona uma movimentação de ar uniforme, ultrapassando os valores máximos de velocidade recomendados nos pontos que estão na direção das saídas de ar do equipamento, e sendo praticamente nulo nas demais áreas. Esse problema acaba acarretando, também, desconforto térmico de grande parte dos usuários, comprovado pelas medições de *temperatura do ar e umidade relativa* das salas.

Entretanto, como já mencionado anteriormente, o edifício foi projetado contemplando um sistema de ventilação natural que não é utilizado, mantendo-se as aberturas permanentemente fechadas e lançando-se mão do condicionamento artificial. É possível que o uso constante do ar condicionado esteja mais relacionado a questões de hábitos e cultura dos usuários do que, efetivamente, ineficiência térmica da edificação. Nota-se, por exemplo, que os brises das fachadas, que possuem a finalidade de sombrear as aberturas diminuindo a carga térmica do edifício, não são adequadamente operados e que, provavelmente, se estivessem cumprindo a sua função, a sensação de desconforto seria minimizada.

Quanto à *iluminação*, apesar de o edifício possuir muitas aberturas para captação de luz

natural, os níveis de iluminância não atendem aos requeridos em norma. Mais uma vez, isso pode estar correlacionado a intervenções sofridas pelo edifício em sua fase de operação. Provavelmente também pela não utilização correta dos brises, foram instaladas películas sombreadoras nos vidros (do tipo *insulfilm*), que diminuem o nível de iluminação das áreas de trabalho. Os usuários argumentam, ainda, que se fecharem os brises, terão a vista para o exterior prejudicada.

Em relação à *acústica*, nota-se maior desconforto em relação aos ruídos internos que atravessam as divisórias entre os ambientes, do que por ruídos de origem externa ao edifício. A fonte principal de ruído externo é a Avenida Nossa Senhora dos Navegantes, mas como o edifício possui um afastamento generoso a partir dessa via, de aproximadamente 45 metros, os níveis de ruído ambientes são satisfatórios.

6.1.5 Qualidade dos serviços

Nesse tema, foi considerado um nível bom de desempenho nas categorias *funcionalidade e eficiência* e *flexibilidade e adaptabilidade*, devido, principalmente ao sistema construtivo adotado, racional, modulado, conformando áreas livres separadas por divisórias e mantendo diversos elementos aparentes, o que facilita o acesso aos mesmos, como as instalações.

Quanto à *controlabilidade*, que diz respeito à capacidade de controlar individualmente ou parcialmente os sistemas técnicos do edifício e gerenciar os mesmos, o desempenho foi considerado negativo, já que essa possibilidade é nula. Essa carência é ressaltada nas próprias salas de trabalho, onde são dispostas 9 luminárias, distribuídas em 3 fileiras, que só podem ser acesas de uma vez só. Um controle parcial permitiria que, pelo menos as mais próximas às aberturas, pudessem permanecer apagadas durante os horários em que se dispõe de luz natural.

Em relação à *manutenção do desempenho de operação*, a principal deficiência é a falta de monitoramento do desempenho, por exemplo, quanto ao consumo de energia e água e qualidade do ar. Não havendo esse monitoramento e controle registrado, também não há

planos de incentivo para redução do consumo e melhoria do desempenho. Outro item não contemplado, e que, sem dúvida, é notória sua carência, é a orientação e informação dos usuários quanto à correta operação do edifício, conforme mencionado anteriormente.

Pelo fato de o edifício ser projetado e construído segundo padrões do CTRS, considera-se que, já que se trata de um centro de tecnologia, é provável que tenha passado por um controle de qualidade e esteja de acordo com padrões de boas práticas construtivas do mercado. Bom desempenho é alcançado, também, por ter sido planejado de forma a permitir fácil acesso para manutenção de seus componentes. Entretanto, ainda assim, o edifício apresenta alguma dificuldade de conservação, principalmente dos elementos metálicos que sofrem com a maresia do local.

6.1.6 Aspectos sociais e econômicos

Nesse tema os melhores níveis de desempenho foram alcançados em relação aos *aspectos sociais*, principalmente pela acessibilidade garantida, em grande parte, aos portadores de necessidades especiais; pelo acesso à vista do exterior, item geralmente relacionado à melhoria do conforto do usuário; e pela utilidade social de sua função principal, já que se trata de um órgão público.

Entretanto, práticas não implantadas no edifício em relação a esse parâmetro, são: escolha dos produtos utilizados (nesse caso, para a manutenção do edifício, já que o mesmo já está construído) que não apresentem em sua cadeia produtiva prática de informalidade, seja trabalhista ou fiscal; e o controle dos impactos das melhorias quanto ao desempenho sustentável sobre a produtividade dos funcionários. Quanto a isso, seria necessário que se tivesse intenções de melhoria do desempenho e a avaliação da implantação das mesmas, o que não era o caso do TCU-ES, que passa por essa avaliação por interesse desta pesquisa e não dos responsáveis pela operação do edifício.

Quanto aos *aspectos econômicos*, não foi possível realizar uma avaliação consistente, mais uma vez, pela falta de dados de referência brasileiros. A estimativa dos custos de manutenção do

edifício do TCU-ES no ano de 2007 é muito superior do que a marca de referência *default* da *SBTool*, conferindo-lhe desempenho negativo. Entretanto, é necessário adequar essa referência para a realidade brasileira para se garantir que o parâmetro de comparação esteja de acordo com as práticas regionais.

6.1.7 Aspectos culturais e perceptivos

Para esse tema foi encontrada certa dificuldade de se definir referências por se tratar de uma questão de relativa subjetividade, principalmente na avaliação da *relação do projeto com a paisagem urbana existente* e da *compatibilidade do projeto urbano com os valores culturais locais*. Apesar de ter características bastante peculiares, o desempenho do edifício foi considerado bom, uma vez que, grande parte de suas características arquitetônicas – como altura, volume, implantação, afastamentos – são compatíveis com o desenho urbano e edificações adjacentes, além de funcional e esteticamente ser considerado coerente com o local de inserção.

6.1.8 Resultado geral da avaliação do TCU-ES

Em síntese, o desempenho do edifício sede da Secretaria do TCU-ES foi considerado bom, mas não muito superior a um desempenho mínimo, obtendo um total geral de 1,22. Conforme mencionado anteriormente, esse valor não pode ser considerado, ainda, consistente, uma vez que alguns dados não puderam ser coletados, e outros não estão disponíveis ou necessitam de parâmetros de referência mais adequados ao Brasil. Entretanto, já se pode perceber que há muitas questões a serem contempladas quanto à sustentabilidade e que, apesar do edifício do TCU-ES apresentar características peculiares que podem ser associadas a essas questões, há muitas outras ainda desconsideradas que puderam ser identificadas com a avaliação.

Deve-se também ressaltar, mais uma vez, que o edifício, provavelmente, não foi projetado visando à sustentabilidade, uma vez que essa prática pode ser considerada uma preocupação mais recente. Entretanto, nota-se que diversas questões voltadas para o modo de operação do

edifício podem ser aprimoradas nesse momento. Algumas questões, por exemplo, necessitariam pequenas adaptações ou mudanças de hábitos, podendo-se citar:

- Instalação de sensores de presença e re-organização de circuitos, de forma que apenas as luminárias necessárias sejam acesas, economizando-se energia;
- Estudo de um sistema mais eficiente para climatização das salas, uma vez que o sistema instalado, do tipo *multi-split*, não satisfaz as necessidades de conforto dos usuários do TCU-ES, além de não permitir, da forma como está sendo usado, a renovação do ar;
- Estudo da possibilidade de automatização dos brises ou presença de funcionário responsável pelo posicionamento adequado dos mesmos, de forma a manter as aberturas sombreadas, diminuindo a carga térmica dos ambientes;
- Implantação de sistemas economizadores de água, como sensores nas torneiras, e coleta e armazenagem de água pluvial, no mínimo para re-utilização na irrigação dos jardins e lavagem de carros (prática observada no local);
- Implantação de coleta seletiva de resíduos, buscando-se destinação adequada para os mesmos, visando seu reuso ou reciclagem;
- Implantação de práticas de gerenciamento e monitoramento do desempenho do edifício, principalmente quanto às condições de conforto e de qualidade do ambiente oferecidas aos usuários, assim como consumo de água e energia; e
- Implantação de políticas de re-educação ou orientação dos usuários quanto às práticas de sustentabilidade, como incentivo à redução do consumo e produção de resíduos, uso de meios de transporte alternativos ou coletivos, operação adequada do edifício.

6.2 Avaliação da Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool

A avaliação da ferramenta proposta foi elaborada a partir da experiência de sua aplicação na avaliação do edifício sede do TCU-ES, passando, também, pela análise prévia e informal de

dois arquitetos da equipe do Laboratório de Planejamento e Projetos da UFES a fim de verificar, principalmente, a facilidade de sua compreensão¹². A avaliação teve como base as três questões consideradas no seu desenvolvimento: critérios contemplados, marcas de referência e limites da avaliação; estrutura da avaliação e sistema de pontuação; e apresentação dos resultados. A discussão sobre esses três pontos principais é apresentada nos itens a seguir.

6.2.1 Critérios contemplados, marcas de referência e limites da avaliação

Quanto aos critérios de avaliação, a ferramenta mostrou-se bastante abrangente e, em geral, bastante compreensível. Entretanto, em alguns temas ainda se mostraram inadequados, seja pelo enfoque dado ou por sua marca de referência, podendo-se citar:

- Consumo de energia (não renovável ou renovável) – nesse quesito a preocupação fundamental da avaliação é voltada para o consumo de energia não-renovável, enquanto que a principal matriz energética do país, a hidrelétrica, é considerada renovável. Dessa forma, mostra-se necessário redefinir os critérios de avaliação e suas marcas de referência de maneira a contemplar essa questão. Outra dificuldade é a definição da energia incorporada nos materiais de construção que demanda o desenvolvimento de um banco de dados de LCA consistente e disponível para alimentar a avaliação.
- Emissões de gases de efeito estufa ou outras emissões atmosféricas – nesses parâmetros os critérios foram considerados relevantes e adequados, entretanto, não se tem dados para alimentá-los, provenientes, principalmente de avaliações de LCA, e, conseqüentemente, referências adequadas de acordo com os materiais e tipo de energia utilizados no Brasil.
- Custo e economia – conforme mencionado, especialmente em países em desenvolvimento, os critérios econômicos não podem ser deixados à parte da avaliação,

¹² Os arquitetos que participaram da pesquisa são graduados há cerca de 1 ano e possuem algum conhecimento dos conceitos de sustentabilidade na construção civil, participando de pesquisas e projetos nessa área.

sendo necessário o levantamento de práticas e valores coerentes e usuais no contexto em que se aplica, para a definição de referências brasileiras ou, até mesmo, regionais.

- Relação do projeto com a paisagem urbana existente e compatibilidade do projeto urbano com os valores culturais locais – as referências propostas foram consideradas de relativa subjetividade, encontrando-se certa dificuldade em defini-las com maior precisão. Entretanto, considera-se que, mesmo ainda sendo uma abordagem superficial, baseada, principalmente, em uma avaliação não mensurável, tem sua contribuição para a avaliação.

Apesar de ainda considerados inadequados – o que, inclusive, já era previsto que acontecesse – optou-se por manter esses critérios na avaliação julgando que sejam relevantes para a avaliação de edifícios brasileiros, assim como são em países estrangeiros, sendo necessário que sejam adequados ou aprimorados. Espera-se, assim, evidenciar essa necessidade e, por conseguinte, incentivar o desenvolvimento desses critérios e do banco de dados brasileiros correspondente, o que é considerado sugestão para a continuidade da pesquisa.

6.2.2 Estrutura da avaliação e sistema de pontuação

A estrutura de organização da planilha de avaliação mostrou-se de fácil apreensão e eficiente para a organização dos dados. Quanto ao sistema de pontuação, dois aspectos são destacados:

- O sistema de ponderação proposto é bastante coerente e relevante, permitindo fornecer uma avaliação não só abrangente, mas de acordo com os diferentes níveis de impacto de cada critério considerado. Porém, é necessário o aprofundamento do estudo para que os pesos sejam propostos considerando a realidade brasileira e suas nuances regionais.
- A escala de graduação de desempenho foi considerada adequada, entretanto, em alguns momentos, sentiu-se falta de um nível intermediário entre o “0” e o “+3”, tendo-se suprido essa deficiência, em geral, com a qualificação nominal de cada valor numérico.

6.2.3 Apresentação dos resultados

Conforme já mencionado, o valor numérico do nível de desempenho alcançado por meio da ferramenta proposta ainda não pode ser considerado consistente, uma vez que alguns dados ainda não estão disponíveis ou necessitam de parâmetros de referência mais adequados ao Brasil. Entretanto, esse índice permite fornecer, de acordo com a escala de graduação proposta, uma qualificação preliminar em relação a um desempenho mínimo. Ou seja, em relação às práticas comuns ou exigidas em normas regulamentadoras específicas, pode-se ter um “posicionamento” do desempenho do edifício, que pode estar acima, abaixo, ou mesmo, ser consideravelmente superior. O resultado gráfico, por sua vez, cumpre a função visual, facilitando a interpretação dos dados.

Dessa forma, pode-se começar a formar um panorama do estoque construído regional, que servirá de base de referência para as demais construções. Sem dúvida, esses parâmetros devem ser constantemente aprimorados buscando incentivar a contínua melhoria do desempenho sustentável dos edifícios. Com os resultados parciais, obtém-se, além disso, um panorama das práticas do edifício em relação a cada tema da avaliação, podendo-se identificar ou diagnosticar pontos a serem trabalhados.

