

CENTRO UNIVERSITÁRIO POSITIVO • UNICENP

ANTONIO ELIAS ABRÃO

**CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE  
AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS**

CURITIBA

2007

ANTONIO ELIAS ABRÃO

**CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE  
AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão Ambiental do curso de mestrado Profissional em Gestão Ambiental, Centro Universitário Positivo (UnicenP).

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giselle Chalub Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Maurício Dziedzic

CURITIBA

2007

## **CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS**

*ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM GESTÃO AMBIENTAL (área de concentração: gestão ambiental) PELO PROGRAMA DE MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL DO CENTRO UNIVERSITÁRIO POSITIVO – UNICENP. A DISSERTAÇÃO FOI APROVADA EM SUA FORMA FINAL EM SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA, NO DIA 30 DE JULHO DE 2007, PELA BANCA EXAMINADORA COMPOSTA PELOS SEGUINTE PROFESSORES:*

- 1) Prof. Maurício Dziedzic - UnicenP (Presidente);*
- 2) Prof. Carlos Hardt, examinador externo, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Curso de Arquitetura e Urbanismo, GTU;*
- 3) Prof<sup>a</sup>. Selma Aparecida Cubas, UnicenP;*
- 4) Prof. Klaus Dieter Sautter, UnicenP.*

*CURITIBA – PR, BRASIL*

*PROF. MAURÍCIO DZIEDZIC  
COORDENADOR DO PROGRAMA DE MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL*

*Aos meus pais, sempre presentes, pela dedicação e carinho com que transmitiram os valores essenciais à minha formação.*

*Em especial à minha esposa Renata, com amor, pela certeza de que ela está ao meu lado incondicionalmente em todos os momentos.*

## *Agradecimentos*

*Ao Unicenp, nas pessoas dos Profs. Oriovisto Guimarães, Arno Gnoatto e Marcos José Tozzi pela oportunidade de participação neste programa;*

*À minha orientadora e amiga Giselle Chalub Martins, pelo entusiasmo, dedicação e apoio que auxiliaram a realização deste trabalho;*

*Ao meu co-orientador e coordenador do curso, Prof Maurício Dziedzic, pela sua inestimável contribuição nos últimos meses de pesquisa;*

*Aos demais professores do curso de mestrado que transmitiram seus conhecimentos de forma inquestionável;*

*Aos meus colegas e professores do curso de Arquitetura e Urbanismo do Unicenp, em especial ao amigo Carlos Eduardo Urrutigaray Botelho (in memoriam) o agradecimento pelo convite a ingressar na vida acadêmica e por despertar em mim a paixão pelo ensino;*

*Aos amigos Orlando, Marilice e Armando pela força em todas as etapas do trabalho;*

*Ao meu mestre e amigo Manoel Coelho, pela forma generosa com que sempre compartilhou comigo seus conhecimentos e experiência profissional;*

*Aos colegas de escritório pelo apoio que possibilitou a minha ausência em alguns momentos importantes do trabalho;*

*A todos meus familiares e amigos, pelo irrestrito incentivo e compreensão neste período.*

***“If success or failure of the planet and of human beings depended on how I am and what I do...How would I be? What would I do?”***

***BUCKMINSTER FULLER***

***“Desenvolvimento sustentável significa usarmos nossa ilimitada capacidade de pensar em vez de nossos limitados recursos naturais.”***

***JUHA SIPILÄ***

## RESUMO

Os atuais padrões de produção e consumo, o crescimento demográfico explosivo e o avanço perigoso sobre os recursos naturais existentes fazem com que a humanidade adentre o novo milênio sob estado de alerta. O crescimento das cidades é inevitável e irreversível. A indústria da construção exerce grande impacto sobre o meio ambiente e pela influência que a arquitetura exerce nas cidades é fundamental que ela contribua com soluções e alternativas que conduzam a um desenvolvimento mais sustentável. O estudo da relação entre as cidades e a natureza ao longo da história é fundamental para o entendimento dos princípios que nortearam a construção dos conceitos de desenvolvimento sustentável. As metodologias de avaliação ambiental de edifícios surgiram como resposta a Eco Rio 92 e a maioria dos países desenvolvidos possui seu sistema. O presente trabalho teve como objetivo *contribuir para desenvolver um sistema de avaliação e classificação do desempenho ambiental de edifícios dentro da realidade brasileira, que possa ser aplicado ainda na fase de desenvolvimento dos projetos*, oferecendo suporte técnico à tomada de decisões dos profissionais envolvidos e servindo como uma ferramenta que auxilie a melhorar os índices de sustentabilidade na construção brasileira. A discussão metodológica dos sistemas existentes e os estudos de caso realizados demonstraram que *(1) é possível identificar um eixo comum nos sistemas internacionais que permite estabelecer um referencial ao desenvolvimento de um método para ser aplicado no Brasil; (2) é fundamental o desenvolvimento de um sistema simplificado, em função do atual contexto brasileiro, que possa ser facilmente aplicado pelos profissionais envolvidos e que auxilie a detectar as deficiências e oportunidades de melhora de desempenho ambiental do edifício*. A estrutura de avaliação proposta foi construída a partir da seleção de indicadores de sustentabilidade, da análise dos métodos internacionais existentes e das normas nacionais relacionadas ao tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, arquitetura sustentável, avaliação ambiental de edifícios, impacto ambiental de edifícios.

## **ABSTRACT**

The present levels of production and consumption, the explosive demographic growth and the dangerous growing exploitation of natural resources, take humankind into the new millennium in a state of alert. The growth of the cities is inevitable and irreversible. The building industry has a large impact on the environment, and due to the influence architecture has on the cities, it is fundamental that architecture itself presents solutions and alternatives which conduce to a sustainable development. The study of the relationship between cities and nature throughout history is fundamental to the understanding of the principles of sustainable development. The methodologies of environmental assessment of buildings appeared as a reply to the Eco Rio 92 and most developed countries have their own system. The objective of the present work is to contribute to the development of a system of assessment and classification of the environmental performance of buildings considering the Brazilian reality, which can be applied in the design phase, and offering tools to support decision making toward the improvement of sustainability. A detailed analysis of the existing systems and the case studies conducted herein, show that (1) it is possible to identify a common elements among the international systems, which allows the establishment of references for the development of one method more suitable to Brazil; (2) this Brazilian system must be simple, due to the current state of affairs in Brazil, and should be easily applicable by the professionals involved in the construction business, but should also help to detect the deficiencies and opportunities for the improvement of the environmental performance of buildings. The environmental assessment system proposed was constructed by selecting indicators of sustainability, from analysis of existing international systems, and by considering the national building codes related to the theme.

**KEY WORDS:** sustainability, sustainable development, sustainable architecture, environmental assessment of buildings, environmental impact of buildings.

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                        |     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 01 | Dez livros de Arquitetura, Vitruvius.                                  | 24  |
| Figura 02 | Plano de ocupação de Timgad.                                           | 24  |
| Figura 03 | Mapa da cidade medieval de Florença.                                   | 25  |
| Figura 04 | Vista aérea do centro medieval da cidade de Bolonha.                   | 25  |
| Figura 05 | Plano da cidade de Versalhes, séc. XVII.                               | 27  |
| Figura 06 | Ilustração do Homem Vitruviano de Leonardo Da Vinci.                   | 27  |
| Figura 07 | Ilustração sobre as transformações urbanas na Paris da década de 1850. | 28  |
| Figura 08 | Plano de Hausmann para abertura de vias em Paris.                      | 28  |
| Figura 09 | Diagrama da cidade-jardim de Ebenezer Howard                           | 29  |
| Figura 10 | Letchworth, 1ª cidade-jardim da Inglaterra.                            | 29  |
| Figura 11 | Ville Contemporaine, Le Corbusier, 1922.                               | 31  |
| Figura 12 | Plan Voisin para Paris, Le Corbusier, 1925                             | 31  |
| Figura 13 | Metabolismo linear.                                                    | 52  |
| Figura 14 | Metabolismo circular                                                   | 52  |
| Figura 15 | Passeio Público, Curitiba, década de 1890.                             | 66  |
| Figura 16 | Curitiba dos anos 1950                                                 | 68  |
| Figura 17 | Ilustração da proposta radial do Plano Agache                          | 68  |
| Figura 18 | Plano Diretor de Curitiba, Diretrizes Básicas.                         | 70  |
| Figura 19 | Plano Diretor de Curitiba, Zoneamento e Uso do solo.                   | 70  |
| Figura 20 | Vias estruturais, foto aérea.                                          | 72  |
| Figura 21 | Calçada Rua XV de novembro.                                            | 72  |
| Figura 22 | Mapa da Rede Integrada de Transporte de Curitiba.                      | 74  |
| Figura 23 | Programa de separação de resíduos em Curitiba.                         | 77  |
| Figura 24 | Sistema de transbordo com estações-tubo e ônibus biarticulado.         | 77  |
| Figura 25 | Diagrama de desenvolvimento sustentável de Curitiba.                   | 79  |
| Figura 26 | Ilustração de tabela do sistema de avaliação BREEAM.                   | 105 |
| Figura 27 | Ilustração de tabela do sistema de avaliação LEED.                     | 109 |
| Figura 28 | Ilustração de tabela do sistema de avaliação GBTOOL.                   | 113 |
| Figura 29 | Ilustração de tabela do sistema de avaliação CASBEE.                   | 116 |
| Figura 30 | Ilustração de tabela do sistema de avaliação GREEN STAR.               | 120 |
| Figura 31 | Ilustração da fachada principal do edifício sede da RPC.               | 160 |
| Figura 32 | Ilustração da fachada lateral do edifício sede da RPC.                 | 160 |

|           |                                                                          |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 33 | Esquema da planta tipo do edifício sede da RPC.                          | 161 |
| Figura 34 | Corte esquemático do edifício sede da RPC.                               | 161 |
| Figura 35 | Vista externa do edifício da Pós-Graduação Unicenp.                      | 172 |
| Figura 36 | Vista da praça de acesso do edifício da Pós-Graduação Unicenp.           | 172 |
| Figura 37 | Vista do átrio central do edifício da Pós-Graduação Unicenp.             | 173 |
| Figura 38 | Planta do pavimento semi-enterrado do edifício da Pós-Graduação Unicenp. | 174 |
| Figura 39 | Planta do pavimento térreo do edifício da Pós-Graduação Unicenp.         | 174 |
| Figura 40 | Planta do 1º e 2º pavimentos do edifício da Pós-Graduação Unicenp.       | 174 |
| Figura 41 | Corte esquemático do edifício da Pós-Graduação Unicenp.                  | 174 |