6.2.4 Considerações finais sobre a Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool

Ressalta-se, aqui, que a ferramenta experimental proposta ainda é fundamentalmente baseada na *SBTool*, não se esperando, portanto, vangloriar-se de sua originalidade. Entretanto, considera-se que a união da base metodológica fornecida pela *SBTool*, voltada para o desenvolvimento científico, com outros dois métodos voltados essencialmente para o mercado, o LEED e o AQUA, sendo o segundo já adaptado à realidade brasileira, forneceu uma fundamentação sólida para essa proposta de caráter preliminar. Em geral, foram obtidos resultados positivos quanto à sua aplicação, considerando questões como facilidade de apreensão, linguagem acessível, organização estrutural simples e clara, e sistema de pontuação criterioso.

Sem dúvida, pela abrangência da avaliação, são requeridos o apoio de profissionais especializados

e a adoção de métodos de avaliação paralelos para a obtenção de dados específicos, para que se possa alimentar a ferramenta consistentemente. Os critérios que ainda não possuem banco de dados disponível no Brasil, não sendo possível sua adequada avaliação, foram mantidos visando incentivar a sua formação, esperando-se, dessa forma, que novas versões da *Ferramenta ASUS* possam ser desenvolvidas, aprimorando-se os pontos falhos. Cumpre-se, assim, com o objetivo fundamental da proposta que não visa certificar ou classificar edifícios, mas sim, contribuir com um instrumento capaz de fornecer critérios de referência para os profissionais do setor, a fim de buscar a contínua melhoria do desempenho sustentável de edifícios.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa – propor a base preliminar de um instrumento para avaliação da sustentabilidade de edifícios em uso no Brasil, tomando como partido a ferramenta *SBTool* – considera-se alcançado. Vê-se na proposta da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool* a possibilidade de desenvolvimento de um método adequado para o Brasil, que permita abranger as diversas questões envolvidas no tema, tratando as prioridades específicas de cada uma delas.

Para isso, é essencial conhecer as necessidades locais e levar em consideração o contexto em que se trabalha. Sabe-se que os métodos e definições internacionais não são integralmente aplicáveis ao Brasil, pois tratam de realidades distintas. Dessa forma, o levantamento de aspectos relevantes voltados para a realidade brasileira contribui para o desenvolvimento de métodos próprios e adequados para o Brasil.

Não se tendo como meta a certificação e classificação de edifícios, permitiu-se uma primeira aproximação ao assunto cumprindo os objetivos específicos da pesquisa, como: a revisão da literatura disponível referente à conceituação da sustentabilidade de edifícios; o reconhecimento do panorama geral dos principais métodos existentes de avaliação ambiental dos mesmos; o estudo da ferramenta *SBTool*; e por fim, a proposta preliminar da ferramenta e o seu teste de aplicação com o desenvolvimento do estudo de caso no edifício sede do TCU-ES. Fornece-se, assim, conteúdo para o contínuo desenvolvimento do tema no Brasil.

Dentre as sugestões para a continuidade da pesquisa, destacam-se:

- Desenvolvimento de base de dados, principalmente referente à análise do ciclo de vida (LCA) dos materiais de construção e das fontes energéticas utilizadas para operação dos edifícios;
- Estudo da possibilidade de se acrescentar, como parâmetro de eficiência energética, a classificação obtida pela “Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos”, que estipula requisitos relativos à

eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, à eficiência do sistema de condicionamento do ar e ao desempenho da envoltória, em níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Parte do programa Procel EDIFICA, da Eletrobrás, essa etiquetagem ainda de caráter voluntário para edificações novas e existentes, passará a ser obrigatória para edifícios novos no prazo máximo de 5 anos a partir da data em que passe a vigorar (LABEEE-UFSC, 2008). Dessa forma, pode-se tornar uma referência a ser acrescentada à *Ferramenta ASUS*;

- Aprimoramento de outras marcas de referência que ainda se mostram inadequadas, de acordo com as práticas construtivas regionais;
- Definição de um método de ponderação de relevância dos critérios, atribuindo-se pesos adequados para os mesmos, como também para as categorias e temas de avaliação; e
- Continuidade do estudo e desenvolvimento da ferramenta a fim de capacitar a mesma para aplicação na avaliação de outras fases do ciclo de vida do edifício, antevendo-se a possibilidade de desenvolvimento de um importante instrumento de auxílio de projeto, assim como, na avaliação de edifícios com outros tipos de ocupação, uma vez que essa proposta é voltada, a princípio, para edifícios de escritórios ou de serviço público.

Apesar de os sistemas de certificação ou classificação de edifícios, a princípio, terem o propósito de incentivar a melhoria do desempenho sustentável do estoque construído, vê-se que na prática o seu alcance é sobre uma população ainda reduzida, sendo mais um instrumento de *marketing* do que, propriamente, de visões ambientais. A enorme parcela de informalidade no setor da construção civil no Brasil, que não faz parte dessa população alcançada pelos métodos de certificação, ainda é um grande desafio a ser vencido. Portanto, um instrumento de avaliação das práticas atuais, podendo se tornar um instrumento de auxílio de projeto para profissionais interessados no assunto, parece uma proposta mais coerente com a realidade do país.

Por fim, definir o que significa construção sustentável é uma tarefa difícil, pois as

possibilidades são diversas e o desenvolvimento de soluções imprescindível, num campo tão abrangente como o da arquitetura e da construção civil. Contudo, considera-se que o bom senso e a curiosidade por exemplos de boa prática sejam fundamentais para a construção de uma arquitetura mais eficiente e engajada com as necessidades do homem e do meio ambiente que o cerca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASZADEH, S.; ZAGREUS, L.; LEHRER, D.; HUIZENGA, C. Occupant Satisfaction with Indoor Environmental Quality in Green Buildings. **Proceedings of Healthy Buildings**, Lisboa, v. 3, p. 365-370, 2006.

BALDWIN, R.; YATES, A.; HOWARD, N.; RAO, S. **BREEAM 98 for Offices: an Environmental Assessment Method for Office Buildings**. Garston: CRC, 36 p. 1998. (BRE Report)

BOONSTRA, Chiel; PETTERSEN, Trine Dyrstad. Tools for Environmental Assessment of Existing Buildings. **UNEP Industry and Environment**, [S.l.] p. 80-83, abril – setembro 2003.

BRUNTLAND, G. H. (Ed.). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University Press, 398 p. 1987.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT GLOBAL – BRE GLOBAL. **BRE Environmental & Sustainability Standard: BREEAM Offices 2008 Assessor Manual**. [S.l.] 2008. (Technical Guidance Documents)

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. – ELETROBRÁS, DEA, DEAA (Coord.: ROSA, Luiz Pinguelli). **Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros: relatório final**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2000.

CEPINHA, Eloísa; RODRIGUES, Marta. **Sistemas de avaliação na construção sustentável: Edifício do Instituto do Ambiente - Aplicação do *Green Building Tool***. 2003. 53 f. Relatório Final (Licenciatura em Engenharia do Ambiente). Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2003.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos: Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CSILLAG, Diana; JOHN, Vanderley M. Análise das Práticas para Construção Sustentável na América Latina. *In*: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Florianópolis, 2006. **Anais..** Florianópolis: ANTAC, 2006, p. 3609-3618. (Publicado em CD-ROM)

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Aço e Arquitetura: Estudo de Edificações no Brasil**. São

Paulo: Zigurate, 2001.

EDWARDS, Brian; HYETT, Paul (Co.). **Guia básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

FEARNSIDE, Philip M. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. **Environmental Conservation**, v. 22(1), p. 7-19. 1995. (preprint)

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI - FCAV. **Referencial técnico de certificação "Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA"**: Escritórios e Edifícios escolares. São Paulo: FCAV, out. 2007. (Versão 0)

GOMES, Vanessa; SILVA, Maristela. Development of an assessment method for office buildings in Brasil: broadening focus from environmental to sustainability. *In: THE 2005 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE*. Tokio, 2005. **Anais..** Tokio: iiSBE, 2005, p. 1994-1999. (Publicado em CD-ROM)

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBCB. **Delboni recebe certificado LEED NC Silver**. set. 2008a. Seção Notícias. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php?pag=noticia_full.php&id=72>. Acesso em: 17 set. 2008.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBCB. **Histórico**. 2008b. Seção Certificação. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php?pag=certificacao.php>>. Acesso em: 17 set. 2008.

GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA – GBCA. **Green Star Diffusion: Architecture**. Sydney: GBCA, 2005.

HAMILTON, Mark. **Cliff Palace 2**. 2000. Disponível em: <http://pt.trekearth.com/gallery/North_America/United_States/West/Colorado/mesa_verde/photo81468.htm>. Acesso em: 16 mai. 2007.

HUIZENGA, C.; ABBASZADEH, S.; ZAGREUS, L.; ARENS, E. Air Quality and Thermal Comfort in Office Buildings: Results of a Large Indoor Environmental Quality Survey. **Proceedings of Healthy Buildings**, Lisboa, v. 3, p. 393-397, 2006.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (Ed.). Agenda 21 on Sustainable Construction. **CIB Report Publication**

237. Rotterdam: CIB, July 1999.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB; UNITED NATIONS PROGRAMME, INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE – UNEP-IETC (Eds.). Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: a discussion document. **BOUTEK Report n° Bou/E0204**. Pretoria: CIB/UNEP-IETC, 2002.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR SUSTAINABLE BUILDING ENVIRONMENT – IISBE. **An Overview of SBTool September 2007 Release**. [S.l.] Sep. 2007a. (SBTool Notes)

JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM – JSBC (Ed.). **CASBEE for New Construction** - Technical Manual 2004 Edition. Tokio: Institute for Building Environment and Energy Conservation – IBEC, 2005.

JOHN, Vanderley; SILVA, Vanessa Gomes; AGOPYAN, Vahan. Agenda 21: uma proposta de discussão para o *construbusiness* brasileiro. In: II ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINOAMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. Canela, 2001. **Anais..** Canela: ANTAC/UFRGS, 2001, p. 91-98.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – LABEEE-UFSC. **Regulamentação para Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Eletrobrás, ago. 2008.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2. ed. rev. São Paulo: ProLivros, 2004.

LATORRACA, Giancarlo (Org./Ed.). **João Filgueiras Lima, Lelé**. São Paulo: Editorial Blau/ Instituto Lina Bo e P. M. Bardi, 1999.

LEITE, Brenda Chaves Coelho. **Análise do Desempenho de Edifícios de Escritórios Automatizados Através da Avaliação Pós-Ocupação**. 1997. 385 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MASCARÓ, Lucía Raffo de. **Luz, clima e arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1983.

MILANEZ, Fernando; MENDONÇA DE SOUZA, Maria Helena; MESQUITA, Adriana (Trad.). **Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance**. Rio de Janeiro: INEE, out. 2001.

MÜLFARTH, Roberta C. Kronka. **Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental**. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, Alberto; NICOLÓSI, Marcelo. Sistemas estrangeiros de avaliação abrem discussão sobre os caminhos para a certificação. **Sistemas Prediais**, São Paulo, ano I, n. 5, p. 13-18, mar./abr. 2008. Seção Especial Certificação.

O IMPACTO dos Green Buildings no Brasil. **Revista Abrava**, São Paulo, ano 32, ed. 254, p. 16-21, mar. 2008. Seção Panorama Setorial: Eficiência energética.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; BRUNA, Gilda Collet; CRUZ, Antero de Oliveira. Nível de Satisfação dos usuários de um edifício de escritórios convencional em São Paulo: Um exercício didático. **Textos do Laboratório de Psicologia Ambiental**. Brasília: Instituto de Psicologia - Universidade de Brasília, v. 4, n. 17, p. 1-8, 1995.

PANK, Will; GIRARDET, Herbert; COX, Greg. **Tall Buildings and Sustainability: The Corporation of London**. London: Corporation of London, 2002.

PINHAL, Paulo Sérgio. **Sistemática de APO – Avaliação Pós Ocupação em Instituição de Ensino Superior**. 2002. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá, 2002.

POLACK, Marcel. **The Gherkin**. 2007. Disponível em: <http://pt.trekearth.com/gallery/Europe/United_Kingdom/England/London/photo637642.htm>. Acesso em: 20 mai. 2007.

PRADO, Thays. AQUA: primeiro referencial técnico brasileiro para construções sustentáveis. **Planeta Sustentável**. 9 abr. 2008. Seção Construções Sustentáveis. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_275506.shtml>. Acesso em: 13 out. 2008.

RECAMÁN, Luiz. Lelé e a Arquitetura Moderna Brasileira. **Fala, Brasil!** 12 abr. 2005. Seção Artigos. Disponível em: <<http://www.brazil-brasil.com/content/view/350/44/>>. Acesso em: 12 fev. 2006.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe (Ed./Co.). **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coleção Habitare)

RYAN, Daniel. **Menara Mesiniaga**. 2007. Disponível em: <http://www.flickr.com/photos/its_daniel/385290920/>. Acesso em: 16 mai. 2007.

SADURA, Henryk. **Cliff Palace**. 2006. Disponível em: <http://pt.trekearth.com/gallery/North_America/United_States/West/Colorado/Mesa_Verde_National_Park/photo421280.htm>. Acesso em: 16 mai. 2007.

SCHEUER, Chris W.; KEOLEIAN, Gregory A. **Evaluation of LEED™ Using Life Cycle Assessment Methods**. Michigan: National Institute Of Standards And Technology, 2002.

SILVA, Vanessa Gomes; SILVA, Maristela Gomes; AGOPYAN, Vahan. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003.

SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. 210 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, Vanessa Gomes. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. **Revista Qualidade na Construção**. São Paulo: SINDUSCON-SP, n. 25, p. 14-22, ago. 2000.

SILVA, Vanessa Gomes. Sustainability Assessment of Buildings: Would LEED Lead Brazil Anywhere? *In*: CIB WORLD BUILDING CONFERENCE 2007: CONSTRUCTION FOR DEVELOPMENT. **Proceedings**. Cape Town, South África: The International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), 14-18 de maio de 2007 (Publicado em CD-Rom).

SILVA, Vanessa Gomes; SILVA, Maristela Gomes Sustainable building: perspectives for implementation in Latin América. *In*: YANG, Jay; BRANDON, Peter S.; SIDWELL, A. C. (Eds.). **Smart and Sustainable Built Environments**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005, p. 14-22.

SOCIETY FOR TOXICOLOGY AND CHEMISTRY – SETAC (eds: FAVA, J. *et al.*). **A technical framework for Life-Cycle Assessment**. Washington, D.C. SETAC, 134 p. 1991.

SOUZA, Ana Dieuzeide Santos; SILVA, Maristela Gomes da; SILVA, Vanessa Gomes da. Avaliação da Sustentabilidade do Edifício Sede do Tribunal de Contas da União no Espírito Santo: Discussão Preliminar sobre Metodologia para Avaliação na Etapa de Uso e Operação. *In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS*, Campo Grande, 2007. **Anais..** Campo Grande: ANTAC, 2007. p.471 – 480.

US GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **LEED-EB** - LEED® for Existing Buildings. Washington: USGBC, 2005a. (Informational Brochure).

US GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **LEED-EB Green Building Rating System For Existing Buildings Upgrades, Operations and Maintenance** – Version 2.0. July 2005b.

VOORDT, Theo JM van der; WEGWN, Herman BR van. **Architecture In Use**: An introduction to the programming, design and evaluation of buildings. Oxford: Elsevier, 2005.

ZAGREUS, Leah; HUIZENGA, Charlie; ARENS, Edward; LEHRER, David. Listening to the Occupants: a Web-based Indoor Environmental Quality Survey. **Indoor Air**, Denmark, n. 14, p. 65-74, 2004.

Homepages

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT LTD. – BRE. **BREEAM**: BRE Environmental Assessment Method. 2007. Disponível em: <<http://www.breeam.org/index.jsp>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

GLOBAL ENVIRONMENTAL ALLIANCE FOR CONSTRUCTION. Disponível em: <<http://www.geaconstruction.com/>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **GBC Brasil**: Construindo um futuro sustentável. 2008. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA – GBCA. 2008. Disponível em: <<http://www.gbca.org.au/>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

JAPAN GREENBUILD COUNCIL – JAGBC; JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM – JSBC. **CASBEE**: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency. 2008. Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/>>

english/index.htm>. Acesso em: 16 nov. 2008.

LARSSON, Nils (Ed.). **Energy and Environmental Issues in the Building Sector**. Disponível em: <<http://www.iisbe.org/>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Center for the Built Environment**: Industry/University Research Collaboration. 2006. Disponível em: <<http://www.cbe.berkeley.edu/index.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. 2008. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/Default.aspx>> Acesso em: 16 nov. 2008.

Software – Ferramenta SBTool

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR SUSTAINABLE BUILDING ENVIRONMENT – IISBE. **SBT07_A**. Planilha *Excel*. Versão out. 2007b.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR SUSTAINABLE BUILDING ENVIRONMENT – IISBE. **SBT07_B**. Planilha *Excel*. Versão out. 2007c.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR SUSTAINABLE BUILDING ENVIRONMENT – IISBE. **SBT07_C**. Planilha *Excel*. Versão out. 2007d.

APÊNDICE A – FERRAMENTA ASUS – VERSÃO ZERO/SBTOOL

FERRAMENTA ASUS - VERSÃO ZERO/SBTool						
DADOS INICIAIS						
Nome do empreendimento: TCU-ES				Local: Enseada do Suá, Vitória-ES		
Tipo de uso: Escritórios				Área do terreno: 5160 m²		
População: 34				Área construída total: 1023 m²		
Consumo anual de energia: 83203 kWh				Área construída útil (área de piso): 991 m²		
Consumo anual de água: 1074 m³				Área de projeção: 906 m²		
Dias úteis no ano: 250				Área verde: 2977 m²		
TEMAS DE AVALIAÇÃO						PESOS
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO						10%
B. CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS						20%
C. CARGAS AMBIENTAIS						25%
D. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO						20%
E. QUALIDADE DOS SERVIÇOS						15%
F. ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS						7%
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS						3%
-1 Prática negativa	0 Desempenho mínimo	+3 Desempenho bom	+5 Prática de excelência	PESO (%)	NOTA	OBSERVAÇÕES Anotações/Justificativas
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO						10%
A1. SELEÇÃO DO SÍTIO						30%
<i>A1.1. Valor ecológico do local antes da implantação do empreendimento</i>						
Fauna e flora existente no sítio – quanto mais rica menos desejável é a intervenção (SBTool, 2007).				12,5	0	

A1.2. Valor agrícola da terra antes da implantação do empreendimento			
Valor agrícola do sítio – quanto maior menos desejável é a intervenção (SBTool, 2007).	12,5	5	Trata-se de região urbana, não havendo prática ou valor agrícola.
A1.3. Vulnerabilidade do solo à inundação			
Conhecimento de ocorrências registradas durante os últimos 10 anos (tempo mínimo para série histórica climática), dados pluviométricos, condições de drenagem e infiltração do solo (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	12,5	5	Nenhuma ocorrência registrada nos últimos 10 anos e a taxa de permeabilidade do terreno é bem superior ao mínimo estipulado.
A1.4. Potencial de contaminação de corpos de água próximos			
Probabilidade de contaminação de corpos de água (consideração de fatores como proximidade - até 75m, segundo SBTool - facilidade de percolação pelo tipo de solo, tipo de efluente gerado, ou outros).	12,5	3	A distância entre o limite do terreno até a baía é de, aproximadamente, 90m e os efluentes, no caso de eventual vazamento, não são considerados de contaminação significativa.
A1.5. Estado de contaminação do solo antes da implantação do empreendimento			
Contaminação do sítio – é desejável o aproveitamento de solos contaminados (que não possuem mais valor ecológico) para intervenções (SBTool, 2007).			Requer melhor definição do parâmetro.
A1.6. Proximidade do sítio ao transporte público			
Facilidade de acesso por transporte público – considerando 500m uma distância máxima a ser percorrida até o ponto de acesso (0) (SBTool, 2007).	12,5	5	Aproximadamente 250m de distância do ponto de ônibus mais próximo.
A1.7. Distância até centros de emprego ou ocupações habitacionais			
Proximidade a outros tipos de ocupação – incentivo à ocupação de usos mistos do espaço, considerando 5000 m a distância máxima a ser percorrida (0) (SBTool, 2007).	12,5	5	Menos de 1000m de distância de área residencial e comercial.
A1.8. Proximidade a instalações comerciais e culturais			
Proximidade a centros de alimentação, e outras necessidades comerciais e culturais - considerando 3000 m a distância máxima a ser percorrida (0) (SBTool, 2007).	12,5	5	Menos de 1000m de distância de área comercial.

A1.9. Proximidade a instalações de recreação pública			
Proximidade a espaço público verde e aberto adequado para recreação e esportes - considerando 1000 m a distância máxima a ser percorrida (0) (SBTool, 2007).	12,5	5	Localizado ao lado da Praça do Papa.
TOTAL A1	4,125		TOTAL A1 PONDERADO 1,238
A2. PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO			35%
A2.1. Possibilidade de uso de renováveis			
Estudo da possibilidade de uso de tecnologias de energia renovável – considerando (0) o estudo de pelo menos uma tecnologia (SBTool, 2007).	0		NA - Não corresponde à fase de uso e operação. Não há informação a respeito de ter sido estudada a possibilidade de uso de tecnologias de energia renovável.
A2.2. Uso de Processo Integrado de Projeto			
Desenvolvimento de plano para implementação de Processo Integrado de Projeto e nível de detalhamento do mesmo (SBTool, 2007).	0		NA - Não corresponde à fase de uso e operação. Não há informação a respeito de ter sido implantado um Processo Integrado de Projeto.
A2.3. Potencial de impacto ambiental do desenvolvimento do empreendimento			
Desenvolvimento de relatório de Avaliação de Impacto Ambiental e nível de detalhamento do mesmo (SBTool, 2007).	14	-1	Não há documentado um relatório de Avaliação de Impacto Ambiental.
A2.4. Provisão de sistema de gerenciamento de água superficial			
Plano de gerenciamento das águas superficiais (cursos naturais de água, áreas pavimentadas e ajardinadas, e águas pluviais), incluindo sua percolação para o solo, e nível de detalhamento do mesmo (SBTool, 2007).	7,5	-1	Não há conhecimento de plano ou prática de gestão das águas do terreno.
Ações para limitar o escoamento das águas pluviais, como por exemplo: conhecimento dos dados pluviométricos e do solo, sistemas de infiltração e de retenção implantados, coeficiente de impermeabilização, e gestão da retenção (FCAV, 2007).	7,5	3	Não há gerenciamento do escoamento das águas, mas há bastante área permeável no terreno.

A2.5. Disponibilidade de sistema de tratamento de água potável			
Exploração racional e coerente das redes e recursos disponíveis no local (FCAV, 2007).	7,5	3	Coerência com as redes e recursos disponíveis, mas não há um consumo tão racional.
Abastecimento de água e nível de qualidade da mesma em todas as unidades do empreendimento (SBTool, 2007).	7,5	5	Todas as unidades são abastecidas com água de qualidade aceitável.
A2.6. Disponibilidade de sistema de separação de água cinza/potável			
Armazenagem separada de água para as necessidades de uso e água de chuva ou cinza para vasos sanitários e irrigação, e medição separada para todas as unidades – considerando (0) pelo menos a armazenagem separada da água de chuva ou cinza para irrigação (SBTool, 2007).	14	-1	Não há coleta de água pluvial ou cinzas.
A2.7. Coleta e reciclagem dos resíduos sólidos na comunidade ou no empreendimento			
Programa de redução de resíduos e incentivo à reciclagem ou reuso – nível de coleta seletiva dos resíduos sólidos e envio para instalações externas adequadas de disposição ou reciclagem – considerando (0) a coleta, armazenagem e envio de pelo menos 50% dos resíduos sólidos inorgânicos (SBTool, 2007).	14	-1	Não há coleta seletiva do lixo.
A2.8. Compostagem e re-uso do esgoto na comunidade ou no empreendimento			
Porcentagem do lixo orgânico da comunidade ou empreendimento que são coletados e compostados semanalmente – considerando (0) pelo menos 50% (SBTool, 2007).	14	-1	Não há conhecimento de prática de compostagem do lixo orgânico no local.
A2.9. Orientação do projeto no terreno para maximização do potencial solar passivo			
Porcentagem de compartimentos do projeto voltados para Norte e Sul, considerando: mais que 50% voltado para L e/ou O (-1); mais que 50% voltado para S (0); 50% N e 50% S (+3); mais que 50% voltado para N (+5).	14	-1	50% dos ambientes estão voltados para L/O.
TOTAL A2	-0,325		TOTAL A2 PONDERADO -0,114
A3. PROJETO URBANO E DESENVOLVIMENTO DO SÍTIO			35%
A3.1. Densidade do desenvolvimento			
Coeficiente de aproveitamento do terreno em relação ao máximo permitido, em porcentagem, considerando: 40% (-1), 50% (0), 80% (+3) ou 100% (+5) (SBTool, 2007).	11	-1	O coeficiente de aproveitamento corresponde a apenas 17% do máximo permitido.

A3.2. Provisão de usos mistos dentro do empreendimento (aplicável a empreendimentos com área superior a 2500 m²)			
Número de tipos de usos propostos no mesmo empreendimento – considerando positiva a ocupação com mais de um tipo de uso em grandes empreendimentos (SBTool, 2007).	0		NA - Área construída inferior a 2500 m².
A3.3. Incentivo à caminhada			
Provisão de um ambiente seguro, conveniente e atrativo para a caminhada, facilidade de acesso e visualização dos caminhos (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	11	0	O caminhar é possível e facilitado, mas não há nenhum atrativo para isso.
A3.4. Suporte ao uso de bicicleta			
Condições de suporte para o uso de bicicletas, como vestiários e vagas seguras para a guarda das bicicletas, em porcentagem relativa à população ocupante – considerando 25% como (0) (SBTool, 2007; LEED, 2007).	11	-1	Não há suporte algum para o uso de bicicletas.
A3.5. Políticas de controle de uso de veículos privados			
Vagas de estacionamento providas em conformidade com as regulamentações locais (nem mais, nem menos), taxas instituídas para o controle de seu uso, incentivos para usuários de sistemas de transporte público, e plano detalhado para compartilhamento de transporte em carro ou van (+5), respeitando a coerência com o desenvolvimento dos sistemas de transporte público local (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	11	-1	Há mais vagas do que o exigido em regulamentação e nenhuma política de controle do uso de veículos privados.
A3.6. Gestão dos meios de transporte e conectividade urbana (FCAV, 2007)			
Coerência entre as redes e infra-estrutura urbana disponíveis e a implantação do empreendimento no terreno – análise dos deslocamentos que devem ocorrer no terreno de forma integrada a uma visão global do entorno (FCAV, 2007).	11	5	A implantação do edifício é coerente com as redes de transportes do local.
A3.7. Provisão de espaço verde no empreendimento			
Utilização de áreas verdes onde possível – coberturas e telhados verdes, fachadas, muros, superfícies, barreiras acústicas, etc., com solo adequado, acesso à água e outras características que são consideradas como espaço verde para os usuários – considerando a taxa de permeabilidade mínima estipulada em norma regulamentadora como (0) (SBTool, 2007; FCAV, 2007)	11	5	A taxa de permeabilidade é de aproximadamente 60%.