## LISTA DE TABELAS

|           |                                                                                 |     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 01 | Categorias avaliadas BREEAM.                                                    | 106 |
| Tabela 02 | Classificação BREEAM.                                                           | 106 |
| Tabela 03 | Categorias avaliadas LEED.                                                      | 110 |
| Tabela 04 | Classificação LEED.                                                             | 110 |
| Tabela 05 | Categorias avaliadas GBTOOL.                                                    | 114 |
| Tabela 06 | Categorias avaliadas CASBEE.                                                    | 117 |
| Tabela 07 | Classificação CASBEE.                                                           | 117 |
| Tabela 08 | Categorias avaliadas GREEN STAR.                                                | 121 |
| Tabela 09 | Classificação GREEN STAR.                                                       | 121 |
| Tabela 10 | Escala de importância relativa.                                                 | 133 |
| Tabela 11 | Comparação indicadores de sustentabilidade.                                     | 135 |
| Tabela 12 | Comparação temas de desempenho.                                                 | 137 |
| Tabela 13 | Escala de importância relativa.                                                 | 139 |
| Tabela 14 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema local.                         | 140 |
| Tabela 15 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema água.                          | 141 |
| Tabela 16 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema energia.                       | 142 |
| Tabela 17 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema materiais.                     | 143 |
| Tabela 18 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema qualidade do ambiente interno. | 144 |
| Tabela 19 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema gerenciamento.                 | 145 |
| Tabela 20 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema transporte.                    | 146 |
| Tabela 21 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema poluição.                      | 147 |
| Tabela 22 | Matriz comparativa critérios de avaliação – tema inovação.                      | 148 |
| Tabela 23 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Ficha Técnica.                    | 151 |
| Tabela 24 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Local.                            | 152 |
| Tabela 25 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Água.                             | 152 |
| Tabela 26 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Energia.                          | 153 |
| Tabela 27 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios – Materiais.                        | 153 |
| Tabela 28 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios – Qualidade do ambiente interno.    | 154 |
| Tabela 29 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Transporte.                       | 155 |
| Tabela 30 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Poluição.                         | 155 |
| Tabela 31 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Gerenciamento.                    | 156 |
| Tabela 32 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Inovação.                         | 156 |

|           |                                                              |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 33 | Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Classificação. | 157 |
| Tabela 34 | RPC – Ficha Técnica.                                         | 162 |
| Tabela 35 | RPC – Local.                                                 | 163 |
| Tabela 36 | RPC – Água.                                                  | 163 |
| Tabela 37 | RPC – Energia.                                               | 164 |
| Tabela 38 | RPC – Materiais.                                             | 164 |
| Tabela 39 | RPC – Qualidade do ambiente interno.                         | 165 |
| Tabela 40 | RPC – Transporte.                                            | 166 |
| Tabela 41 | RPC – Poluição.                                              | 166 |
| Tabela 42 | RPC – Gerenciamento.                                         | 167 |
| Tabela 43 | RPC – Inovação.                                              | 167 |
| Tabela 44 | RPC – Classificação.                                         | 168 |
| Tabela 45 | Pós-Graduação Unicenp – Ficha Técnica.                       | 175 |
| Tabela 46 | Pós-Graduação Unicenp – Local.                               | 176 |
| Tabela 47 | Pós-Graduação Unicenp – Água.                                | 176 |
| Tabela 48 | Pós-Graduação Unicenp – Energia.                             | 177 |
| Tabela 49 | Pós-Graduação Unicenp – Materiais.                           | 177 |
| Tabela 50 | Pós-Graduação Unicenp – Qualidade do ambiente interno.       | 178 |
| Tabela 51 | Pós-Graduação Unicenp – Transporte.                          | 179 |
| Tabela 52 | Pós-Graduação Unicenp – Poluição.                            | 179 |
| Tabela 53 | Pós-Graduação Unicenp – Gerenciamento.                       | 180 |
| Tabela 54 | Pós-Graduação Unicenp – Inovação.                            | 180 |
| Tabela 55 | Pós-Graduação Unicenp – Classificação.                       | 181 |

## **SUMÁRIO**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABELAS**

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA</b>                     | <b>20</b> |
| 2.1      | CIDADE E NATUREZA                                  | 22        |
| 2.2      | SUSTENTABILIDADE                                   | 35        |
| 2.2.1    | Contexto atual                                     | 35        |
| 2.2.2    | Diretrizes do desenvolvimento sustentável          | 38        |
| 2.2.3    | Agenda 21                                          | 44        |
| 2.3      | CIDADES SUSTENTÁVEIS                               | 48        |
| 2.3.1    | Conceituação                                       | 48        |
| 2.3.2    | Urbanismo sustentável                              | 56        |
| 2.3.3    | Sustentabilidade urbana em Curitiba                | 62        |
| 2.3.3.1  | As primeiras intervenções urbanas                  | 62        |
| 2.3.3.2  | Anos 40 e 50 - o Plano Agache                      | 66        |
| 2.3.3.3  | Anos 60 - Plano Preliminar de Urbanismo            | 68        |
| 2.3.3.4  | Anos 70 - a implantação do Plano Diretor           | 70        |
| 2.3.3.5  | Anos 80 - a caminho da descentralização            | 72        |
| 2.3.3.6  | Anos 90 - o desafio do desenvolvimento sustentável | 74        |
| 2.3.3.7  | O novo milênio                                     | 78        |

|          |                                                                              |            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.4      | ARQUITETURA SUSTENTÁVEL                                                      | 80         |
| 2.4.1    | Conceitos                                                                    | 80         |
| 2.4.2    | Parâmetros para a arquitetura sustentável                                    | 86         |
| 2.4.3    | Indicadores de sustentabilidade                                              | 93         |
| 2.5      | SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS                                 | 98         |
| 2.5.1    | Principais iniciativas                                                       | 101        |
| 2.5.1.1  | BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method     | 104        |
| 2.5.1.2  | LEED - Leadership in Energy and Environmental Design                         | 107        |
| 2.5.1.3  | GBC - Green Building Challenge                                               | 111        |
| 2.5.1.4  | CASBEE-Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency | 114        |
| 2.5.1.5  | GREEN STAR                                                                   | 118        |
| 2.5.1.6  | Considerações sobre o capítulo                                               | 122        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA</b>                                                           | <b>125</b> |
| 3.1      | CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA                                                   | 125        |
| 3.2      | OBJETIVOS                                                                    | 126        |
| 3.3      | CONSTRUÇÃO DAS MATRIZES DE COMPARAÇÃO                                        | 128        |
| 3.4      | DEFINIÇÃO DA AMOSTRA                                                         | 129        |
| 3.5      | ESTUDO DE CASO                                                               | 129        |
| <b>4</b> | <b>PROPOSTA DE SISTEMA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS</b>               | <b>131</b> |
| 4.1      | ETAPA 1 –MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE             | 132        |
| 4.2      | ETAPA 2 –MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE TEMAS DE DESEMPENHO AMBIENTAL               | 136        |
| 4.3      | ETAPA 3 –MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO                      | 138        |
| 4.4      | ESTRUTURA FINAL DA PROPOSTA DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS   | 149        |

|          |                                        |            |
|----------|----------------------------------------|------------|
| <b>5</b> | <b>ESTUDOS DE CASO</b>                 | <b>158</b> |
| 5.1      | ESTUDO DE CASO 1                       | 158        |
| 5.2      | CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO 1 | 169        |
| 5.3      | ESTUDO DE CASO 2                       | 170        |
| 5.4      | CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO 2 | 182        |
| <br>     |                                        |            |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO</b>                       | <b>184</b> |
| <br>     |                                        |            |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS</b>                     | <b>187</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A capacidade de suporte das cidades está sendo solicitada ao seu limite. Em nenhum outro momento da história da civilização no planeta, tantas pessoas viveram dentro das cidades. Os níveis de degradação ambiental, o crescimento acelerado da população, o esgotamento das matérias-primas e a proliferação de resíduos fazem com que seja necessária uma urgente mudança nos atuais paradigmas e modelos de crescimento e desenvolvimento da sociedade. Uma vez que as questões sociais e ambientais são indissociáveis, não é surpresa o fato de que as cidades sejam as principais causadoras dos danos ao meio ambiente.

Se as cidades estão destruindo o equilíbrio ambiental do planeta, os padrões de comportamento econômico e social são as principais causas desse problema. Em nenhum outro lugar a implementação da sustentabilidade pode ser tão poderosa e eficaz quanto na cidade (ROGERS,1997). A arquitetura exerce papel fundamental no processo de transformação da sociedade contemporânea e deve assumir sua responsabilidade apresentando soluções e alternativas que possam garantir o futuro das próximas gerações através de cidades mais sustentáveis e humanas, e desenvolvendo uma nova cultura urbana, socialmente responsável e ambientalmente consciente.

A sustentabilidade é um processo em permanente construção e constitui-se em conceito fundamental para o restabelecimento do equilíbrio entre homem e natureza. A Comissão Brundtland propôs o conceito de “desenvolvimento sustentável” como espinha dorsal de uma política econômica global: atender as necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações.

O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como a integração entre as dimensões ambiental, social e econômica, e representa o equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável.

Depois da *United Nations Conference on Environmental and Development* – UNCED, também conhecida como Eco Rio 92, e a publicação da Agenda 21 fica estabelecido o consenso de que as estratégias de desenvolvimento sustentável deveriam integrar aspectos ambientais em planos e políticas de desenvolvimento.

A indústria da construção representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Não é possível alcançar o desenvolvimento sustentável sem que se estabeleça um modelo de construir mais sustentável. Buscar uma indústria da construção mais sustentável é fornecer mais valor, poluir menos, ajudar no uso sustentado dos recursos, responder mais efetivamente às partes interessadas, e melhorar a qualidade de vida presente sem comprometer o futuro (SILVA, 2003).

No contexto atual, a degradação do meio ambiente, a escassez de recursos e o aumento da crise social, faz com que haja a necessidade de uma adaptação da arquitetura. Uma edificação não pode mais ser vista como uma unidade isolada, mas sim como um organismo que gera impactos ao longo de todo o seu ciclo de vida: projeto, construção, utilização, demolição, reutilização e/ou reciclagem (MÜLFARTH, 2002).

A implementação de sistemas de avaliação ambiental ajudam a encorajar e contribuir para a melhoria do desempenho dos edifícios. É consenso entre pesquisadores e agências governamentais que a classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação é um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho das edificações. A experiência internacional demonstra que os saltos nos níveis de desempenho não serão possíveis até que empreendedores

da construção civil e os usuários dos edifícios tenham acesso a métodos relativamente simples que lhes permita identificar aqueles edifícios com melhor desempenho (NRCan, 1998 apud SILVA, 2003).

Segundo Lippiat (2000 apud MÜLFARTH, 2002) é necessário que os arquitetos e profissionais da área tenham elementos e parâmetros para possibilitar a tomada de decisões conscientes em seus projetos, pesando, de acordo com as possibilidades, as variáveis econômicas e ambientais.

A partir do início dos anos 90, diversos países começaram a desenvolver procedimentos e métodos para promover a melhora da qualidade ambiental dos edifícios, como sistema austríaco Vorarlberg, o britânico Breeam (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), o holandês DCBA, o escandinavo Beat2000 (*Building Environmental Assessment Tool*), o francês HQE (*Haute Qualité Environnementale*), o australiano Green Star, o canadense GBTool (*Green Building Tool*), o japonês CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*), o suíço Minergie, o norte-americano Leed (*Leadership in Energy & Environmental*) (GAUZIN-MÜLLER, 2001).

No Brasil, o interesse pelo tema já foi definitivamente despertado, várias são as iniciativas de organismos públicos e privados, de setores da indústria da construção e de universidades que desenvolvem pesquisas relacionadas ao tema, como a Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Estadual de Campinas, Universidade de São Paulo e Universidade de Pernambuco, entre outras. Desde 2000, o país integra o grupo de desenvolvimento do projeto Green Building Challenge no desenvolvimento e aprimoramento de um sistema internacional de avaliação (SILVA, 2007).

Uma das estratégias para a implementação da pesquisa em avaliação ambiental de edifícios no Brasil centra-se no Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), uma rede nacional de pesquisa que, após o delineamento inicial da metodologia no Estado de São Paulo, poderá ser gradualmente implementada em outras regiões do país (SILVA et al, 2000). Outras contribuições de pesquisas para o desenvolvimento de sistemas de avaliação no Brasil são, o ABIHA – Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental, método desenvolvido por pesquisadores da Universidade de São Paulo – USP e o SAASHA – Sistema de Análise e Avaliação Sócio-Humano-Ambiental desenvolvido pela Universidade Mackenzie.