A3.8. Uso de plantas nativas				
Utilização de espécies vegetais bem adaptadas ao clima e ao terreno, que facilitem a sua manutenção, como pouca necessidade de irrigação e adubagem – considerando (0) pelo menos 25% da área ajardinada plantada com espécies nativas (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	11	-0,5	Não há conhecimento das espécies plantadas no local.	
A3.9. Provisão de árvores com potencial de sombreamento				
Disposição de árvores para sombreamento, principalmente das fachadas voltadas para o Norte (SBTool, 2007).	11	-1	Não há árvores sombreando as fachadas.	
A3.10. Desenvolvimento ou manutenção de corredores verdes				
Possibilidade de desenvolvimento ou manutenção de corredores verdes - implantação do empreendimento no terreno de forma a preservar ou aumentar as superfícies de vegetação e assegurar a continuidade dos espaços verdes existentes nas áreas vizinhas (FCAV, 2007).	12	0	Não há áreas verdes significativas no entorno, mas são reservadas áreas de jardins no terreno.	
TOTAL A3	0,605		TOTAL A3 PONDERADO	0,212
TOTAL A	1,3355		TOTAL A PONDERADO	0,134
B. CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS				20%
B1. ENERGIA				40%
B1.1. Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica (FCAV, 2007)				
Concepção da envoltória do edifício considerando sua transmitância térmica de forma a evitar desperdício, utilização de elementos passivos que minimizem as necessidades de resfriamento e iluminação artificiais, como por exemplo, isolamento e/ou inércia térmica das vedações exteriores, proteções solares, utilização de cores claras, orientação adequada das áreas envidraçadas e tomadas de ventilação, entre outros (ver item 4.1 de FCAV, 2007) - considerando (0) minimamente a orientação adequada e proteção solar das aberturas.	16	3	Uso de proteções solares, cores claras, tomadas de ventilação. Entretanto a orientação do edifício não é a mais adequada, quanto à insolação, e as vedações exteriores possuem baixa inércia térmica.	

B1.2. Energia primária não-renovável incorporada nos materiais de construção				
Uso de materiais, na estrutura e no envelope do edifício, com baixa energia incorporada, com base nos projetos <i>as-built</i> e de acordo com um método aceitável de estimativa de LCA – considerando (0) o máximo de 8,0 e (+5) 5,0 GJ/m² (<i>default SBTool</i>).	17	-0,5	Não há dados de LCA dos materiais.	
B1.3. Energia primária não-renovável usada para operação anualmente				
MJ de energia não-renovável entregue por m² de área útil usada para operação, de acordo com medições de um período de pelo menos 1 ano – considerando (0) o máximo de 800 e (+5) 500 MJ/m² por ano (<i>default SBTool</i>). Coeficiente para conversão de energia consumida em energia primária: 1,18 (FCAV, 2007) - 1 kWh = 3,6 MJ.	17	5	Consumo: 83203 kWh = aproximadamente 347 MJ/m² por ano.	
B1.4. Pico de demanda de energia para operação				
MJ de energia não-renovável entregue por m² de área útil usada para operação, de acordo com medições de um período de pelo menos 1 ano – considerando (0) o máximo de 5 e (+5) 2 MJ/m² (<i>default SBTool</i>).	17	5	Área útil: 991m² - Demanda: 80kW - Aproximadamente: 0,29 MJ/m² (?)	
B1.5. Consumo de energia, gerada fora do terreno, advinda de fontes renováveis				
Percentual do consumo anual de energia comprada que é obtida de fontes renováveis – considerando (0) o mínimo de 15% (<i>default SBTool</i>).	17	5	Considerando que a energia hídrica seja renovável, praticamente todo consumo provém de fonte renovável.	
B1.6. Provisão de sistemas de energia renovável no terreno				
Contribuição anual de energia renovável gerada no local para operações – considerando (0) o mínimo de 50 MJ/m² por ano (<i>default SBTool</i>) ou 3% (<i>default LEED</i>).	16	-1	Não há geração de energia renovável no terreno.	
TOTAL B1	2,785		TOTAL B1 PONDERADO	1,114
B2. MATERIAIS				50%
B2.1. Re-uso de estruturas existentes adequadas				
Inventário das condições estruturais, funcionais e econômicas das estruturas existentes e, caso constata-se viável, porcentagem da área que será reutilizada – considerando (0) 25% (<i>SBTool</i> , 2007).	0		NA - Não existiam estruturas no local.	

B2.2. Uso mínimo de materiais de acabamento			
Uso de elementos construtivos que necessitem de mínimo ou nenhum acabamento (permanecem aparentes) (SBTool, 2007).	10	3	A maior parte das superfícies do edifício é formada por esquadrias, divisórias com acabamento em fórmica e forro metálico pré-pintado.
B2.3. Uso mínimo de materiais virgens (novos)			
Percentual da área de superfícies de pisos, paredes e forros internos produzidos a partir de materiais não virgens – considerando (0) 20% (default SBTool).	0		Requer melhor definição do parâmetro.
B2.4. Uso de materiais duráveis			
Consideração da vida útil na escolha dos produtos, sistemas e processos construtivos em função do seu uso no edifício, dando preferência ao uso de materiais com alta durabilidade, prognosticados para estarem de acordo ou excederem as expectativas de Vida Útil em cada uma das seguintes famílias (SBTool, 2007; FCAV, 2007):	10	2	Não há informação sobre o processo de escolha dos materiais utilizados - avaliação dos materiais existentes.
Estrutura	2	0	
Fechamentos externos	2	3	
Cobertura	2	3	
Esquadrias	1,5	3	
Paredes e divisórias internas	1,5	3	
Piso	1	-1	
B2.5. Re-uso de materiais recuperados			
Reutilização de materiais, produtos e mobiliários recuperados ou reformados (SBTool, 2007).	10	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.
B2.6. Uso de materiais reciclados de fontes externas ao terreno			
Uso de materiais, produtos e mobiliários feitos de materiais reciclados (SBTool, 2007).	10	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.
E/ou uso de 20% em massa de agregados reciclados (FCAV, 2007).			

B2.7. Uso de produtos naturais (bio-based) obtidos de fontes sustentáveis			
Uso de produtos naturais, principalmente madeira e produtos de madeira, certificados como sendo de origem renovável por agência reconhecida (SBTool, 2007).	10	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.
B2.8. Uso de cimento com adições no concreto			
Uso de cimento CP III ou CP IV, bem como uso de concretos moldados <i>in loco</i> , usinados e pré-moldados fabricados com estes cimentos, de acordo com a disponibilidade do tipo de cimento no mercado local da obra (FCAV, 2007).	10	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.
B2.9. Uso de materiais produzidos no local			
Uso de materiais, como agregado, areia, concreto, alvenaria, aço e vidro, produzidos dentro da região urbana ou a menos de 300 km do local da obra – considerando (0) 30% da quantidade total de materiais em massa (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	10	-1	Grande parte dos materiais veio do Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS), localizado na Bahia.
B2.10. Projeto para desmonte, reutilização ou reciclagem			
Medidas tomadas para facilitar futuro desmonte, re-uso ou reciclagem, como o uso de componentes internos modulares, componentes estruturais ou do envelope do edifício separáveis e sem o uso de compósitos ou materiais de ligação (+5) (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	10	3	O sistema construtivo adotado permite o reaproveitamento ou reciclagem de grande parte dos componentes.
B2.11. Uso de materiais, produtos, sistemas ou processos construtivos certificados (FCAV, 2007)			
Escolha de materiais, produtos, sistemas ou processos construtivos cujas características são verificadas por órgão, agência ou empresa competente – considerando (+5) no mínimo 80% da quantidade total dos produtos de cada uma das famílias: supra-estruturas, fundações, fachadas e revestimentos externos, telhados e coberturas, e esquadrias externas (FCAV, 2007).	10	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.

B2.12. Escolha dos materiais baseada no conhecimento da contribuição dos mesmos nos impactos ambientais da construção (FCAV, 2007)			
Conhecimento das características ambientais dos produtos de construção, principalmente quanto à emissão de gases contribuintes para o efeito estufa, geração de resíduos, possibilidade de reuso/reciclagem de materiais, uso de recursos renováveis e esgotamento de recursos naturais, características higiênicas dos produtos de construção quanto ao crescimento bacteriano e fúngico, e escolha dos mesmos com base nessas informações (FCAV, 2007).	10	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.
TOTAL B2	0,4	TOTAL B2 PONDERADO	0,200
B3. ÁGUA POTÁVEL			10%
B3.1. Uso de água para irrigação			
Volume líquido anual de água usada para irrigação de áreas ajardinadas (excluindo água de chuva e cinzas armazenadas e usadas para esse propósito) – considerando (0) o máximo de 0,288 m³/m² – <i>De acordo com Tomaz (2000 apud PONZO, 2005): 2 L/dia/m² x 8 a 12/mês x 12 meses = 2 x 12 x 12 = 288 L = 0,288m³</i>	25	-1	Não há medição separada do consumo de água.
B3.2. Uso de água para as necessidades da ocupação			
Volume anual de água usada para as necessidades da ocupação – considerando (0) o estipulado em norma regulamentadora – neste caso a NBR 5626 estipula 50 L.pp/dia.	25	-1	Consumo: 1074m³ - População: 34 - Dias: 250 = 126 L.pp/dia.
B3.3. Medidas de redução do consumo de água potável (FCAV, 2007)			
Uso de redutores de pressão (caso esta seja superior a 300 kPa) para limitar a vazão e presença de sistemas economizadores que assegurem um percentual de redução do consumo de água potável justificado (FCAV, 2007)	25	-1	Não há sistemas economizadores de água.
B3.4. Qualidade sanitária da água (FCAV, 2007)			
Qualidade e durabilidade dos materiais empregados nas redes internas, controle da temperatura e do tratamento anti-corrosivo e anti-incrustação, e organização e proteção das mesmas. (FCAV, 2007)	25	-0,5	Não há informação sobre as características dos materiais utilizados.
TOTAL B3	-0,875	TOTAL B3 PONDERADO	-0,088

TOTAL B		1,2265	TOTAL B PONDERADO		0,245
C. CARGAS AMBIENTAIS					25%
C1. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GREENHOUSE)					15%
C1.1. Emissões anuais de gases de efeito estufa incorporados nos materiais de construção					
Quantidade anual de emissões de CO2 proveniente dos materiais e componentes do edifício a partir de uma Análise do Ciclo de Vida (LCA)– uso de materiais com baixa emissão de CO2, de acordo com sua LCA, considerando (0) 8,0 GJ/m² ou 8,8 kg/m²*ano (default SBTool).	25	-0,5	Não há dados de LCA dos materiais.		
Uso, sempre que disponível, de produtos que tenham neutralizado, por meio de programas ambientais, o CO2 emitido durante sua fase de produção (FCAV, 2007).	25	-0,5	Não há informação sobre as fontes dos materiais utilizados.		
C1.2. Emissões anuais de gases de efeito estufa de toda energia utilizada para operação					
Quantidade anual de emissões de CO2 a partir da energia usada para operação, de acordo com dados medidos relativos a valores de emissão regional – considerando (0) 44 kg/m²*ano (default SBTool).	50	5	Consumo: 83203 kWh - Área: 1020 m² = aproximadamente 2,89 kg/m² (?).		
Referência brasileira: 0,0354 kg eq CO2/kWh considerando a matriz (FCAV, 2007).					
TOTAL C1		2,25	TOTAL C1 PONDERADO		0,338
C2. OUTRAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS					10%
C2.1. Emissões de substâncias agressivas à camada de ozônio durante a operação					
Uso de aparelhos de refrigeração com menor emissão de CFC-11, ou outra substância agressiva à camada de ozônio, conforme garantia do fabricante.	34	3	O gás mais utilizado nos aparelhos multi-split é o Freon R-22.		
C2.2. Emissões de acidificantes durante a operação					
Emissão anual de SO2, de acordo com o consumo de energia e as características dos combustíveis usados – considerando (0) 0,40 kg/m2 por ano (default SBTool).	33	-0,5	Não há dados de LCA dos materiais.		

C2.3. Emissões de foto-oxidantes durante a operação				
Emissão anual de eteno (ou etileno), de acordo com o consumo de energia e as características dos combustíveis usados – considerando (0) 0,250 kg/m2 por ano (default SBTool).	33	-0,5	Não há dados de LCA dos materiais.	
TOTAL C2	0,69	TOTAL C2 PONDERADO		0,069
C3. RESÍDUOS SÓLIDOS				10%
C3.1. Resíduos sólidos resultantes da fase de construção e demolição				
Geração mínima de resíduos durante a construção e demolição, de acordo com o sistema construtivo adotado e por meio do desenvolvimento e implementação de um programa de gerenciamento dos resíduos da construção, incluindo medidas de coleta, reutilização e reciclagem de 75% dos mesmos (+5) (SBTool, 2007).	0		NA - Não diz respeito à fase de uso e operação.	
C3.2. Resíduos sólidos resultantes da fase de operação				
Política de gerenciamento e redução dos resíduos – plano de redução do consumo e incentivo à coleta seletiva, reciclagem e reutilização (LEED, 2007).	33	-1	Não há política alguma de redução dos resíduos.	
Existência de área central para classificação e armazenagem de resíduos, localizada de forma a otimizar o circuito dos resíduos, próxima à área de carga de caminhão e de fácil acesso. Deve ser protegida de chuva e vento e ter previsão de meios para limpeza (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	33	-1	Não há local apropriado para armazenagem de resíduos.	
Classificação e preparo para reciclagem ou reutilização de pelo menos 75% dos resíduos sólidos e escolha da cadeia local mais satisfatória de reaproveitamento de cada categoria de resíduo, do ponto de vista ambiental, técnico e econômico, privilegiando ao máximo a revalorização dos mesmos (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	34	-1	Não há coleta seletiva do lixo.	
TOTAL C3	-1	TOTAL C3 PONDERADO		-0,100

C4. ÁGUAS PLUVIAIS E RESIDUAIS				15%
C4.1. Efluentes líquidos provenientes da operação do edifício enviados para o solo				
Volume de resíduos líquidos por pessoa gerados por dia, com base na medição do volume de resíduos – considerando (0) como 80% do consumo de água, ou seja, 40L/PP/dia (de acordo com o Prof. Ricardo Franci, pois o SBTool considera 95%).	33	-1	Consumo água: 126 L.pp/dia = 101 L.pp/dia.	
C4.2. Retenção de água de chuva para posterior re-uso				
Porcentagem anual de água pluvial armazenada para reutilização no local ou edifício – considerando (0) 10% (SBTool, 2007).	33	-1	Não há coleta de água pluvial.	
C4.3. Água pluvial não tratada retida no terreno				
Drenagem da água pluvial dentro do terreno – coeficiente de impermeabilização menor que 60% e recuperação e tratamento de águas de escoamento poluídas (provenientes de estacionamentos ou vias de veículos, por exemplo) antes do descarte, por meio de gradeamento, separador de óleo, filtros de areia, etc. (FCAV, 2007).	17	0	Coeficiente de impermeabilização menor que 60%, porém não há tratamento das águas de escoamento.	
Vazão de escoamento após a implantação do sistema projetado inferior à vazão de escoamento correspondente a uma impermeabilização de 65% da superfície do terreno (FCAV, 2007).	17	-0,5	Dado não calculado.	
TOTAL C4	-0,745	TOTAL C4 PONDERADO		-0,112
C5. IMPACTOS NO TERRENO				25%
C5.1. Impactos do processo construtivo sobre as características naturais do terreno				
Desenvolvimento de estudo para assegurar que o processo de construção não irá criar distúrbio nos cursos de água existentes ou nas características físicas do terreno ou adjacências (+5) (SBTool, 2007).	20	3	Não há estudo documentado, mas o edifício não apresenta impacto no entorno.	
C5.2. Impactos do processo construtivo ou de paisagismo na erosão do solo				
Desenvolvimento de estudo para assegurar que o processo de construção e a operação do edifício não irão causar erosão no solo do terreno ou das adjacências (+5) (SBTool, 2007).	20	3	Não há estudo documentado, mas o edifício não apresenta impacto no entorno.	

C5.3. Mudanças na biodiversidade do local			
Incremento da biodiversidade do local: contribuição ao desenvolvimento das espécies vegetais e animais naturais do local antes da construção e operação do edifício, como também a diversificação dos tipos e meios naturais – considerando (0) ao menos a manutenção das condições de biodiversidade do local (<i>SBTool</i> , 2007; FCAV, 2007).	20	3	Considerando que o terreno é resultado de aterro e que, antes da ocupação, estava descampado, as áreas verdes do empreendimento incrementam a biodiversidade.
C5.4. Condições adversas de vento no nível do terreno ao redor de edifícios altos			
Altura do edifício em relação aos edifícios existentes ou outros obstáculos ao redor, exposição do terreno ao vento (orla, cume, etc.) e medidas tomadas para proteger áreas vizinhas de ventos adversos e efeitos incômodos no nível do terreno, tirando proveito da ventilação para arejar os espaços (<i>SBTool</i> , 2007; FCAV, 2007).	20	5	A altura do edifício é compatível com seu entorno e são deixados afastamentos adequados de forma que não são produzidos efeitos incômodos nas áreas vizinhas.
C5.5. Minimização do risco de resíduos perigosos no local			
Redução do consumo de substâncias agressivas, como o mercúrio proveniente das lâmpadas, e segurança da armazenagem de resíduos perigosos no local (<i>SBTool</i> , 2007; LEED, 2007).	20	0	Não há manejo seguro do lixo, mas também não há lixo tóxico em quantidade significativa.
TOTAL C5	2,8	TOTAL C5 PONDERADO 0,700	
C6. OUTROS IMPACTOS REGIONAIS E LOCAIS			25%
C6.1. Impacto no acesso à iluminação natural ou no potencial de energia solar de propriedades adjacentes			
Nível de sombreamento que o edifício irá causar sobre construções adjacentes (existentes ou a serem construídas) – conservar ou, se possível, melhorar a situação existente (+5) (<i>SBTool</i> , 2007; FCAV, 2007).	20	5	O edifício não produz sombra nas áreas adjacentes ao terreno.
C6.2. Mudanças térmicas acumulativas em lagos ou aquíferos subterrâneos			
Aumento da temperatura média anual dos aquíferos subterrâneos acarretado por uso de bombeamento subterrâneo – considerando 1,5°C o máximo admitido (0) - (<i>default SBTool</i>).	20	5	Não há bombeamento subterrâneo, não produzindo aquecimento.

C6.3. Efeito de ilha de calor – áreas pavimentadas e ajardinadas				
Porcentagem da área total aberta (área do terreno menos projeção do edifício) que é formada por jardins ou pavimentada com material de refletância de superfície maior ou igual a 60% – considerando (0) 50% (default SBTool).	20	5	Área total aberta: 4254 m² - Área verde: 2977 m² = 70%.	
C6.4. Efeito de ilha de calor – cobertura				
Porcentagem da área total de cobertura que possui telhado verde ou material com refletância de superfície de 60% - considerando (0) 50% (default SBTool).	20	5	Toda a cobertura é de telha metálica branca (refletância > que 60%).	
C6.5. Poluição luminosa atmosférica				
Eficiência da iluminação da área externa, de forma a manter a segurança, porém evitando a poluição do céu noturno – ater-se aos limites do terreno, direcionando a iluminação para o piso ou para o edifício e/ou algum objeto a ser destacado, diminuindo a mesma onde possível.	20	3	Iluminação externa adequada.	
TOTAL C6	3,6		TOTAL C6 PONDERADO	0,900
TOTAL C	1,7948		TOTAL C PONDERADO	0,449
D. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO				
D1. QUALIDADE DO AR INTERNO				20%
D1.1. Proteção dos materiais durante a fase de construção				
Armazenagem, durante a construção, de todos os materiais e equipamentos internos que podem absorver umidade ou poluentes (por ex., carpetes, forros, filtros de ventilação), de forma a serem mantidos secos (0) (SBTool, 2007).	0		NA - Não diz respeito à fase de uso e operação.	
D1.2. Remoção, antes da ocupação, de poluentes emitidos por materiais de acabamento internos novos				
Processo de descontaminação com 100% de ar exterior durante um mínimo de 8 horas, para remover contaminantes iniciais, nos locais que possuem sistema de ar condicionado (0) (SBTool, 2007).	0		NA - Não diz respeito à fase de uso e operação.	

D1.3. Desintoxicação de poluentes de materiais de acabamento internos			
Seleção dos materiais internos, incluindo tintas, selantes, adesivos, carpetes e produtos de compósitos de madeira, pelo nível zero de emissão de VOC. Uso de tintas e adesivos à base de água e/ou certificadas pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI). Produtos de compósitos de madeira que contêm resinas de uréia-formaldeído não devem ser usados, assim como produtos que contenham amianto em sua composição (+5) (SBTool, 2007, FCAV, 2007).	15	-0,5	Não há informação sobre as características dos materiais utilizados.
D1.4. Migração de poluentes entre ambientes			
Isolamento e ventilação independente de todos os ambientes e espaços que contêm equipamentos ou atividades geradores de poluentes químicos, como salas de cópia/ impressão, depósito de lixo, depósito de material de limpeza (+5) (SBTool, 2007).	17	3	Há uma sala específica para a copiadora, com ventilação própria (mas com A.C.) e não totalmente isolada.
D1.5. Poluentes gerados pela manutenção das instalações			
Não utilização de produtos ou processos que possam prejudicar a qualidade do ar do ambiente e conforto/bem-estar do usuário – nível de satisfação dos usuários em relação aos poluentes emitidos pelo uso de processos ou produtos de limpeza e manutenção do edifício (SBTool, 2007; FCAV, 2007).	17	0	De acordo com o resultado dos questionários, 9% dos usuários indicaram insatisfação em relação ao cheiro dos produtos de limpeza.
D1.6. Poluentes gerados pelas atividades dos ocupantes			
Nível de satisfação dos usuários em relação à qualidade do ar interno devido aos poluentes gerados pelos usuários (incluindo fumaça de cigarro) nas áreas públicas/comuns (SBTool, 2007).	17	3	De acordo com o resultado dos questionários, 85% dos usuários estão satisfeitos com a qualidade do ar do seu ambiente de trabalho e as insatisfações não são relacionadas a poluentes gerados pelos usuários. Há uma área aberta e ventilada usada para fumar.
D1.7. Concentração de CO2 no ar interno			
Nível de concentração de CO2 no ambiente – considerando (0) o valor máximo de 1000 ppm de CO2, admitido pela RE9 da ANVISA (SBTool, 2007).	17	-0,5	Dado não avaliado.

D1.8. Monitoramento da Qualidade do Ambiente Interno (QAI) durante a operação do edifício			
Qualidade e abrangência do monitoramento da QAI nas áreas públicas/comuns, com base num programa de melhorias e prevenção de patologias (incluindo umidade) e instalação de um sistema permanente de monitoramento de CO2 (SBTool, 2007).	8,5	-1	Não há monitoramento da QAI.
Controle e redução de particulados na distribuição do ar e, sendo necessário, instalação e manutenção de filtros (LEED, 2007).	8,5	-1	Não há monitoramento ou controle dos particulados.
TOTAL D1	0,69		TOTAL D1 PONDERADO 0,311
D2. VENTILAÇÃO			20%
D2.1. Efetividade da ventilação nas áreas naturalmente ventiladas			
Nível de satisfação dos usuários quanto à qualidade do ar e ventilação no ambiente, levando em conta o número, localização e tipo de janelas ou outras aberturas (SBTool, 2007; LEED, 2007).	25	-1	Em relação à ventilação natural houve mais de 50% de insatisfação.
D2.2. Qualidade do ar e ventilação nas áreas com ventilação mecânica			
Nível de satisfação dos usuários quanto à qualidade do ar e ventilação no ambiente.	25	3	De acordo com o resultado dos questionários, 85% dos usuários estão satisfeitos com a qualidade do ar e 76% com a ventilação.
D2.3. Movimento do ar nas áreas com ventilação mecânica			
Velocidade do ar no nível de trabalho durante as condições típicas de operação – considerando (0) o Valor Máximo Recomendável, no nível de 1,5m do piso, na região de influência da distribuição do ar, de menos de 0,25 m/s, de acordo com a RE9 da ANVISA.	25	-1	O vento é forte na direção do A.C. (maior que 0,25 m/s) e nulo nos outros pontos.
D2.4. Efetividade da ventilação nas áreas com ventilação mecânica			
Taxa de renovação do ar no ambiente – considerando (0) o mínimo de 27 m3/hora/pessoa como estabelecido pela RE9 da ANVISA (SBTool, 2007).	12,5	-1	Apesar de não ter sido calculado, não há meios de renovação do ar - utilização do sistema split sem aberturas para renovação.
Assegurar distribuição adequada de ar renovado – medidas tomadas para garantir o início da ventilação antes do início do período de ocupação dos ambientes, a qualidade do ar conduzido nos dutos de circulação e a exaustão ótima do ar viciado (FCAV, 2007)	12,5	-1	Não são tomadas medidas alguma para assegurar a distribuição adequada de ar renovado.

TOTAL D2	0	TOTAL D2 PONDERADO	0,000
D3. TEMPERATURA DO AR E UMIDADE RELATIVA			10%
<i>D3.1. Temperatura do ar e umidade relativa nas áreas com refrigeração mecânica</i>			
Nível de satisfação do usuário, durante horas e estações críticas, quanto às condições de temperatura do ar e umidade relativa – considerando (0) o mínimo de 90% de satisfação.	25	-1	De acordo com o resultado dos questionários, 27% dos usuários estão insatisfeitos com a temperatura de seu ambiente de trabalho.
Verificação, por meio de medições durante horas e estações críticas, se a temperatura e umidade estão dentro da zona de conforto – considerando (0) o mínimo de 90% dos casos dentro da zona de conforto (considerando os limites estabelecidos pela NBR6401 - temperatura entre 20° e 26,5° e umidade entre 40% e 65%).	25	0	Sala Oeste: apenas em 65% dos casos esteve dentro dos limites.
<i>D3.2. Temperatura do ar nas áreas de ventilação natural</i>			
Habilidade dos sistemas de ventilação natural de manter a temperatura dentro de um limite de variação e nível de satisfação dos usuários quanto à sensação térmica nesses ambientes – considerando (0) mais que 90% das horas de ocupação dentro de um limite de oscilação de + ou - 4°C e 90% de satisfação (SBTool, 2007).	50	-1	Não há grande variação da temperatura, porém mais de 90% dos casos a temperatura e a umidade estão fora da zona de conforto e há insatisfação significativa dos usuários.
TOTAL D3	-0,75	TOTAL D3 PONDERADO	-0,075
D4. ILUMINAÇÃO			10%
<i>D4.1. Iluminação natural nos ambientes de ocupação principal</i>			
Disponibilidade de acesso à luz do dia em 100% dos ambientes de permanência prolongada por acesso direto ou por componentes de passagem de luz. Os demais espaços (sala de reunião, centro de documentação, espaço de alimentação, espaços internos de convivência) também devem ter acesso à iluminação natural, mas sem exigência de porcentagem (FCAV, 2007).	12,5	5	Todos os ambientes possuem acesso à luz natural.