Em 2007 foi fundado no Brasil o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS, associação civil sem fins lucrativos, com a missão de promover a melhoria da qualidade de vida da população brasileira e a preservação de seu patrimônio natural, pelo desenvolvimento e implementação de conceitos e práticas mais sustentáveis e que contemplem as dimensões social, econômico e ambiental da cadeia produtiva da indústria da construção civil.

A hipótese a ser comprovada neste trabalho é a de que *para se alcançar a melhoria dos índices de sustentabilidade na construção brasileira é necessário o desenvolvimento de métodos locais de avaliação ambiental de edifícios que dêem suporte à tomada de decisões dos profissionais envolvidos nos projetos.*

Ações na busca do desenvolvimento sustentável em áreas urbanas podem ser encontradas em vários lugares do mundo, cidades conhecidas por suas boas práticas se tornaram referências mundiais por terem encontrado caminhos alternativos para os desafios que se apresentam rumo à conquista da sustentabilidade.

Curitiba, pelo histórico de iniciativas e experiências de sucesso nas áreas de planejamento urbano, meio ambiente e sustentabilidade, se apresenta como cenário ideal para que se iniciem ações que contribuam para promover um desenvolvimento mais sustentável dentro das cidades brasileiras. Sua vocação como cidade vanguarda nas soluções urbanas a transformam em um potencial agente promotor e indutor de boas práticas. Dentro deste contexto, se propõe utilizar Curitiba como estudo de caso para demonstrar que a utilização de ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios são fundamentais para melhorar os índices de sustentabilidade das cidades. Esta é uma oportunidade para que se dê mais um passo no contínuo processo de construção do desenvolvimento sustentável na cidade.

A justificativa para a escolha do tema é que somente através da definição de parâmetros próprios, ajustados à sua realidade, será possível se estimular o desenvolvimento da arquitetura sustentável no Brasil. A definição clara de objetivos e parâmetros ambientais se converte em um suporte fundamental na difusão e na aplicação do enfoque ambiental para o desenvolvimento sustentável na construção dos edifícios.

Em função das limitações do atual contexto brasileiro, que ainda não apresenta suficiente desenvolvimento de normas, regras e banco de dados que regulamentem a construção no país, o objetivo geral deste trabalho foi, *desenvolver um sistema de avaliação e classificação do desempenho ambiental de edifícios dentro da realidade brasileira, que possa ser aplicado ainda na fase de desenvolvimento dos projetos.*

Como objetivos específicos, pretendeu-se:

- confirmar a hipótese formulada e demonstrar que *é possível identificar um eixo comum nos sistemas internacionais que permita estabelecer um referencial ao desenvolvimento de um método para ser aplicado no Brasil;*
- *desenvolver um sistema de avaliação ambiental de edifícios, que possa ser facilmente aplicado pelos profissionais envolvidos no projeto e para que possam ser detectadas as deficiências e oportunidades de melhora de desempenho ambiental do edifício.*
- *propor diretrizes e estabelecer uma base metodológica para o desenvolvimento do sistema de avaliação; e*
- *apontar a direção de desenvolvimentos futuros necessários para sua conclusão, como passo fundamental para estruturar um sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios.*

A metodologia adotada foi o estudo exploratório com o levantamento e análise de alguns sistemas de avaliação ambiental já existentes no mercado, a definição de referencial teórico para o desenvolvimento de um método local e a apresentação de dois estudos de caso na cidade de Curitiba para atestar a aplicabilidade do método proposto. Assim, pretendeu-se construir um sistema de avaliação local como forma de contribuir, promover e induzir a sustentabilidade de edifícios.

O desenvolvimento de sistemas de avaliação é fundamental para que se possa realizar uma radiografia do edifício quanto à sua sustentabilidade. Com uma ferramenta que possibilite fácil aplicação e mensuração durante o processo de desenvolvimento dos projetos, arquitetos, urbanistas, engenheiros e planejadores

poderão, através da análise das potencialidades e fragilidades reveladas pelo projeto, executar as necessárias correções e ajustes antes da fase definitiva de construção do edifício.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CIDADE E NATUREZA

*“Para começar a correção de nossa posição a bordo da grande nave, o planeta Terra, antes de mais nada devemos reconhecer que a abundância dos recursos imediatamente consumíveis, inevitavelmente desejáveis ou absolutamente essenciais, até agora, foi suficiente para permitir que continuemos nossa jornada, apesar de nossa ignorância. Estes recursos, em última instância esgotáveis e dilapidáveis, foram adequados até este momento crítico. Aparentemente, essa espécie de amortecedor dos erros de sobrevivência e crescimento da humanidade foi alimentado, até agora, da mesma forma que um pássaro dentro do ovo se alimenta do líquido envoltório, necessário para uma etapa de seu desenvolvimento somente até um certo ponto.”*

(BUCKMINSTER FULLER, apud ROGERS, 1997)

Segundo o arquiteto Richard Rogers (1997), no seu livro “Cidades para um pequeno planeta”, está se conformando um quadro de catástrofe ambiental de uma magnitude jamais enfrentada pela humanidade e as cidades são as principais responsáveis por esta crise ambiental. O aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a poluição, o desmatamento, a industrialização crescente e a expansão caótica das cidades são evidências de que na busca por riqueza o homem, sistematicamente, vem destruindo todo o sistema que dá suporte à vida na Terra. É uma ironia que as cidades, o habitat da humanidade, caracterizem-se como sendo o maior agente destruidor do ecossistema e a maior ameaça para a sobrevivência da humanidade no planeta.

No decorrer da História, a relação homem e meio ambiente, é marcada pelo crescente impacto gerado na natureza por suas atividades básicas. Estes impactos fizeram com que se chegasse a um limite de esgotamento das reservas naturais. Questões sociais, como o aumento da miséria e da fome, praticamente em todo o planeta, além do consumismo excessivo e desmedido, contribuíram para agravar ainda mais este quadro. Sendo assim, a procura de soluções para melhoria deste quadro acaba sendo a única alternativa para o Homem, onde não só as buscas de uma relação mais harmônica com a natureza, como também mudanças sociais profundas passam a ser absolutamente vitais (MÜLFARTH, 2002).

A sobrevivência da humanidade sempre dependeu da relação e equilíbrio entre população, meio ambiente e recursos naturais. O entendimento do contexto do processo de interação do homem com o meio ambiente é de extrema dificuldade. Desde a antiguidade, Platão já utilizava o conceito de que tudo faz parte de um mesmo organismo, nada pode ser avaliado isoladamente. O homem e a natureza fazem parte deste mesmo sistema (LYLE, 1994 apud MÜLFARTH, 2002).

Assim, para que se possa melhor compreender o momento pelo qual o planeta atravessa, é necessário que se faça uma revisão histórica de como evoluíram e se modificaram as relações entre homem, natureza e cidade, desde as primeiras civilizações até as cidades contemporâneas.

A idéia de natureza tem permeado as formulações teóricas urbanas com diferentes significados. Para Helen Rosenau (1988), dentro do amplo levantamento que fez dos modelos de cidades ideais na teoria urbana, já nas cidades clássicas existia a compreensão da relação entre o homem e a natureza.

Na civilização ocidental, os conceitos sobre a relação entre o ambiente natural e o construído aparecem pela primeira vez com Vitruvius, nos seus “Dez livros de

Arquitetura”, com suas recomendações sobre implantação, orientação e aproveitamento dos ventos e da luz natural em construções da cidade romana de Timgad, em 100 d.C. (figuras 01 e 02). Esse era um planejamento centrado no homem, na medida em que ele via a natureza como recurso para satisfazer as necessidades humanas, tal ponto de vista permaneceu durante os dois milênios que se seguiram (RUANO, 1999).

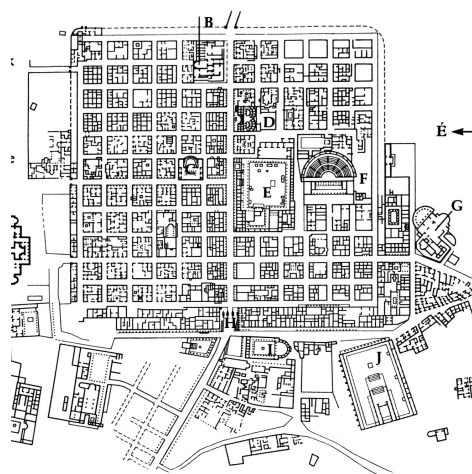
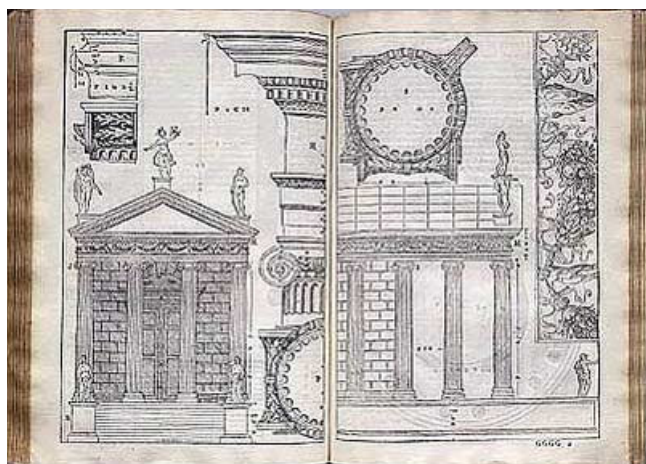


Figura 01- Dez livros de Arquitetura, Vitruvius (fonte: CASA-NEL-VENETO, 2007).

Figura 02 - Plano de ocupação de Timgad (fonte: MUVTOR, 2007).

Desde a Grécia Antiga, a preocupação com impacto e o limite de crescimento das cidades é abordada, cidades como Atenas, que estavam próximas de esgotar o limite de se sustentarem, passam a ser designadas pelo termo – Megalópolis. A utilização relativamente recente do termo “Megacidades”, apesar de se referir a escalas de cidades completamente diferentes da Grécia, ilustram a constante preocupação do homem em se relacionar com o Meio Ambiente (HALL, 2002).

Nas cidades medievais, o obscurantismo predominava sobre a população, o acesso à luz do conhecimento era privilégio dos senhores feudais e sacerdotes, existia o medo do contato com os elementos da natureza e prevalecia o mito do

sagrado – a floresta era o lugar de feras, deuses, bruxas e demônios. Se considerava natureza o que se encontrava além dos muros da cidade, o espaço não protegido, não organizado, não construído. Ao redor da cidade havia uma zona de fronteira, o campo, habitada por seres cuja natureza parecia incerta e ambígua entre o humano e o animal, a gente dos campos que vivia segundo tradições antigas e se dedicava a técnicas arcaicas e quase rituais, tão diversas das técnicas civis, cultas e intelectuais do artesanato urbano presente dentro das muralhas da cidade (ARGAN, 1992).

Nas cidades medievais, o crescimento desordenado, a segregação social e a falta de saneamento básico já estabeleciam um panorama de como seriam as cidades nos próximos séculos (figuras 03 e 04).



Figura 03 - Mapa da cidade medieval de Florença (fonte: IDEARAREMAPS, 2007).

Figura 04 - Vista aérea do centro medieval da cidade de Bolonha (fonte: MELKOT, 2007).