Coeficiente de Luz Diurna (CLD) dos ambientes onde são desenvolvidas as atividades principais do edifício – considerando (0) CLD $\geq 2,0\%$ em pelo menos 50% dos ambientes de ocupação principal e (+5) CLD $\geq 2,0\%$ em pelo menos 80% dos ambientes de ocupação principal e CLD $\geq 1,5\%$ nos demais ambientes (SBTool, 2007, FCAV, 2007).	12,5	-1	CLD = (CRC+CRO+CRI) x kj = (0,10+0+0,07) x 0,0972 = 0,0165 - CLD = 1,65%		
D4.2. Brilho/ofuscamento dos ambientes					
Nível de satisfação dos usuários em relação ao conforto visual do ambiente, principalmente quanto a questões de brilho, reflexo ou ofuscamento – considerando 90% de satisfação o mínimo aceitável (0).	12,5	-1	De acordo com o resultado dos questionários, 88% dos usuários estão satisfeitos com a qualidade da luz.		
Verificação, por meio de medições, da proporção máxima de contraste entre a iluminação nas janelas e nas paredes adjacentes – considerando (0) 50 (SBTool, 2007).	12,5	-0,5	Dado não calculado.		
D4.3. Níveis e qualidade da iluminação					
Nível de satisfação dos usuários em relação ao nível e qualidade da iluminação – considerando 90% de satisfação o mínimo aceitável (0).	9	-1	De acordo com o resultado dos questionários, 88% dos usuários estão satisfeitos com a quantidade da luz.		
Verificação, por meio de medições, da iluminância média no plano de trabalho – considerando (0) 500 lux, de acordo com as recomendações da NBR 5413, pelo menos em 90% dos casos (SBTool,2007).	9	-1	Em 72% dos casos a iluminância esteve abaixo de 500 lux.		
Garantir temperaturas de cor Tc e índices de reprodução de cores IRC adaptados às atividades dos ambientes – considerando (+5) Tc ≥ 3000 K e IRC ≥ 80 , para atividades rotineiras, e Tc ≥ 5000 K e IRC ≥ 90 para atividades que requerem definição precisa de cores (FCAV,2007).	7	-0,5	Dado não calculado.		
D4.4. Iluminação natural nos espaços de circulação (FCAV, 2007)					
Disponer de luz do dia nas áreas de circulação – considerando (+5) em 100% das áreas de recepção e 50% das áreas de circulação (FCAV, 2007).	25	5	Todos os ambientes possuem acesso à luz natural.		
TOTAL D4		1,3475	TOTAL D4 PONDERADO		0,135
D5. RUÍDO E ACÚSTICA					15%
D5.1. Desempenho acústico nos ambientes de ocupação principal					
Nível de pressão sonora nos ambientes de ocupação principal - considerando (0) o máximo de 65 dB(A) e (+5) menor que 45 dB(A), conforme estabelecido na NBR 10152 para salas de computadores em escritórios.	34	3	Nível de pressão sonora medido (média): 53,6 Db.		

D5.2. Nível de satisfação quanto ao desempenho acústico nos ambientes de ocupação principal			
Nível de satisfação dos usuários em relação ao nível de ruído ambiente – considerando 90% de satisfação o mínimo aceitável (0).	8,25	-1	Mais de 50% dos usuários indicaram insatisfação.
Nível de satisfação dos usuários em relação ao nível de ruído proveniente do exterior – considerando 90% de satisfação o mínimo aceitável (0) - caso negativo, verificar o nível de isolamento do envelope externo.	8,25	3	A insatisfação apontada não é ocasionada por ruído vindo do exterior.
Nível de satisfação dos usuários em relação ao nível de ruído proveniente de ambientes adjacentes – considerando 90% de satisfação o mínimo aceitável (0) - caso negativo, verificar o nível de isolamento dos elementos divisórios entre ambientes.	8,25	-1	Mais de 50% dos usuários indicaram insatisfação e apontam a falta de isolamento acústico das divisórias como a principal causa.
Nível de satisfação dos usuários em relação ao nível de ruído proveniente de equipamentos mecânicos (internos ou externos às salas) – considerando 90% de satisfação o mínimo aceitável (0).	8,25	3	Não é apontada insatisfação em relação a ruídos de equipamentos mecânicos.
D5.3. Qualidade acústica nos ambientes de ocupação principal (aplicável quando a inteligibilidade do som é essencial)			
Tempo de reverberação nos ambientes de ocupação principal, com base em medições no local – considerando (0) entre 3,5 segundos e 0,5 segundos (default SBTool).	0		NA - As salas são pequenas - não é relevante o tempo de reverberação.
D5.4. Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos (FCAV, 2007)			
Otimizar a posição dos ambientes entre si e em relação aos ruídos exteriores de forma a distanciar tanto quanto possível os ambientes sensíveis dos incômodos acústicos e vibratórios existentes. Além disso, otimizar a forma e o volume dos ambientes de acordo com a qualidade acústica interna desejada (FCAV, 2007).	33	3	
TOTAL D5	2,34	TOTAL D5 PONDERADO 0,351	
TOTAL D	0,7213	TOTAL D PONDERADO 0,144	

E. QUALIDADE DOS SERVIÇOS				15%
E1. SEGURANÇA DURANTE A OPERAÇÃO				0%
E1.1. Manutenção das funções principais do edifício durante falta de energia (aplicável a empreendimentos com atividades que não podem ser interrompidas)				
Número de dias que a ventilação, iluminação, sanitarismo, e o sistema de transporte interno continuarão a prover o mínimo aceitável dos serviços, sob condições de temperatura, tempestades, suprimento de energia e combustível que escapam às previstas em projeto – considerando (0) 2 dias (default SBTool).			NA - Não é relevante para a atividade desenvolvida no edifício.	
TOTAL E1	0	TOTAL E1 PONDERADO		0,000
E2. FUNCIONALIDADE E EFICIÊNCIA				10%
E2.1. Eficiência espacial				
Porcentagem de área útil funcional em relação à área útil total do edifício – considerando (0) 75% (SBTool, 2007).	50	5	Área útil: 991 m² - Área útil de circulação vertical: 15m² = relação de 98%	
Área útil funcional: área útil excluindo áreas de garagens, circulações verticais e áreas técnicas.				
E2.2. Eficiência volumétrica				
Porcentagem de volume útil funcional em relação ao volume líquido total do edifício – considerando (0) 80% (SBTool, 2007).	50	5	Volume útil: 2582 m³ - Volume de circulação vertical: 54 m³ = relação de 98%	
Volume útil funcional: volume útil excluindo volumes de garagens, circulações verticais, salas técnicas, partes de átrios que não estão diretamente atreladas ao desempenho ambiental e alturas acima de 3,5 m em ambientes residenciais, de escritórios ou outra ocupação utilitária.				
TOTAL E2	5	TOTAL E2 PONDERADO		0,500

E3. CONTROLABILIDADE				20%	
E3.1. Provisão e operação de um sistema efetivo de controle gerencial das instalações					
Controle gerencial capaz de assegurar que os sistemas técnicos do edifício operam no pico de eficiência durante todas as condições de operação, com monitoramento total das operações do sistema, assim como relatórios de diagnóstico (+5) (SBTool, 2007).	25	-1	Não há sistema de controle.		
E3.2. Capacidade de operação parcial dos sistemas técnicos das instalações					
Estratégias de controle dos sistemas de refrigeração e iluminação que permitem serviço parcial, ou fora do horário de pico, em todos os espaços funcionais e áreas de trabalho do edifício (+5) (SBTool, 2007).	25	0	O controle é feito por sala.		
E3.3. Grau de controle individual dos sistemas de iluminação nos ambientes					
Possibilidade de ajuste da iluminação às necessidades de tarefa ou preferências individuais, nos ambientes onde são desenvolvidas as atividades principais do edifício – zonas de controle do sistema de iluminação, considerando (0) 25m² (default SBTool).	25	-1	Não é possível acender as luminárias por zonas dentro de cada sala. Elas acendem juntas.		
E3.4. Grau de controle individual dos sistemas técnicos pelos usuários					
Possibilidade de controle individual sobre a temperatura, a ventilação e o nível de iluminação local, mantendo o ambiente interno global dentro de limites aceitáveis (+5) (SBTool, 2007).	25	-1	Não há controle individual, a não ser nas salas dos diretores.		
TOTAL E3		-0,75	TOTAL E3 PONDERADO		-0,150
E4. FLEXIBILIDADE E ADAPTABILIDADE					25%
E4.1. Possibilidade de modificação dos sistemas técnicos das instalações					
Possibilidade de relocação dos sistemas de refrigeração, iluminação, sistemas de controle associados, divisórias, e modificações nos sistemas de cabeamento sem interrupção das operações (+5) (SBTool, 2007).	20	-0,5	Não há informação a respeito.		
E4.2. Limites de adaptabilidade impostos pela estrutura					
Possibilidade de adaptação do edifício a outro uso com um alto nível de funcionalidade para a nova ocupação, podendo ser esta residencial ou comercial (normal ou pesado) - (+5) (SBTool, 2007).	20	3	A estrutura do edifício permite fácil adaptação para outros usos.		

E4.3. Limites de adaptabilidade impostos pelas alturas de pé-direito estrutural				
Possibilidade de adaptação do edifício a outro uso com um alto nível de funcionalidade para a nova ocupação, podendo ser esta de quase qualquer outro tipo (+5) (SBTool, 2007).	20	3	A altura do pé-direito, de 2,5 m na parte mais baixa do forro, permite adaptação para outros usos com funcionalidade aceitável.	
E4.4. Limites de adaptabilidade impostos pelo envelope do edifício e sistemas técnicos				
Possibilidade de adaptação do edifício a outro uso necessitando pequena reforma, pequenas modificações no sistema de refrigeração, sendo as paredes externas e aberturas apropriadas para uma nova ocupação (+5) (SBTool, 2007).	20	3	O sistema de vedação e as instalações (a maioria aparente) permitem fácil adaptação para outros usos.	
E4.5. Adaptabilidade a mudanças futuras no tipo de fornecimento de energia				
Possibilidade de adaptação do edifício a uma nova fonte de combustível ou de instalação de fotovoltaicos, sendo necessários apenas pequenos ajustes nos sistemas arquitetônico, de refrigeração ou elétrico (SBTool, 2007).	20	-0,5	As instalações elétricas aparentes, a princípio, facilitam adaptações, entretatnto é necessária avaliação por profissional da área.	
TOTAL E4	1,6	TOTAL E4 PONDERADO		0,400
E5. CONTROLE DE DESEMPENHO (COMMISSIONING ¹) DOS SISTEMAS DE INSTALAÇÃO				5%
Desenvolvimento de plano de controle de desempenho de todos os sistemas do edifício com funções críticas, incluindo os sistemas de segurança, refrigeração, iluminação, elétricos, de controle do edifício, além do envelope do edifício (+5) (SBTool, 2007).	100	-1	Não existe controle algum sobre o desempenho e operação do edifício.	
1“Building commissioning” é um processo sistemático de controle de desempenho para garantir que o conjunto de sistemas do edifício é projetado, instalado, e testado para funcionar de acordo com as intenções de projeto e com as necessidades operacionais do edifício, ou seja, ajuda a otimizar os sistemas do edifício de forma que ele opere eficiente e efetivamente.				
TOTAL E5	-1	TOTAL E5 PONDERADO		-0,050

E6. MANUTENÇÃO DO DESEMPENHO DE OPERAÇÃO			35%
<i>E6.1. Manutenção do desempenho do edifício</i>			
Detalhamento e construção do envelope do edifício de acordo com as melhores práticas da indústria, e desenvolvimento de testes de despressurização de ar antes e depois de os acabamentos internos serem aplicados (+5) (SBTool, 2007)	6,25	3	O sistema construtivo está de acordo com exemplos de boa prática na indústria, sendo desenvolvido no CTRS. Porém não há conhecimento de desenvolvimento de testes.
Assegurar a facilidade de acesso para a conservação dos elementos de fachadas, telhados, revestimentos internos, esquadrias, proteções solares, divisórias internas e forros do edifício (FCAV, 2007).	6,25	3	O sistema construtivo e a concepção arquitetônica permitem fácil acesso para manutenção.
<i>E6.2. Uso de materiais duráveis</i>			
Uso de materiais e componentes em conformidade com padrões de durabilidade aceitáveis e de fácil conservação em cada uma das famílias (SBTool, 2007; FCAV, 2007):	12,5	1,352	
Estrutura	2,1	0	Apresenta dificuldade de conservação devido à maresia. Os brises metálicos sofrem com a maresia e são de difícil manutenção.
Fechamentos externos e elementos de fachadas	2,1	0	
Cobertura	2,1	3	
Esquadrias	2,1	3	
Paredes e divisórias internas	2,1	3	
Piso	2	-1	Requer limpeza com cera constante, causando desconforto aos usuários.
<i>E6.3. Desenvolvimento e implementação de um plano de gerenciamento de manutenção</i>			
Garantir simplicidade de concepção de todos os sistemas técnicos, facilitando a manutenção e limitando os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções de manutenção e conceber o edifício de modo a facilitar os acessos para essas intervenções (FCAV, 2007).	6,25	3	O sistema construtivo e a concepção arquitetônica permitem fácil acesso para manutenção.
Plano de manutenção e operação eficiente da instalação, cobrindo todos os sistemas técnicos, e fornecendo metas de desempenho e um guia de manutenção e substituição dos sistemas para um período de 25 anos (+5) (SBTool, 2007).	6,25	0	Existe um plano de manutenção, inclusive com manual, mas não é adequadamente implementado.

E6.4. Monitoramento e verificação contínuos do desempenho				
Sistema de sub-medição do consumo de energia e água ligado a um sistema de gerenciamento do edifício, desenvolvimento de testes da qualidade do ar regularmente, e fornecimento de relatório e plano de incentivo para a redução do consumo (+5) (SBTool, 2007).	12,5	-1	Não há sistemas de sub-medições para energia ou água e nem monitoramento do desempenho.	
E6.5. Arquivo dos projetos as-built e documentações				
Protocolo de relatório e documentação para operação do edifício, consistente com o tamanho e complexidade do mesmo, incluindo manuais dos sistemas, projetos as-built, guia de operações e manutenção (+5) (SBTool, 2007).	12,5	0	Estão arquivados os documentos, projetos e manuais do edifício, porém alguns projetos não estão atualizados.	
E6.6. Provisão e manutenção de um registro de desempenho do edifício				
Registro de desempenho do edifício mantido continuamente, incluindo todos os parâmetros operacionais chaves, bem como dados de suporte mais relevantes – considerando (0) a cobertura de pelo menos alguns parâmetros chaves como consumo de água e energia (SBTool, 2007).	12,5	0	Não há monitoramento do desempenho do edifício. Existe o arquivo de documentos, contas de energia e água, projetos de modificações, mas não é completo.	
E6.7. Incentivos de desempenho em contratos de venda ou aluguel				
Contratos de venda ou aluguel estabelecendo que os usuários paguem pelos custos de aquecimento, refrigeração e energia, fornecendo informações sobre requerimentos de desempenho e práticas recomendadas, além de incentivos de desempenho – considerando (0) pelo menos o pagamento dos custos de aquecimento, refrigeração e energia (SBTool, 2007).	12,5	0	As contas são pagas pelo TCU, porém não há nenhum incentivo ou recomendação de bom desempenho.	
E6.8. Prática e conhecimento do pessoal de operação				
Curso de treinamento aos usuários do edifício, sobre a operação e manutenção eficiente do mesmo, como parte de um programa de gerenciamento estabelecido – considerando (0) pelo menos um treinamento nos padrões mínimos aceitáveis da indústria (SBTool, 2007).	12,5	-1	Os usuários não recebem informações necessárias para operação adequada do edifício (39% dos funcionários se sentem pouco ou nada informados sobre a operação do edifício).	
TOTAL E6		0,4815	TOTAL E6 PONDERADO	
TOTAL E		0,8685	TOTAL E PONDERADO	
			0,169	
			0,130	

F. ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS			7%
F1. ASPECTOS SOCIAIS			45%
<i>F1.1. NA - Minimização de acidentes de construção</i>			
Número de acidentes com necessidade de hospitalização no canteiro de obras por 100.000 horas de trabalho – considerando (0) 3 (<i>default SBTool, 2007</i>).	0		NA - Não diz respeito à fase de uso e operação.
<i>F1.2. Acessibilidade a portadores de necessidades especiais</i>			
Observações e avaliações dos usuários indicam que todas as instalações chaves do edifício, incluindo pontos de acesso, sanitários e sistema de circulação vertical, são acessíveis a cadeirantes e usuários com deficiência visual (<i>SBTool, 2007</i>).	20	3	Há acessibilidade para cadeirantes, mas deficientes visuais podem ter maior dificuldade.
<i>F1.3. Acesso à vista do exterior das áreas de trabalho</i>			
Distância máxima, da estação de trabalho mais distante, até uma janela exterior, nos principais ambientes de atividade – considerando (0) 10m (<i>default SBTool, 2007</i>).	20	5	Há possibilidade de vista para o exterior em quase todos os ambientes do edifício. A distância máxima da estação de trabalho até a janela é de 5 m.
<i>F1.4. Utilidade social da função principal do edifício</i>			
Impacto positivo da função principal planejada para o edifício sobre os valores sociais regionais ou estabilidade do local – considerando (0) impacto nulo (nem positivo nem negativo) (<i>SBTool, 2007</i>).	20	3	Por ser um órgão público considera-se que tenha um impacto positivo para o local.
<i>F1.5. Documentação dos impactos na produtividade (LEED, 2007)</i>			
Impacto positivo das melhorias em relação ao desempenho sustentável do edifício sobre a quantidade e qualidade do trabalho realizado pelos funcionários– considerando (0) impacto nulo (nem positivo nem negativo).	10	-1	Não há preocupação em relação a melhorias do desempenho sustentável.
Impacto positivo das melhorias em relação ao desempenho sustentável do edifício sobre o número de faltas e custo com saúde dos funcionários– considerando (0) impacto nulo (nem positivo nem negativo).	10	-1	Não há preocupação em relação a melhorias do desempenho sustentável.
<i>F1.6. Combate à informalidade (FCAV, 2007)</i>			
Escolher fabricantes de produtos de construção que não pratiquem a informalidade (fiscal ou trabalhista) na cadeia produtiva (FCAV, 2007).	20	-1	Não há esse controle.

TOTAL F1		1,8	TOTAL F1 PONDERADO		0,810
F2. CUSTO E ECONOMIA					55%
F2.1. Minimização do custo do ciclo de vida					
Custo do Ciclo de Vida calculado conforme procedimento reconhecido – considerando (0) 9500 US\$/m² (default SBTool, 2007).	0		NA - Não diz respeito à fase de uso e operação.		
F2.2. Minimização do custo da construção					
Custo da construção por unidade de área para este tipo de ocupação – considerando (0) 2400 US\$/m² (default SBTool, 2007).	0		NA - Não diz respeito à fase de uso e operação.		
F2.3. Minimização do custo de operação e manutenção					
Custo operacional anual por unidade de área do edifício, com energia, água e manutenção, baseado em dados de um período de pelo menos 1 ano de operação – considerando (0) 42 US\$/m² (default SBTool, 2007).	33	-1	Consumo de energia, água e contartos de manutenção, limpeza, jardinagem e segurança no ano de 2007 = R\$ 240.000,00 /1023 m² = 235 R\$/m²		
F2.4. Suporte da economia local					
Porcentagem do custo total da construção que beneficiará a economia da região urbana – considerando (0) 25% (default SBTool, 2007).	34	-0,5	Não há informação a respeito.		
F2.5. Documentação dos impactos nos custos (LEED)					
Identificação dos impactos das melhorias em relação ao desempenho sustentável sobre os custos de operação do edifício – considerando (0) impacto nulo (nem positivo nem negativo).	33	-1	Não há preocupação em relação a melhorias do desempenho sustentável.		
TOTAL F2		-0,83	TOTAL F2 PONDERADO		-0,457
TOTAL F		0,3535	TOTAL F PONDERADO		0,025
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS					3%
G1. CULTURA E HERANÇA					100%
G1.1. Relação do projeto com a paisagem urbana existente					
Compatibilidade da maior parte das características arquitetônicas do projeto, como altura, volume, afastamentos da rua, tamanho das janelas, cores ou tipo de material, com os edifícios adjacentes – considerando (0) uma compatibilidade mínima (SBTool, 2007).	33	3	Apesar de ter características bastante peculiares, em geral o edifício (altura, volume, implantação) é compatível com o entorno.		

G1.2. Compatibilidade do projeto urbano com os valores culturais locais				
Compatibilidade das características arquitetônicas do projeto com os valores culturais existentes relativos ao desenho urbano e arquitetura, incluindo aspectos funcionais e estéticos – considerando (0) uma compatibilidade mínima (SBTool, 2007).	33	3	Apesar de ter características bastante peculiares, em geral o edifício é compatível com o desenho urbano do entorno.	
G1.3. Manutenção do valor “hereditário” das instalações existentes				
Não degradação significativa do caráter hereditário do edifício e de seus sub-sistemas, pelo modo de operação do edifício – considerando (0) a manutenção durante um período mínimo de 10 anos (SBTool, 2007).	34	3	O edifício, construído há 10 anos, permanece operando adequadamente.	
TOTAL G1	3	TOTAL G1 PONDERADO		3,000
TOTAL G	3	TOTAL G PONDERADO		0,090
RESULTADO FINAL				1,217
QUADRO RESUMO DA AVALIAÇÃO				
TEMAS DE AVALIAÇÃO	PESOS	NOTA	NOTA PONDERADA	TOTAL
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO	10%	1,34	0,13	1,217
B. CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS	20%	1,23	0,25	
C. CARGAS AMBIENTAIS	25%	1,79	0,45	
D. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO	20%	0,72	0,14	
E. QUALIDADE DOS SERVIÇOS	15%	0,87	0,13	
F. ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS	7%	0,35	0,02	
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS	3%	3,00	0,09	

RESULTADO GRÁFICO

GRÁFICO RADAR COM RESULTADOS POR TEMA

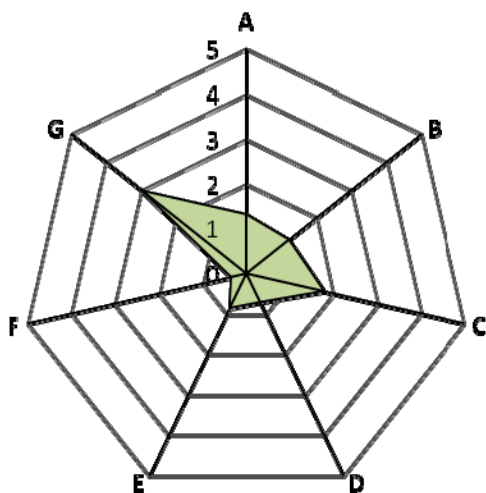
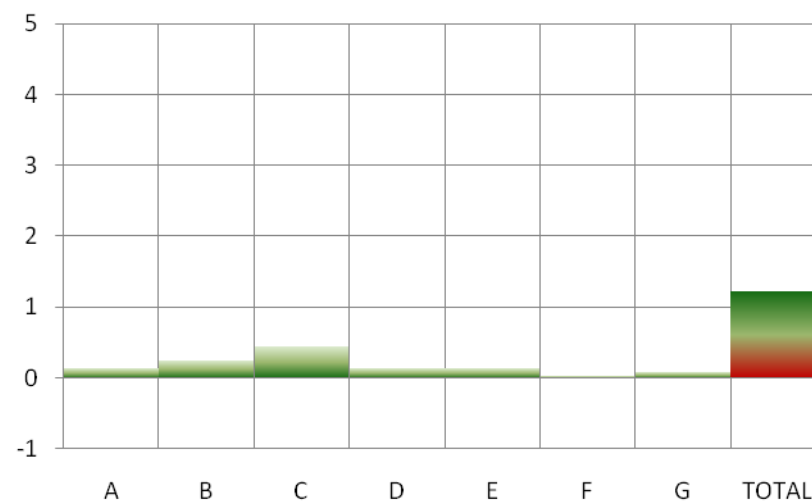


GRÁFICO DE BARRAS COM TEMAS PONDERADOS E RESULTADO FINAL



ESCALA DE GRADUAÇÃO DO RESULTADO FINAL

DESEMPENHO NEGATIVO	< 0
DESEMPENHO MÍNIMO	≥ 0 ≤ 1
DESEMPENHO BOM	> 1 ≤ 3
DESEMPENHO SUPERIOR	> 3 ≤ 4
PRÁTICA DE EXCELÊNCIA	> 4 < 5

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA ORIENTAÇÃO DAS ENTREVISTAS COM OS USUÁRIOS

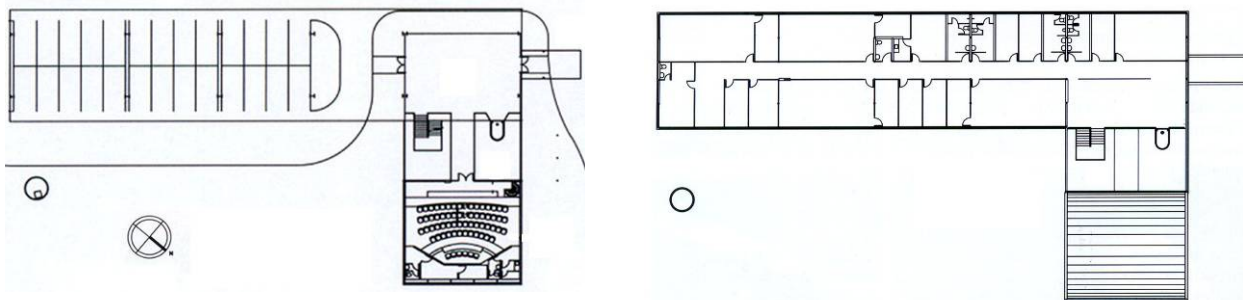
Data:
Hora início/fim:

Hoje o céu está: ☐ Claro ☐ Parcialmente nublado ☐ Nublado

Questionário para avaliação do edifício sede do TCU-ES pelo usuário

- Este questionário destina-se exclusivamente à avaliação do edifício sede do TCU-ES no intuito de diagnosticar a satisfação do usuário em relação à sustentabilidade do seu local de trabalho.
- Suas respostas não serão publicadas, apenas interpretadas junto com as de seus colegas para, assim, contribuir para pesquisa acadêmica. Você não precisa se identificar.