Na Renascença, a teoria de Copérnico, que mostra a Terra como centro do Universo com os planetas orbitando à sua volta, influencia a forma de pensar. O conceito de que o Homem é o centro das coisas, o centro do Universo, fez com que

tudo este contexto acabasse refletindo na maneira do homem relacionar-se com o meio (LYLE,1985 apud MÜLFARTH, 2002).

A partir do Renascimento, vincula-se a imagem da natureza às preocupações sociais nos modelos de cidades ideais, com a incorporação de elementos naturais principalmente na questão das águas, com o livre acesso aos trabalhadores por intermédio de canais fluviais que penetram nas cidades. Segundo Thomas More, na sua obra *A utopia* de 1516, na qual concebe modelos utópicos de cidade, com a presença das águas delimitando a cidade, os abundantes jardins e o cinturão verde do campo, vislumbra-se a superação do mito da natureza intocável. A transformação do mundo natural é possível. Trata-se de uma obra que anuncia questões e proposições que influenciaram autores posteriores: a limitação do tamanho das cidades, o cultivo de jardins em seu interior e a integração cidade-campo. A cidade passa a ser o lugar do desenvolvimento da civilidade, o campo o lugar da rusticidade dos trabalhos manuais e pesados e a natureza o local da brutalidade dos animais. O homem “integra” o verde às suas cidades, mas segundo a sua ordem, controlando e organizando esses espaços através de formalismos e desenhos geométricos, como nas cidades planejadas de Versalhes na França e Karlsruhe na Alemanha (figura 05). No mesmo período, Leonardo Da Vinci desenha o “Homem Vitruviano” (figura 06) sua interpretação para as regras proporcionais definidas por Vitruvius, no qual as relações e proporções humanas seriam a medida para todas as coisas, reforçando o pensamento recorrente na época do homem como o centro e razão de todas as ações. (CHOAY,1985; MORE, 1996; SPIRN, 1995; TAFURI, 1985; THOMAS, 1988 apud MARCONDES 1999).

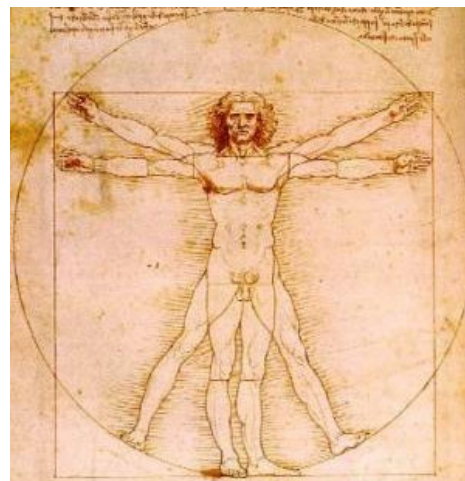
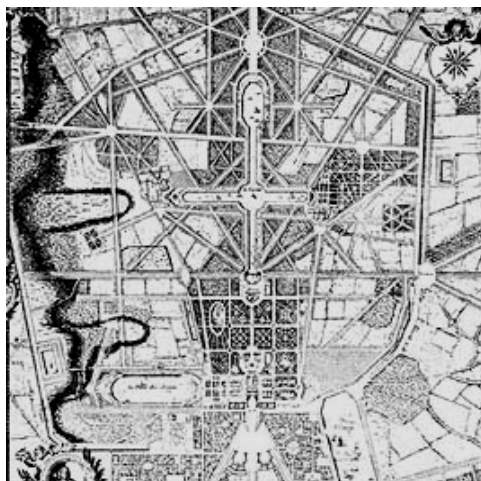


Figura 05 - Plano da cidade de Versalhes, séc. XVII (fonte: VITRUVIUS, 2007).

Figura 06 – Ilustração do Homem Vitruviano de Leonardo Da Vinci (fonte: MEMBROS, 2007).

O século XIX é conhecido por uma série de projetos de interferência na cidade que de alguma maneira tentavam lidar com os problemas da nova cidade industrial. Se os utopistas apresentaram propostas de negação da cidade, afastando-se da urbe doente, essas intervenções eram apresentadas sob a forma de propostas “curativas” que enfrentavam as enfermidades da própria cidade (GONSALES, 2005).

As cidades crescem de forma desordenada e sem padrões de saneamento e qualidade ambiental. Há uma natural deterioração do ambiente urbano e a natureza passa a ser idealizada como solução para os problemas da cidade. A evocação da idéia de natureza na construção dos modelos ideais de cidade foi amplamente enfatizada durante o Iluminismo. A partir dessa época predominou a noção, presente até os dias atuais, do naturalismo urbano associado à restauração de uma natureza perdida (MARCONDES, 1999). Em 1850, o Barão de Hausmann, então prefeito de Paris, promove um plano de reurbanização para a cidade fundamentado nos conceitos da Teoria de Harvey, onde são descritos os sistemas circulatórios (respiratório e sanguíneo), no qual se estabelece a necessidade de “circular para ter

vida”. A cidade é literalmente “rasgada” por ruas, *boulevares* e parques, na tentativa de se promover um saneamento urbano e “oxigenar” a malha urbana através da hierarquização das vias, que passam a funcionar como “artérias” ligando os principais pontos de Paris (figuras 07 e 08).

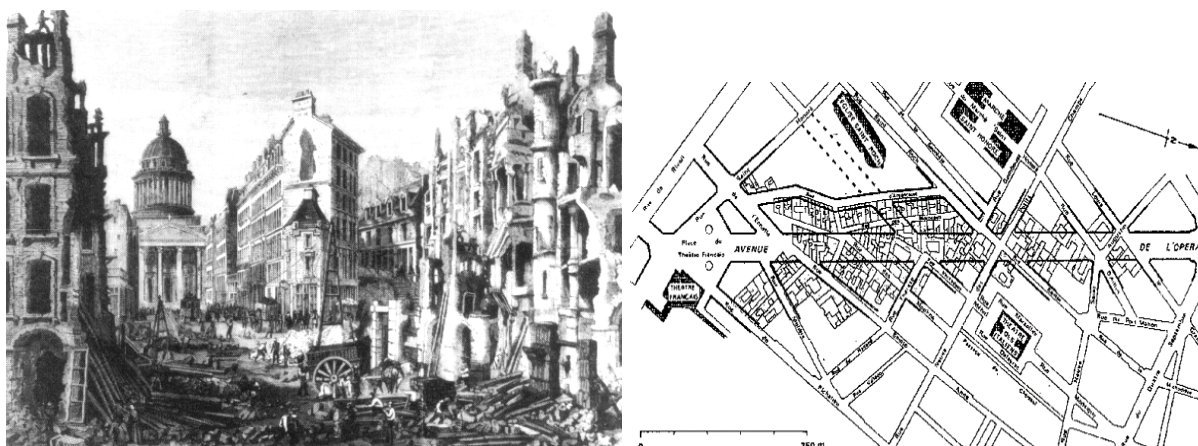


Figura 07– Ilustração sobre as transformações urbanas na Paris da década de 1850 (fonte: ISL, 2007).

Figura 08 - Plano de Hausmann para abertura de vias em Paris (fonte: KOSMOGRAPH, 2007).

Próximo ao início do século XX, a proposta mais contundente de integração entre cidade e natureza é o modelo de cidades-jardim (*garden cities*) idealizado por Ebenezer Howard, em 1898, que retoma alguns dos aspectos das cidades utópicas renascentistas de Thomas More e de Leonardo Da Vinci, a eles acrescentando as indústrias e as ferrovias nos diagramas geométricos ilustrativos de seus esquemas (figura 09). Se constitui uma reação à aglomeração urbana dos períodos anteriores, caracterizados por exagerada admiração pelo campo e pela natureza em face das condições da vida nas cidades. Na proposta cada cidade-jardim, limitada a 30 mil habitantes e rodeada por um cinturão verde, deveria estar conectada a outras cidades-jardim circundadas pelo campo, como implantado em Letchworth em 1903 (figura 10), uma das primeiras cidades-jardins inglesas (MUNFORD, 1982).

Howard propõe um conceito de cidade sustentável, sem utilizar este termo, com a implantação das “cidades jardim” que se caracterizavam basicamente pela grande quantidade de verde e baixa densidade demográfica com um limite de tamanho e de crescimento. As cidades jardim possuíam cinturões verdes naturais, áreas de agricultura, florestas e áreas de reflorestamento, havendo nas proximidades o necessário para seu funcionamento. Todo esgoto e dejetos orgânicos gerados pela cidade seriam tratados nestas áreas naturais (HAGAN, 2001 apud MÜLFARTH, 2002). Introduzindo conceitos como o “verde para a saúde” (RUANO, 1999), pretendia-se morar e trabalhar em um contato mais próximo à natureza, elementos da natureza também chamados de “pulmões verdes”, como parques e áreas para a agricultura, são incorporados à malha urbana como forma de se promover a salubridade desses espaços.

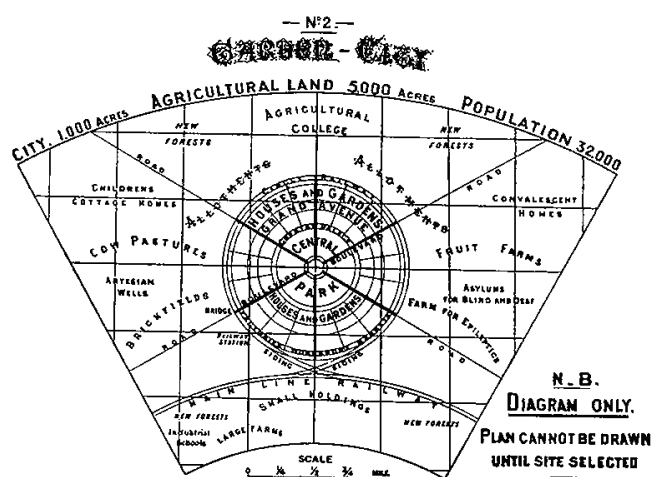


Figura 09 – Diagrama da cidade-jardim de Ebenezer Howard (fonte: LIBRARY, 2007).

Figura 10 - Letchworth, 1ª cidade-jardim da Inglaterra (fonte: BRITANNICA, 2007).

Segundo Marcondes (1999), ao lado das implantações concretas do ideário das cidades-jardim o pensamento urbanístico do século XX retoma e potencializa o projeto racionalista da cidade industrial, traduzido nos trabalhos de Le Corbusier

(1922), Gropius (1926) e Mies van der Rohe (1927) e cuja melhor definição é encontrada no termo “cidade-máquina” de Hilberseimer (1920). Tafuri (1985) destaca no projeto de cidade-máquina a ausência do conceito de espaço e de lugar, a idéia de natureza presente é a natureza racionalizada, artificializada e descontextualizada. Para Ruano (2001), apesar de sua radical defesa do papel social da arquitetura e urbanismo, o movimento moderno seguia considerando a natureza como mero pano de fundo da urbanização e as zonas verdes como uma das demais funções que a cidade deveria proporcionar aos seus habitantes, como no projeto de Le Corbusier para a cidade de Chandigarh. Este ideário é reiterado no zoneamento funcionalista proposto pela Carta de Atenas, que domina o pensamento arquitetônico e urbanístico até os anos sessenta, através de diretrizes para o planejamento de edifícios e cidades baseadas em funções e zoneamentos bem definidos, locais para moradia, trabalho, lazer, sistemas de circulação e transporte. Valoriza-se a forma racionalista de se pensar o espaço, como ilustram suas propostas urbanísticas para Paris (figuras 11 e 12).