1. Localização e descrição do ambiente de trabalho



- Você trabalha próximo a uma janela (menos de 4,5m)?

- ☐ Sim
☐ Não

- Qual das opções seguintes melhor descreve o ambiente de trabalho?

- ☐ Escritório fechado, privado
☐ Escritório fechado, dividido com outras pessoas
☐ Pequenos compartimentos com divisórias altas
☐ Espaço de trabalho em sala aberta sem divisórias (somente mesas)
☐ Outro: _____

2. Dados de referência

- Há quanto tempo você trabalha no edifício?

- ☐ Menos de 1 ano
☐ 1-2 anos
☐ 3-5 anos
☐ Mais de 5 anos

- Há quanto tempo trabalha nesta sala?

- ☐ Menos de 3 meses
☐ 4-6 meses
☐ 7-12 meses
☐ Mais de 1 ano

- Quantas horas você trabalha neste ambiente por semana?

☐ 10 ou menos

☐ 11-30

☐ Mais de 30

• Que tipo de trabalho você desenvolve?

☐ Apoio administrativo

☐ Estágio

☐ Técnico

☐ Profissional

☐ Direção/Supervisão

☐ Manutenção/Limpeza

☐ Outro: _____

• Idade?

☐ 30 ou menos

☐ 31-50

☐ Mais de 50

• Sexo?

☐ Feminino

☐ Masculino

3. Layout da sala

Como você se sente em relação aos seguintes itens:

• Tamanho da sala e a disposição dos móveis nela?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

☐ A sala é muito pequena

☐ A sala é muito grande

☐ A disposição dos móveis é desconfortável

☐ Outra: _____

• Nível de privacidade do seu espaço de trabalho?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

☐ Muitas pessoas juntas – pouco espaço de separação entre as pessoas

☐ Muitas pessoas andando na minha área de trabalho

☐ Outra: _____

- Interação com os colegas de trabalho (contato social)?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

- ☐ Minha estação de trabalho fica isolada
- ☐ As conversas na sala são desaconselhadas porque distrai outras pessoas
- ☐ Não há espaço para interagir casualmente com colegas
- ☐ Há poucas oportunidades organizadas para interagir com colegas
- ☐ Outra: _____

- Em geral, o *layout* (disposição dos móveis) atual do seu ambiente de trabalho melhora ou piora a sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não me afeta

- Há outras questões relativas ao layout que considere importante e queira comentar?
-

4. Mobiliário de trabalho

Como você se sente em relação às seguintes questões:

- Conforto de seu mobiliário de trabalho (cadeira, mesa, etc.)?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Espaço disponível para o desenvolvimento de seu trabalho e acomodação de suas coisas?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Cores e texturas de piso, móveis e superfícies de acabamento?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Na situação atual, você considera que o mobiliário do seu ambiente de trabalho melhora ou piora a sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não me afeta

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

- ☐ A cadeira não é confortável
- ☐ A altura da mesa é inadequada
- ☐ A altura do monitor, teclado ou *mouse* é desconfortável
- ☐ Área da superfície de trabalho pequena
- ☐ Pouco espaço disponível para acomodar itens de trabalho ou pessoais

- ☐ As cores são muito escuras
- ☐ As cores são muito claras
- ☐ As cores são inadequadas
- ☐ As superfícies são muito polidas e escorregadias
- ☐ Outra: _____

- Há outras questões relativas aos equipamentos de trabalho que considere importante comentar:
-

5. Conforto térmico

- Quais das opções seguintes, relativas ao conforto térmico, você pode ajustar ou controlar no seu ambiente de trabalho?

- ☐ Cortinas ou sombreadores da janela
- ☐ Janelas (abrir/fechar)
- ☐ Unidade de ar-condicionado ambiente
- ☐ Ventilador portátil
- ☐ Ventilador de teto
- ☐ Aberturas para ventilação pelo teto
- ☐ Porta para espaço interno do edifício
- ☐ Porta para espaço externo do edifício
- ☐ Nenhuma das opções
- ☐ Outra: _____

- Geralmente, como você costuma trabalhar?

- ☐ Com as janelas abertas, sem ar-condicionado
- ☐ Com as janelas fechadas, com ar-condicionado
- ☐ A primeira opção no inverno e a segunda no verão
- ☐ Outra: _____

- No caso de uso do ar-condicionado, em média, em que temperatura ele funciona? _____

E no verão? _____

- Você sente o calor vindo de alguma direção específica? Qual? _____

Nas condições em que, normalmente, você trabalha, como você se sente em relação a:

- Temperatura do seu ambiente de trabalho?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Ventilação do seu ambiente de trabalho?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Na situação atual, você considera que o conforto térmico do seu ambiente de trabalho melhora ou piora sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não me afeta

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

Em dias quentes a temperatura em meu ambiente de trabalho é:

☐ Geralmente muito quente

☐ Geralmente frio

Em dias frios a temperatura em meu ambiente de trabalho é:

☐ Geralmente quente

☐ Geralmente muito frio

Quando é mais freqüente o problema?

☐ Antes das 11:00

☐ De 11:00 às 14:00

☐ De 14:00 às 17:00

☐ Depois das 17:00

☐ Nenhum horário em particular

☐ Outro: _____

Quais alternativas melhor descrevem a origem do desconforto?

☐ Umidade muito alta (Transpiração excessiva)

☐ Umidade muito baixa (Ar muito seco)

☐ Muito vento

☐ Pouco vento

☐ Luz do sol que entra

☐ Superfícies em volta quentes ou frias (piso, teto, paredes ou janelas)

☐ Calor gerado pelos equipamentos de trabalho

☐ Corrente de ar das janelas

☐ Corrente de ar de outras aberturas

☐ Minha área de trabalho é mais quente/fria que outras áreas

☐ Janelas de difícil operação

☐ Conflito em relação à temperatura do ar condicionado

☐ Outra: _____

- Há outras questões relativas à temperatura de seu ambiente de trabalho que considere importante comentar?

6. Qualidade do ar

- Como você se sente em relação à qualidade do ar do seu ambiente de trabalho (ar viciado ou abafado, limpeza, odores)?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Na situação atual, você considera que a qualidade do ar do seu ambiente de trabalho melhora ou piora sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não em afeta

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

☐ O ar é abafado/viciado

☐ O ar não é limpo

☐ O ar cheira mal

Caso haja um problema de odor, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

☐ Cigarro

☐ Fotocopiadoras

☐ Impressoras

☐ Carpete ou mobília

☐ Perfume

☐ Produtos de limpeza

☐ Origens externas (exaustão de carro, poluição)

☐ Tinta

☐ Outra: _____

- Há outras questões relativas à qualidade do ar de seu ambiente de trabalho que considere importante comentar?
-

7. Conforto visual

- Em relação à iluminação, quais das opções seguintes você pode ajustar ou controlar no seu ambiente de trabalho?

☐ Interruptores

☐ Cortinas ou sombreadores das janelas

☐ Luminárias de mesa

☐ Nenhuma das opções

☐ Outra: _____

Como você se sente em relação às seguintes questões:

- Quantidade de luz do seu ambiente de trabalho?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Conforto visual do seu ambiente de trabalho (ofuscamento, reflexos, contrastes)?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Na situação atual, você considera que a iluminação do seu ambiente de trabalho melhora ou piora sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não me afeta

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

☐ Muito escuro

☐ Muito claro

☐ Pouca luz natural

☐ Muita luz natural

☐ Iluminação artificial/elétrica insuficiente

☐ Muita iluminação artificial/elétrica

☐ Iluminação artificial/elétrica trêmula/oscilante

☐ Iluminação artificial/elétrica de cor desagradável

☐ Reflexos na tela do computador

☐ Sombras no espaço de trabalho

☐ Outras: _____

- Há outras questões relativas à iluminação de seu ambiente de trabalho que considere importante?

- Em relação à possibilidade de vista para o exterior, como você se sente?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Quanto à possibilidade de contato com jardins internos e externos, como você se sente?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Em geral, você considera que este contato com a vegetação e a paisagem melhora ou piora a sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não me afeta

- Caso você tenha indicado insatisfação, o que contribui para isso?

- Há outras questões relativas ao conforto visual de seu ambiente de trabalho que considere importante comentar?
-

8. Qualidade acústica

- Como você se sente em relação aos seguintes itens?

- Nível de ruído do seu ambiente de trabalho?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Nível de privacidade sonora do seu ambiente de trabalho (habilidade de conversar sem que seus vizinhos ouçam ou vice-versa)?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Na situação atual, você considera que a acústica do seu ambiente de trabalho melhora ou piora sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora muito    Piora muito

☐ Não me afeta

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

- ☐ Pessoas falando no telefone
 - ☐ Pessoas conversando em áreas vizinhas
 - ☐ Pessoas ouvem minhas conversas privadas
 - ☐ Ruídos provenientes de equipamentos de trabalho
 - ☐ Ruídos provenientes dos equipamentos de iluminação
 - ☐ Toques de telefone
 - ☐ Ruídos mecânicos (provenientes do sistema de refrigeração e ventilação)
 - ☐ Eco excessivo de vozes ou outros sons
 - ☐ Ruído provenientes do tráfego externo
 - ☐ Outros ruídos externos
 - ☐ Outra: _____
-

- Há outras questões relativas à qualidade acústica de seu ambiente de trabalho que considere importante comentar?
-

9. Limpeza e manutenção

Como você se sente em relação a:

- Limpeza geral do edifício?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Manutenção geral do edifício?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Na situação atual, você considera que as condições de limpeza e manutenção do seu ambiente de trabalho melhoram ou pioram sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhoram muito    Pioram muito

☐ Não me afeta

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

☐ Poeira sobre as superfícies de trabalho

☐ Pisos sujos

☐ Os banheiros geralmente estão sujos

☐ As lixeiras não são esvaziadas regularmente

☐ As lixeiras são fontes significativas de odor

☐ Os equipamentos demoram a receber manutenção quando apresentam problemas

☐ O edifício está precisando de pintura ou pequenos consertos

☐ Outras: _____

- Há outras questões relativas à limpeza e manutenção de seu ambiente de trabalho que considere importante comentar?
-

10. Acessibilidade

- Que meio de transporte você utiliza, geralmente, para chegar ao edifício?

☐ Carro privado

☐ Táxi

☐ Ônibus

☐ Moto

☐ Bicicleta

☐ A pé

☐ Outro: _____

Como você se sente em relação às seguintes questões:

- Localização e facilidade de se chegar ao edifício?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Disponibilidade de estacionamento para o seu veículo?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito
☐ Não se aplica

- Acessibilidade ao edifício e no interior do edifício (facilidade de acesso e locomoção)?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Adequação do edifício ao uso pelo portador de necessidades especiais?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

- Facilidade de orientação dentro do edifício?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

Caso você tenha indicado insatisfação, quais das alternativas abaixo contribuem para isso?

- ☐ O edifício está em local de difícil acesso
- ☐ O edifício fica longe de onde eu moro
- ☐ Não há vagas de estacionamento suficientes para o meu tipo de veículo
- ☐ Os veículos ficam desprotegidos
- ☐ As circulações não são confortáveis
- ☐ O edifício apresenta obstáculos para portadores de necessidades especiais
- ☐ O edifício não possui equipamentos adequados para o uso por portadores de necessidades especiais
- ☐ A distribuição dos ambientes não é clara
- ☐ Não há sinalizações ou identificação clara dos ambientes
- ☐ Outra: _____

- Há outras questões relativas à acessibilidade de seu ambiente de trabalho que considere importante comentar:

11. Características do edifício

- Em sua opinião, como é o desempenho do edifício em relação ao uso de energia?

Muito eficiente    Nada eficiente

Comentário: _____

- Em sua opinião, como é o desempenho do edifício em relação ao uso de água?

Muito eficiente    Nada eficiente

Comentário: _____

- Para cada item listado a seguir, indique sua satisfação quanto ao real desempenho do mesmo no edifício como um todo.

- Cortinas ou sombreadores externos

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

☐ Não tenho experiência com isso

Comentário: _____

- Sistema de iluminação e ventilação pelas aberturas na cobertura

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

☐ Não tenho experiência com isso

Comentário: _____

- Sistema de ar-condicionado

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

☐ Não tenho experiência com isso

Comentário: _____

- Elevador

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

☐ Não tenho experiência com isso

Comentário: _____

- Sistema de segurança

Muito satisfeito    Muito insatisfeito

☐ Não tenho experiência com isso

Comentário: _____

- Quão bem informado você se sente sobre como utilizar os itens mencionados?

Muito bem informado    Pouco informado

- Há outras questões relativas a projeto e operação das características mencionadas que você queira comentar?

12. Comentários gerais

- Em geral, quão satisfeito você está com o seu ambiente de trabalho?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito _____

- E com o edifício como um todo?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito _____

- Em geral, você considera que o edifício melhora ou piora sua produtividade, ou isso não te afeta?

Melhora    Piora _____

☐ Não me afeta

- Você percebe, em seu ambiente de trabalho, algum incentivo à redução no consumo de água e energia, coleta seletiva ou outra ação visando à educação e conscientização ambiental?

☐ Sim _____

☐ Não _____

- Em relação à valorização da diversidade e não-discriminação ou segregação (econômica, racial, cultural), como você se sente?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito _____

- Em relação à valorização da comunidade envolvida no seu ambiente de trabalho (preocupação em promover um ambiente de trabalho saudável, boas relações de trabalho, crescimento profissional, etc.), como você se sente?

Muito satisfeito    Muito insatisfeito _____

- Há algum comentário ou recomendação sobre seu ambiente de trabalho ou edifício como um todo que você queira fazer?