O urbanismo segundo *A Carta de Atenas*, de Le Corbusier:

*“O urbanismo é a administração dos lugares e dos locais diversos que devem abrigar o desenvolvimento da vida material, sentimental e espiritual em todas as suas manifestações, individuais ou coletivas. Ele envolve tanto as aglomerações urbanas quanto os agrupamentos rurais. O urbanismo não poderia mais estar exclusivamente subordinado às regras de um esteticismo gratuito. Por sua essência, ele é de ordem funcional. As três funções fundamentais pela realização das quais o urbanismo deve velar são: 1º habitar; 2º trabalhar; 3º recrear-se. Seus objetivos são: a) a ocupação do solo; b) a organização da circulação; c) a legislação. As três funções fundamentais acima indicadas não são favorecidas pelo estado atual das aglomerações. As relações entre os diversos locais que lhes são*

*destinados devem ser recalculadas de maneira a determinar uma justa proporção entre volumes edificados e espaços livres. O problema da circulação e o da densidade devem ser reconsiderados. O parcelamento desordenado do solo, fruto de partilhas, de vendas e da especulação, deve ser substituído por uma economia territorial de reagrupamento. Este reagrupamento, base de todo urbanismo capaz de responder às necessidades presentes, assegurará aos proprietários e à comunidade a justa distribuição das mais-valias resultantes dos trabalhos de interesse comum.” (LE CORBUSIER - A Carta de Atenas apud TRINDADE, 1997).*

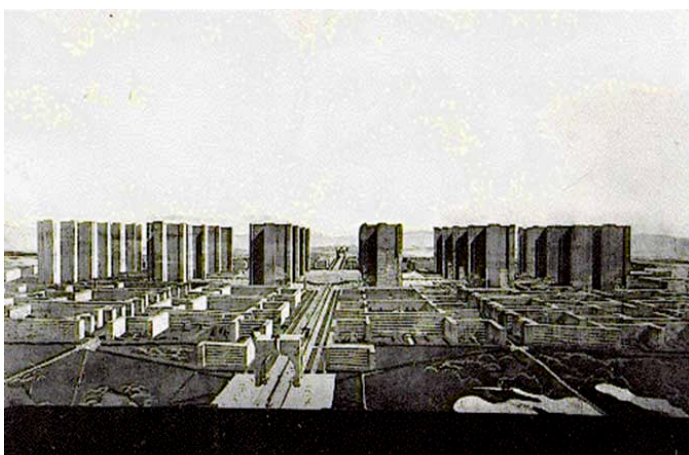


Figura 11 - Ville Contemporaine, Le Corbusier, 1922 (fonte : ERAS, 2007).

Figura 12 – Plan Voisin para Paris, Le Corbusier, 1925 (fonte : FONDATIONLECORBUSIER, 2007).

Em paralelo, passam a ser estudadas mais a fundo as relações entre o homem e o meio ambiente. Para Sant’Anna (2002), a Escola de Chicago inaugura uma reflexão inédita ao tomar a cidade como seu objeto privilegiado de investigação, tratando-a como variável isolada, o que em si não constituiria um mérito, mas o que renderia à Escola os créditos da criação da Sociologia Urbana como disciplina especializada. A teoria de Robert Park, ilustre representante da Escola, sobre a ecologia humana e as áreas naturais pressupõe uma analogia entre o mundo

vegetal-animal e o mundo dos homens. Através do estudo dos ecossistemas dos seres vivos, utiliza os conceitos de competição, processo de dominação e processo de sucessão, para explicar tal similaridade. A cidade é apreendida por meio de um referencial de análise analógico que tem por base a ecologia animal, daí identificar a Escola de Chicago como Escola Ecológica.

Desenvolvem-se mecanismos de integração e organização social nas cidades, o espaço humano passa a ser entendido como espaço urbano. O pensamento da Escola de Chicago tinha como base a questão urbana relacionada à problemática da cidade, a urbanização passa a ser entendida como um processo organizado a partir de um modelo de interdependência entre quatro variáveis: população, meio ambiente, organização social e tecnologia. Assume-se que o homem é parte integrante de um sistema mais amplo e indissociável (MARCONDES, 1999).

Após a Segunda Guerra Mundial, tem início uma nova maneira de se pensar a arquitetura e o urbanismo, a investigação sobre novas formas de energia mais limpas, renováveis e menos degradantes, como a energia solar, a eólica, a térmica, das marés e outras formas de energia renováveis. A ecologia se converte em um tema amplamente explorado em todos os meios de comunicação e começa a despontar uma incipiente consciência social sobre a fragilidade do planeta Terra. A ecologia e a tecnologia deixam de lado seu eterno enfrentamento, para superar os limites de sua confrontação ideológica, transformando-se em um marco para a sustentabilidade. As estratégias para se alcançar um desenvolvimento sustentável passam a integrar ambos os campos em uma nova visão de futuro (RUANO, 1999).

A partir da década de 50, ações com o objetivo de redução do impacto ambiental são observadas na introdução da arquitetura bioclimática, onde a

iluminação natural, cuidado com a luz e sombra, orientação da edificação, inserção de novos elementos arquitetônicos como o *brise soleil*, passaram a ser uma constante com a influência do movimento moderno dentro da arquitetura (MÜLFARTH, 2002).

A crise energética dos anos 70 mudou os padrões de consumo energético de muitos edifícios existentes, mas ainda hoje são encontrados exemplos de edifícios que possuem um altíssimo padrão de consumo, ignorando completamente aspectos de condicionamento passivo. A produção em massa e as facilidades de transporte, além da utilização de meios mecânicos para aquecimento e resfriamento dos ambientes, fizeram com que se utilizasse os mesmos materiais construtivos, e as mesmas soluções, em locais com características climáticas diferentes. Estudos recentes analisam as cidades pela sua “pegada ecológica”. Tenta-se relacionar a área de ocupação de determinada cidade com a área necessária para mantê-la funcionando, ou seja, área para abastecimento de alimentos, energia, água, depósito de lixo, extração de matéria prima, entre outros (DEMETRIUS, 2001 apud MÜLFARTH, 2002).

Já a partir do final dos anos oitenta se coloca em discussão o modo com que a globalização da economia, bem como os atuais processos de acumulação de capitais passam a ter reflexos na produção dos espaços. A discussão permite avançar no entendimento dos efeitos dessas formas de produção na relação entre a cidade e o meio ambiente. Milton Santos (1992) em um texto sobre o significado da “redescoberta” da natureza, afirma que na fase atual de globalização da economia todas as sociedades terminam por adotar um modelo técnico único que se sobrepõe à multiplicidade de recursos naturais e humanos. É nestas condições que a globalização do planeta unifica a natureza, entretanto, esta unificação não decorre

de uma integração entre a cidade e a natureza, mas sim, advém da retificação do urbano, da utilização da natureza de acordo com a sua inserção no tecido urbano. Assim, considera o autor, é no espaço das cidades globais que deve incidir o projeto ambientalista na direção à construção das cidades sustentáveis.

Hoje, a maior conscientização acerca da relação homem, cidade e meio ambiente, faz com que a sociedade comece a assumir a necessidade urgente de alterar os atuais padrões de desenvolvimento e crescimento das suas cidades. Somente mediante o uso de tecnologias mais inteligentes, um maior respeito pelos recursos naturais e a troca da exploração de recursos não renováveis por práticas renováveis e auto-suficientes poderá se fazer frente à pressão que as cidades trazem à natureza (EDWARDS – 2001).

Segundo Gauzin Mueller (2001), para garantir a qualidade de vida das gerações futuras, a busca do desenvolvimento sustentável dos recursos naturais se transformou em algo indispensável ao atual mundo contemporâneo. A conscientização das diretrizes ambientais e suas implicações sociais, ecológicas e econômicas devem ser objeto de uma estratégia global, objetiva e racional.

## 2.2 SUSTENTABILIDADE

### 2.2.1 Contexto atual

Segundo Sequinel (2002) a perigosa escassez de recursos combinada com um crescimento demográfico explosivo faz com que a humanidade adentre o novo milênio sob estado de alerta. O crescimento das cidades é inevitável e irreversível. Nunca tantas pessoas se localizaram em áreas urbanas em qualquer outro momento da humanidade.

Os níveis alarmantes de poluição, de violência, de fome, de escassez de água e de energia, de elevação da temperatura global, de danos da camada de ozônio, entre outros, fazem-nos acreditar que as mudanças ambientais induzidas pela atividade humana excederam o ritmo natural da evolução, fazendo com que tenhamos que buscar, urgentemente, formas para nos adequarmos aos problemas que estamos criando com tamanho descontrole (MÜLFARTH, 2002).

Atualmente 45% da população mundial, ou aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas vivem em regiões urbanas. Na Europa, 73% da população vive nas cidades, na América do Norte 75% e na América Latina 74%. A cada ano 86 milhões de novos habitantes somam-se ao planeta. As previsões para o ano de 2015 são de que se atingirá a marca de 7,5 bilhões de habitantes no mundo e que até 2025 o número de 30 cidades com mais de 8 milhões de habitantes será ultrapassado. No Brasil, 81,2% das pessoas vivem nas cidades (dados site IBGE,2006).

Para Ruano (1999) as cidades, como principais causadoras da destruição ecológica ambiental, devem ser as primeiras a apresentar soluções e alternativas

que recuperem e assegurem o ambiente em que vivem. O termo sustentabilidade consolida a idéia de que desenvolvimento e conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissociável, e que a saúde da natureza deve ser considerada essencial para o bem-estar e sobrevivência da humanidade.

A implicação da atividade edificadora e urbanizadora em qualquer programa de desenvolvimento sustentável se dá, principalmente, pela multiplicidade de escalas em que se apresentam - o edifício, o lote, a rua, o bairro, a cidade, a aglomeração urbana e, por fim, toda a escala territorial (SUDREZ apud GAUZIN-MÜELLER, 2001).

De acordo com Sudrez (apud GAUZIN-MÜELLER, 2001), o reducionismo analítico, a repetição e generalização acrítica das respostas a partir da aplicação de paradigmas mecanicistas nos campos da arquitetura e urbanismo desembocou em simplificações de conseqüências não desejadas que produziram sistemas urbanos de duvidosa eficácia. A percepção de que a obra de arquitetura ou o projeto urbano pertencem a um sistema mais amplo, conduzem à necessidade de se formular uma visão global e holística das interfaces envolvidas. Assim também, a análise do contexto local, com suas especificidades, necessidades e oportunidades, são indispensáveis para que se possa alcançar êxito na construção de um mundo mais sustentável.

Para Edwards (2001) a população mundial passará dos 6 bilhões de habitantes atuais para 10 bilhões antes do ano 2050, e aceitando que se alcance o crescimento econômico mundial de 2% ao ano, as estimativas são de que a raça humana cause um impacto ambiental 8 vezes superior ao atual. Os ecossistemas do mundo já estão submetidos a uma enorme pressão e as sociedades necessitam

adotar estratégias capazes de melhorar as condições de vida sem produzir um desastre mundial.

Segundo o mesmo autor, a qualidade de vida pode manter-se, mas somente aplicando-se os chamados quatro erres: *reduzir*, *reutilizar*, *reciclar* e *reabilitar*. Há tempos os ecologistas reivindicam o uso dos primeiros três erres. A quarta, *reabilitar*, se faz necessária agora, pois é imprescindível reparar os danos e contaminação causados em grande parte do habitat humano. Os quatro erres são definidos pelo autor da seguinte forma:

- *Reduzir* - o consumo e a demanda de materiais e recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis, a água, os minerais, o solo agrícola e os depósitos geológicos. A redução do consumo conserva maiores reservas para as gerações futuras e nos proporciona mais tempo para achar recursos alternativos;
- *Reutilizar* - e adaptar as antigas construções a novos usos em função dos enormes recursos empregados, o edifício deve ser durável em sua forma e construção. A reutilização do conjunto ou parte é preferível à demolição ou reciclagem. Ainda que a reutilização do edifício inteiro não seja possível, os elementos construtivos que o compõe deveriam poder ser reutilizados. Tendo em conta o impacto da construção dos edifícios sobre os recursos, é necessário reconsiderar a relação forma/função para permitir que os possíveis usos futuros influam na sua forma inicial. É necessário compreender todos os aspectos da sustentabilidade e achar soluções funcionais flexíveis;
- *Reciclar* - com a recuperação da fração útil do material mediante sua extração e reprocessamento. Comparado com a reutilização, a reciclagem

emprega mais energia ao transformar o material, mas é preferível à sua perda total. É importante ter em conta na reciclagem os impactos ambientais envolvidos em cada uma das etapas e as consequências do ciclo de vida completo de cada uma das opções;

- *Reabilitar* - as cidades pela capacidade da arquitetura de contribuir para uma vida mais saudável. A ação conjunta da arquitetura, paisagismo e urbanismo pode ajudar a resgatar as cidades da contaminação, caos e alienação. O habitat humano é agora predominantemente urbano e os arquitetos desempenham uma função chave na criação de cidades mais civilizadas, limpas e produtivas. Terrenos contaminados e degradados devem ser reabilitados para que possam voltar a ser produtivos.

O bom projeto ecológico não considera as questões de forma isolada, e sim as integra em uma única intervenção. Devem-se considerar os quatro erros conjuntamente, aproveitando as múltiplas relações entre as distintas opções.

### 2.2.2 Diretrizes do desenvolvimento sustentável

O crescimento espetacular do número de habitantes que compartilham o planeta Terra e, entre outros, o problema de sua alimentação, habitação e qualidade de vida, ao mesmo tempo, o consumo de matérias primas e de fontes de energia dispararam até o ponto de comprometer em pouco tempo o desenvolvimento das gerações futuras. No atual ritmo, os recursos existentes se esgotarão em breve, a degradação da qualidade do ar e da água coloca em perigo a saúde da população,

os resíduos gerados nos países industrializados se acumulam ao redor das cidades e campos, contaminando o solo e comprometendo a qualidade dos alimentos. A degradação do meio natural e as modificações climáticas atuais, sensível aumento do aquecimento global e do efeito estufa, estão diretamente relacionadas com as atividades humanas (GAUZIN-MÜELLER, 2001).

Segundo o mesmo autor, quatro são os principais fenômenos relacionados à degradação da natureza e aos danos ambientais que afligem o planeta:

- o crescimento acelerado da população;
- o esgotamento das matérias primas e dos combustíveis fósseis;
- a degradação do ar, da água e do solo;
- a proliferação dos resíduos.

Sachs (1994) propõe uma classificação para a sustentabilidade através de cinco dimensões. Segundo esta classificação, que tem sido uma das mais utilizadas pelos pesquisadores, a sustentabilidade só é atingida quando atinge os seguintes aspectos:

1. sustentabilidade social: criação de um processo de desenvolvimento sustentável com melhor distribuição de renda e redução das diferenças entre classes ricas e pobres.
2. sustentabilidade econômica: gerenciamento eficiente dos recursos e investimentos nos setores públicos e privados, além de maior eficiência econômica em termos macro-sociais e não apenas através do critério macro-econômico do empresariado.

3. sustentabilidade ecológica: utilização mais eficiente dos recursos naturais e renováveis, redução do uso de combustíveis fósseis, redução de resíduos e de poluição, redução do consumo, intensificação em pesquisas para obter meios mais eficientes e menos poluentes para o desenvolvimento do espaço urbano, rural e industrial, desenvolvimento de normas adequadas para proteção ambiental com elementos de apoio econômico, legal e administrativo necessários para seu cumprimento.
4. sustentabilidade espacial: configuração urbana rural mais equilibrada entre os assentamentos urbanos e atividades econômicas, redução da concentração excessiva nas metrópoles, exploração racional das florestas e da agricultura, exploração da industrialização descentralizada, criação de uma rede de reservas naturais e da biosfera para proteção da biodiversidade.
5. sustentabilidade cultural - preservando as características locais e particulares de cada região em todos os processos de modernização, agricultura e indústria.

O debate internacional sobre o tema do meio ambiente teve início com a publicação do documento do Clube de Roma, organização não governamental, em 1972. Este documento preparado por um grupo de pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, intitulado *"The limits to growth"*, concluía que o mundo, utilizando os pressupostos tecnológicos mais otimistas, enfrentaria os limites de sua capacidade de sustentação no início do século XXI. Dessa perspectiva preservacionista, que preconizava a ausência de crescimento econômico e alertava sobre os limites ecológicos do desenvolvimento econômico, passou-se para a defesa de teses conservacionistas na Conferência de Estocolmo, em 1972. A partir de então, buscando um diálogo entre países industrializados e os em desenvolvimento,

começam a ser difundidas as idéias da conservação e do ecodesenvolvimento, que marcam uma evolução no conceito de meio ambiente, passando a enfocar o homem e a perspectiva social como partes integrantes do problema (MARCONDES, 1999; SILVA, 2000).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi cunhado pela Comissão Brundtland e divulgado através do relatório *Our Common Future* em 1987. O termo define que é possível desenvolver sem destruir o meio ambiente e propõe que todos os países se unam para evitar uma catástrofe global não só nas cidades, mas como em todo o ambiente (CONSÓRCIO PARCERIA 21, 2000). A definição mais conhecida é a utilizada no próprio relatório:

*“Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias. Um dos esteios desse conceito é a sua base ecológica. A conservação dos ecossistemas e dos recursos naturais é a condição básica para o desenvolvimento.”*

Para Edwards (2001) o Informe Brundtland propôs outros conceitos que estão começando a se enraizar na consciência do século XXI. Como o conceito de “capital” adotado para toda a fonte mundial de recursos que deve ser gerido de forma racional. Segundo o autor existem cinco tipos principais de capital:

- Capital social - é aquele que no contexto do desenvolvimento sustentável nos permite relacionar os conhecimentos e a educação com o uso dos recursos naturais. Arquitetos, engenheiros e construtores devem ser capazes de criar edifícios utilizando o mínimo dos recursos disponíveis;

- Capital econômico - conceito utilizado pelo mercado financeiro para atribuir valores e indicadores econômicos às ações e patrimônios de determinada empresa. A quantidade de capital econômico depende da exploração dos recursos (solo, água, pessoas, etc.), assim, para que se possa mensurar o capital econômico deve-se combinar os outros tipos de capital, sobre tudo o ambiental e ecológico;
- Capital tecnológico - mediante o capital tecnológico transformamos matérias primas e outros recursos em produtos úteis aos seres humanos. À medida que os recursos se reduzem, nossas habilidades técnicas e científicas devem mudar, o desenvolvimento sustentável exige novos conhecimentos e novas tecnologias;
- Capital ambiental - é o termo que se utiliza para quantificar todos os recursos da Terra. Inclui os combustíveis fósseis, água, solo e minerais, assim como uma série de potenciais ou capacidades, como a agricultura, a pesca, a exploração florestal e a energia renovável. Incorpora também os valores negativos, como a contaminação, a poluição e a desertificação;
- Capital ecológico - termo que representa o conjunto dos habitats, espécies e ecossistemas. Sistema de vida básico do qual depende a espécie humana. Deve ser incluído como referência em outros sistemas de medida de capital ou ainda como apêndice do capital ambiental.

No início dos anos 90, a Conferência da Terra organizada pelas Nações Unidas no Rio de Janeiro, também conhecida como UNCED Rio, ou ainda Eco Rio 92, alertou a opinião pública mundial sobre as consequências da super exploração das matérias primas, o avanço do efeito estufa e a acelerada e dramática

degradação do equilíbrio dos ecossistemas. Os compromissos construídos na Conferência do Rio se concretizaram em inúmeras medidas relacionadas com atividade industrial, os transportes, o controle da energia e a gestão dos resíduos, cabendo aos habitantes dos países industrializados a preservação dos recursos naturais e repensar seu estilo de vida e seu modo de ocupação do território (GAUZIN-MÜELLER, 2001). Os chefes de Estado presentes na Conferência da Terra no Rio de Janeiro, em 1992, se comprometem a buscar juntos as vias de um desenvolvimento sustentável baseado em três princípios:

- a análise em sua totalidade do ciclo de vida dos materiais;
- o desenvolvimento do uso de matérias primas e energias renováveis;
- a redução das quantidades de materiais e energias utilizadas na extração de recursos naturais, sua exploração e a destruição ou reciclagem dos resíduos.

Segundo o Consórcio Parceria 21 (2000), o desenvolvimento sustentável é um processo em contínua construção e que combina duas noções-chave – a sustentabilidade ampliada e a sustentabilidade progressiva. O conceito de sustentabilidade ampliada assume a indissociabilidade entre os fatores sociais e ambientais e a necessidade de que a degradação do meio ambiente seja enfrentada juntamente com o problema mundial da pobreza. O marco teórico da sustentabilidade ampliada foi fundamental para construir um pacto global e superar o conflito de interesses entre os países ricos e em desenvolvimento. A sustentabilidade progressiva aponta para a necessidade de construção de uma agenda de transição, que não significa adiar as decisões e ações que importam para a sustentabilidade, mas retirar paulatinamente a legitimidade dos mecanismos e

instrumentos de desenvolvimento social e econômicos que funcionam em bases não sustentáveis. A produção deve ser pensada observando critérios de conservação ambiental duradouros e melhora progressiva nos padrões de repartição dos benefícios.

### 2.2.3 Agenda 21

Os princípios da declaração do Rio de Janeiro propagaram a idéia de direitos e responsabilidades na questão ambiental entre os países gerando uma agenda de compromissos, chamado Agenda 21. A Agenda 21 é o documento mais abrangente e de maior alcance no que concerne à questão ambiental e vem sendo utilizada na discussão de políticas públicas nas questões de infra-estrutura, habitação e recursos hídricos (MARCONDES, 1999).

Para Gauzin-Müeller (2001) esses compromissos têm uma dimensão social e econômica - luta contra a pobreza, controle demográfico, proteção sanitária, modificação dos modos de consumo, e assumem para si mesmos a integração das preocupações ecológicas nos processos de tomada de decisões. As seguintes recomendações apontam tanto para a racionalização da gestão dos recursos naturais como a um maior respeito pelo meio ambiente:

- proteção da atmosfera,
- concepção integrada de planejamento e da gestão do solo,
- luta contra o desmatamento,
- promoção do desenvolvimento agrícola e rural sustentável,

- conservação da biodiversidade,
- gestão ecologicamente racional da biotécnicas,
- proteção de oceanos, mares e zonas costeiras,
- proteção das reservas de água doce e de sua qualidade,
- gestão ecologicamente racional das substâncias químicas tóxicas, os resíduos sólidos, as águas residuais e os dejetos radioativos.

No Brasil, a construção da Agenda 21 local, mais que um documento, é um processo de planejamento participativo que diagnostica e analisa a situação do País, das Regiões, dos Municípios, para, em seguida, planejar seu futuro de forma sustentável. A partir do exame do conceito, ainda em construção, de desenvolvimento sustentável, o marco teórico utilizado considera duas noções-chave: a sustentabilidade ampliada, que trabalha a sinergia entre as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento, e a noção de sustentabilidade progressiva, que trabalha a sustentabilidade como um processo pragmático de desenvolvimento sustentável (CONSÓRCIO PARCERIA 21, 2000). Além disso, distingue ao menos quatro dimensões básicas para se alcançar esta sustentabilidade:

- dimensão ética – reconhece que o equilíbrio ecológico que está em jogo é mais que um padrão duradouro de organização da sociedade, mas sim a vida dos demais seres e da própria espécie humana;
- dimensão temporal – rompe com a lógica de curto prazo e estabelece o princípio da precaução e de planejamento de longo prazo;

- dimensão social – só uma sociedade sustentável, com pluralismo político e menos desigual, pode produzir desenvolvimento sustentável;
- dimensão prática – reconhece-se a necessidade de mudanças de hábitos de consumo e de comportamentos.

Essas quatro dimensões tornam mais complexa e complementam a dimensão econômica, que foi a mais destacada nas primeiras discussões que derivaram das conclusões do Relatório Brundtland.

Segundo Guimarães (1997), essas dimensões aparecem isoladas, ou de forma combinada, nas várias dinâmicas que formam o processo de construção social do desenvolvimento sustentável. Ao nomeá-las dinâmicas sócio-ambientais, concebe-as como complementares e destaca as principais:

- Sustentabilidade ecológica – é a base física do processo de crescimento e tem como objetivo a conservação e o uso racional do estoque de recursos naturais incorporados às atividades produtivas;
- Sustentabilidade ambiental – está relacionada à capacidade de suporte dos ecossistemas associados de absorver ou se recuperar das agressões derivadas da ação humana;
- Sustentabilidade demográfica – revela os limites da capacidade de suporte de determinado território e de sua base de recursos e implica em cotejar os cenários ou tendências de crescimento econômico com as taxas demográficas;
- Sustentabilidade cultural – advém da necessidade de manter a diversidade de culturas, valores e práticas existentes no planeta, país, ou região;

- Sustentabilidade social – objetiva promover a melhoria da qualidade de vida e a reduzir os níveis de exclusão social por meio de políticas de justiça redistributiva;
- Sustentabilidade política – está relacionada à construção da cidadania plena dos indivíduos por meio do fortalecimento dos mecanismos democráticos de formulação e de implementação das políticas públicas;
- Sustentabilidade institucional – surge da necessidade de criar e fortalecer engenharias institucionais e ou instituições cujo desenho e aparato já levem em conta critérios de sustentabilidade.

A dimensão econômica da sustentabilidade é a que conta com o maior acúmulo de discussões teóricas e práticas inovadoras. O avanço do debate em torno da reconversão da matriz industrial e a etapa da mitigação e regularização punitiva tende a ser rapidamente superada nos países desenvolvidos em favor de iniciativas mais estratégicas para os objetivos da sustentabilidade, como, contabilização dos ativos ambientais nacionais, valoração econômica dos recursos naturais que são utilizados como insumos na produção, disseminação de práticas de *ecodesign* industrial, de substituição de materiais, de eficiência energética e de aproveitamento dos resíduos (CONSÓRCIO PARCERIA 21, 2000).

Para garantir a qualidade de vida das gerações futuras, o controle do desenvolvimento sustentável dos recursos naturais do planeta se converteu em algo indispensável. Sua aplicação à arquitetura e urbanismo confere incumbências a todos os implicados – políticos, promotores públicos e privados, urbanistas, arquitetos, engenheiros, paisagistas, agências de controle, industriais, empresários, técnicos e construtores. A consciência das questões ambientais e suas implicações

sociais, ecológicas e econômicas deve ser objeto de uma estratégia global, objetiva e racional (GAUZIN-MÜLLER, 2001).

A arquitetura e o planejamento urbano devem evoluir cada vez mais para proporcionar alternativas que possam garantir o futuro através da criação de cidades mais sustentáveis e humanas, restaurando a harmonia do homem com o meio ambiente pelo aumento da conscientização ecológica e desenvolvendo uma nova cultura urbana socialmente responsável e ambientalmente consciente (ROGERS, 1997).

## 2.3 CIDADES SUSTENTÁVEIS

### 2.3.1 Conceituação

A capacidade das cidades está sendo solicitada ao seu limite. Uma vez que as questões sociais e ambientais são indissociáveis, não é surpresa o fato das cidades e sociedades causarem danos ainda maiores ao meio ambiente. O relatório das Nações Unidas, feito pela Comissão Brundtland e intitulado Nosso Futuro Comum (1987) propôs o conceito de “desenvolvimento sustentável” como espinha dorsal de uma política econômica global: atender as necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações (ROGERS, 1997).

Em nenhum outro lugar a implementação da sustentabilidade pode ser mais poderosa e benéfica do que na cidade. Os benefícios oriundos dessa posição possuem um potencial tão grande que a sustentabilidade do meio ambiente deve se

transformar no princípio ordenador do moderno planejamento urbano. Se as cidades estão destruindo o equilíbrio ambiental do planeta, os padrões de comportamento econômico e social são as principais causas desse problema. A migração para as grandes cidades, o aumento do número de automóveis, o congestionamento, a poluição do ar, a negligência social no atendimento à população mais pobre e a demanda por recursos produzem uma instabilidade social e um declínio ambiental desastrosos. Pobreza, desemprego, saúde comprometida, ensino de má qualidade, injustiças sociais em todas as suas formas minam a capacidade de uma cidade de ser sustentável do ponto de vista ambiental. Não pode existir harmonia urbana ou melhoria ambiental real sem a garantia de observação dos direitos humanos básicos (ROGERS, 1997).

Para Edwards (2001), a definição da Comissão Brundtland traz um conceito importante, a de que o desenvolvimento sustentável possui três dimensões, a ambiental, a econômica e a social. Os sistemas econômicos e sociais não podem desligar-se da capacidade de suporte do meio ambiente. O desejo de crescimento e bem-estar social deve equilibrar-se com a necessidade de se preservar os recursos ambientais para futuras gerações.

Segundo Rogers (1997), o grande trunfo da humanidade tem sido sua capacidade de transmitir seus conhecimentos de geração em geração e de se antecipar e resolver seus problemas. O desafio que hoje ela enfrenta é mudar de um sistema que explora o desenvolvimento tecnológico e produtivo por puro lucro para outro que tem como objetivo tornar as cidades sustentáveis. Uma cidade sustentável pode proporcionar a estrutura para a realização dos direitos humanos básicos. Este ideal é o fundamento para uma cidade sustentável, a mobilização do pensamento

criativo e da tecnologia para garantir o futuro da humanidade neste planeta de recursos finitos.

As cidades nunca abrigaram tantas pessoas, hoje elas consomem três quartos de toda a energia do mundo e causam pelo menos três quartos de toda a poluição mundial. As cidades são o centro da produção e do consumo da maior parte dos bens industrializados e acabaram se transformando em parasitas do ambiente em que vivem, em enormes organismos drenando o mundo para seu sustento e energia, inexoráveis consumidores e causadores de poluição. O futuro da civilização será determinado pelas cidades e dentro das cidades. As cidades deveriam ser pensadas para absorver o enorme aumento no crescimento urbano e ainda ser sustentáveis, cidades que ofereçam oportunidades sem colocar em risco as futuras gerações (ROGERS, 1997).

Já em 1966, o economista Kenneth Boulding, no seu livro *"The Economics of coming Spaceship Earth"* argumentava que o homem deveria parar de se comportar como se vivesse em uma economia sem qualquer limitação de território a ser conquistado e recursos a serem consumidos. Em vez disso, deveria começar a pensar no planeta como uma "nave espacial" – um sistema fechado com recursos finitos. A natureza deve ser a base de organização da sociedade e não a economia como vinha sendo até então (LAYRARGUES, 1998 apud MÜLFARTH, 2002).

As próprias cidades devem ser vistas como sistemas ecológicos e esta atitude deve se traduzir no planejamento das cidades e no gerenciamento do uso de seus recursos. Os recursos consumidos por uma cidade podem ser medidos pela sua "pegada ecológica". Estas pegadas estão presentes nas áreas que proporcionam os recursos para a cidade e nos locais para o destino final do lixo e da poluição. À medida que novas cidades se expandem, também cresce a competição pelos

recursos e essas pegadas se alastram. A expansão desses rastros ecológicos urbanos está ocorrendo simultaneamente com a erosão das terras férteis, poluição de mares e rios e desmatamento de áreas florestais. Em função dessa diminuição de reserva, as pegadas ecológicas urbanas devem ser dramaticamente reduzidas e circunscritas (ROGERS, 1997).

Através da análise da capacidade de suporte e do metabolismo que apresentam, realizando assim um exercício de balanço energético entre o que elas produzem e o que consomem, o biólogo e estudioso de ecologia urbana Hebert Girardet (1992 apud ROGERS, 1997) demonstra que megalópoles como a Cidade do México, São Paulo, Calcutá e Nova Iorque são usinas de consumo de energia e de produção intensiva de resíduos, buscando cada vez mais longe os insumos de que necessitam e estendendo em escala global suas pegadas ecológicas. Ele cria o conceito de cidades biocidas e cidades ecológicas. A sustentabilidade urbana estaria diretamente relacionada à capacidade de cada cidade, que deve ser pensada como um sistema ecológico, para contrapor as cidades biocidas de metabolismo linear (figura 13), verdadeiras máquinas de destruição e produtoras de estresse humano, o autor propõe o modelo de cidades ecológicas com metabolismo circular (figura 14), no qual todos os fluxos são planejados com a redução do consumo pela implementação de processos mais eficientes e onde a reutilização de recursos é maximizada. Devem-se reciclar os materiais, reduzir o lixo, conservar os recursos não-renováveis e insistir no consumo dos produtos renováveis.

Estes processos aumentam a eficiência urbana e reduzem seu impacto no meio ambiente. Para atingir este ponto, deve-se planejar cada cidade para administrar o uso dos recursos através do desenvolvimento de uma nova forma de planejamento urbano mais holístico e abrangente.

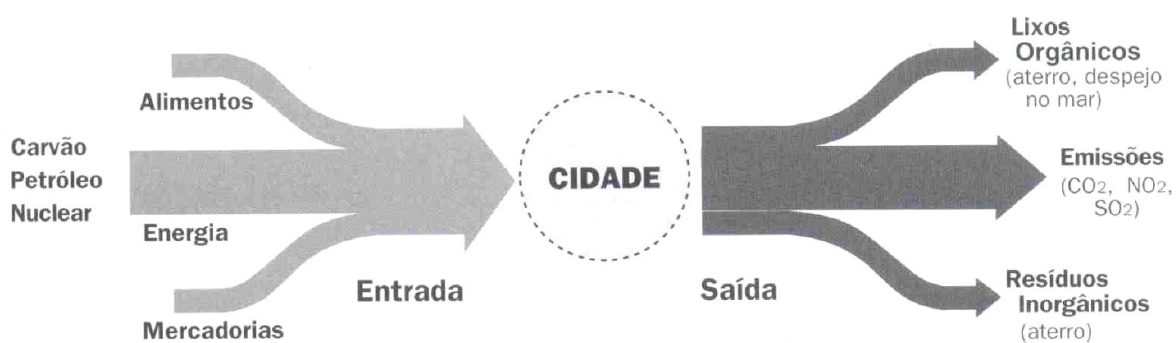


Figura 13 – Metabolismo linear (fonte: ROGERS,1997).

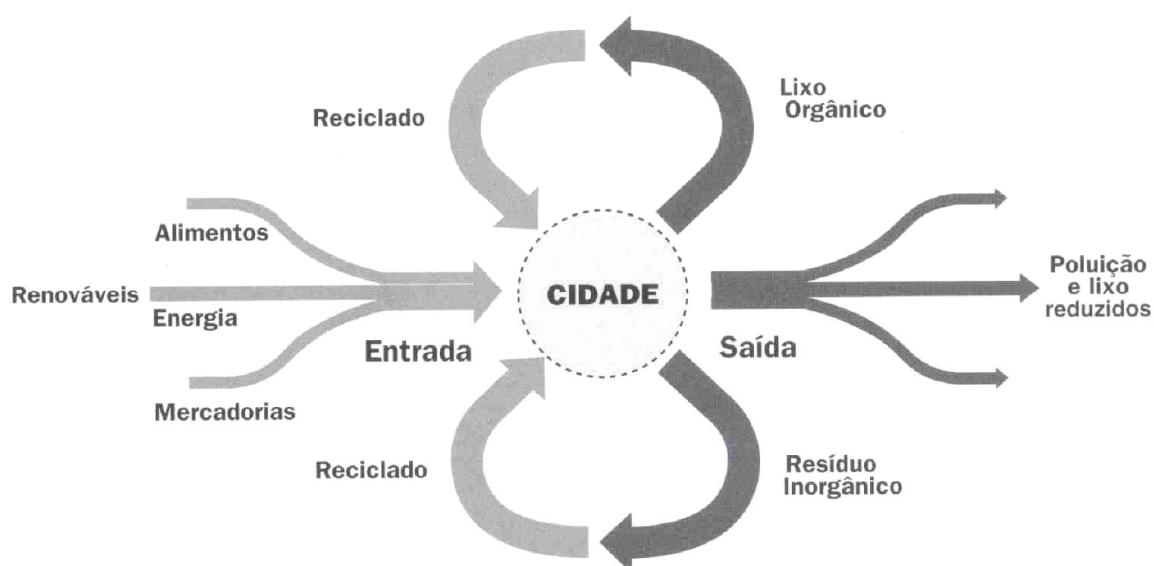


Figura 14 – Metabolismo circular (fonte: ROGERS, 1997).

Segundo Marcondes (1999), o tema cidades sustentáveis passou a ser recorrente a partir da Agenda 21 aprovada pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, em que se estabeleceu a questão dos assentamentos humanos, em especial os urbanos, como problema ambiental, considerando que a maioria da população

estará vivendo nas cidades. Nesse documento se encontram incluídos problemas anteriormente incorporados em uma agenda social, como provisão de saneamento e moradia, com a inclusão de metas para a sustentabilidade por meio da adoção de tecnologias apropriadas. A sustentabilidade passa a orientar as políticas urbanas, tendo sido transportada para a esfera política no contexto do papel estratégico que assumem as cidades no período de globalização da economia.

Para Gauzin-Müeller (2001) o futuro das cidades deve ser orientado pelas administrações locais através da adoção de uma política de desenvolvimento sustentável que dê prioridade ao ser humano. Para que as cidades se desenvolvam segundo um enfoque ambiental, devem ser dadas algumas condições prévias:

- determinação dos responsáveis políticos nas administrações municipais;
- acordo com os agentes sociais locais - associações, empresas, instituições educativas e universitárias, etc.;
- participação ativa dos cidadãos;
- mobilização das competências de todos os que trabalham em favor da cidade - servidores públicos, técnicos, urbanistas, arquitetos, engenheiros, paisagistas, etc.

Segundo Consórcio Parceria 21 (2000), a primeira tarefa que se coloca aos gestores do ambiente urbano e das cidades seria a de reorganizar o sistema de gestão. Foram definidos novos marcos de gestão urbana:

- Mudança de escala, incentivar o surgimento de cidades ou assentamentos menores, preferência aos pequenos projetos, de menor custo e de menor impacto ambiental, foco na ação local;
- Incorporação da dimensão ambiental nas políticas setoriais urbanas (habitação, abastecimento, saneamento, ordenação do espaço, etc.) pela observância dos critérios ambientais para preservar os recursos estratégicos (água, solo, cobertura vegetal) e proteger a saúde humana;
- Integração das ações de gestão, para criação de sinergias, a redução de custos e ampliação dos impactos positivos;
- Necessidade do planejamento estratégico, colocando sérias restrições ao crescimento não planejado ou desnecessário;
- Descentralização das ações administrativas e dos recursos, contemplando prioridades locais e combatendo a homogeneização dos padrões de gestão;
- Incentivo à inovação, ao surgimento de soluções criativas, abertura à experimentação de novos materiais, novas tecnologias, novas formas organizacionais;
- Inclusão dos custos ambientais e sociais no orçamento e contabilidade dos projetos de infra-estrutura;
- Indução de novos hábitos de moradia, transporte e consumo nas cidades (incentivo ao uso de bicicleta e de transportes não-poluentes, incentivo a hortas comunitárias, jardins e arborização com árvores frutíferas, edificações que evitem o uso intensivo de energia, utilização de materiais reciclados);
- Fortalecimento da sociedade civil e dos canais de participação, incentivo e suporte à ação comunitária.

O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos. Segundo Rogers (1997) a cidade sustentável é uma cidade de muitas facetas:

- uma cidade justa, onde justiça, alimentação, abrigo, educação, saúde e esperança sejam distribuídos de forma justa e onde a maior parcela possível da sociedade participe da administração;
- uma cidade bonita, onde arte, arquitetura e paisagem incendeiem a imaginação e toquem o espírito;
- uma cidade criativa, onde uma visão aberta e a experimentação mobilizem todo o seu potencial de recursos humanos e permitam uma rápida resposta à mudança;
- uma cidade ecológica, que minimize seu impacto no meio ambiente, onde a paisagem e a área construída estejam equilibradas e onde os edifícios e a infra-estrutura sejam seguros e eficientes em termos de recursos;
- uma cidade fácil, onde o âmbito público encoraje a comunidade à mobilidade, e onde a informação seja trocada tanto pessoalmente quanto eletronicamente;
- uma cidade compacta e policêntrica, que proteja a área rural, concentre e integre as comunidades nos bairros e maximize a proximidade;
- uma cidade diversificada, onde uma ampla gama de atividades diferentes gerem vitalidade, inspiração e acalentem uma vida pública essencial.

Para o mesmo autor, a cidade é uma matriz complexa e dinâmica entre atividades humanas e efeitos ambientais. Não haverá cidade sustentável, do ponto de vista ambiental, até que a ecologia urbana, a economia e a sociologia sejam fatores presentes no planejamento urbano. Lidar com a crise ambiental global, do ponto de vista de cada cidade, é uma tarefa ao alcance de cada cidadão.

### 2.3.2 Urbanismo sustentável

Segundo Ruano (1999), o conceito de eourbanismo define o desenvolvimento de comunidades humanas sustentáveis e de múltiplas características localizadas em entornos construídos de maneira harmônica e equilibrada. Está se convertendo rapidamente em um conceito básico e essencial para todo o planejamento urbano por centrar seu principal interesse nos problemas sociais e ambientais. O eourbanismo se constitui em uma nova disciplina que articula as diferentes variáveis de uma aproximação global ao urbanismo que tenta superar a compartimentação do planejamento urbano convencional. Já existem em todo o mundo suficientes exemplos da aplicação destes princípios ao planejamento urbano, os arquitetos, urbanistas e todos aqueles que têm responsabilidades na política territorial, devem ser capazes de analisar e compreender o profundo impacto que os temas ambientais e as inovações tecnológicas tem sobre as cidades, o modo de vida das pessoas e os lugares de trabalho.

Um bom exemplo de comunidade pensada de forma ecológica é projeto do arquiteto inglês Bill Dunster para uma área próxima à Londres, chamado de *The Beddington Zero Energy Development* (BedZED) é um dos primeiros

empreendimentos desse tipo no país. Com edifícios multiuso, agrega estratégias de conservação de energia e sustentabilidade ambiental, como telhados verdes, aproveitamento de luz natural, energia solar, redução do consumo de energia e reciclagem de efluentes.

O planejamento urbano sustentável é a única forma viável de acomodar as atividades humanas em um meio cada vez mais ameaçado e deteriorado.

Para Ruano (1999) este planejamento pode ser dividido em sete grandes temas que se entrelaçam e sobrepõem dentro de uma mesma hierarquia - mobilidade, recursos, participação, comunidade, ecoturismo, revitalização e telecomunidades, conforme seguem:

- Mobilidade

Entre as estratégias de planejamento sensível ao problema do transporte se incluem: os tecidos urbanos compactos, com variadas mesclas de usos (de modo que os lugares onde se vive, trabalha, aprende e se diverte estejam situados a distâncias cômodas para o deslocamento à pé ou de bicicleta), densidades suficientemente altas para justificar sistemas de transporte público e a incorporação de infra-estruturas de telecomunicação mais avançadas. O transporte deve ser uma estratégia de planejamento urbano integral, sistêmico, onde todas as disciplinas trabalhem em conjunto para um fim comum.

- Recursos

Na construção e funcionamento de uma comunidade humana recursos das mais variadas ordens são aplicados, como as idéias, os materiais de construção, a energia, a água, o solo e os resíduos.

Utilizar a análise do ciclo de vida dos materiais com todos os custos produzidos na fabricação, uso e eliminação de um material específico, tanto interno (matérias-primas, energia, fabricação, transporte, etc.) como externo (contaminação, problemas de saúde, destruição da paisagem, etc.)

Intensificar esforços para se reduzir o consumo energético ou para dirigi-lo para fontes de energia renovável. Medidas como uma orientação apropriada, ventilação natural, isolamento adequado, painéis solares fotovoltaicos, dispositivos de sombreamento, geradores de propulsão eólica, elementos de armazenamento térmico contribuem para melhorar a eficiência energética dos edifícios e reduzir os prejuízos ao meio ambiente.

Otimizar o ciclo da água, qualquer classe independente de sua origem é contemplada como um recurso. No modelo de desenvolvimento sustentável, os desperdícios são considerados como um recurso a mais, ao menos como um subproduto que pode ser reciclado, preservando matérias primas e reduzindo os danos ambientais.

- Participação

Idealmente a cidade deveria ser considerada um ecossistema em que a comunidade de seres vivos que nela habitam e seu meio funcionam como uma unidade ecológica equilibrada. Durante o processo projetual podem se usar métodos de participação continuada, onde os futuros usuários são tratados como “clientes” que não se limitam a proporcionar a informação sobre suas necessidades como também dão sua aprovação final às propostas do projeto.

- Comunidade

Os laços sociais são provavelmente o bem mais valioso que as sociedades humanas possuem e são, sem dúvida, cruciais para a sobrevivência como espécie. Os tecidos urbanos devem ser projetados para apoiar, fomentar e nutrir os laços sociais estimulando a interação entre as pessoas. Para que possam servir de indutores do senso de comunidade, os projetos devem prestar atenção especial aos espaços públicos e à interação humana, orientar o planejamento pelos pedestres, ciclistas e o transporte público, a escala humana e os bairros compactos com uma rica mescla de usos. Tais ambientes atuam como catalizadores no desenvolvimento de comunidades humanas equilibradas e com um autêntico sentido de pertencer a um grupo e lugar, sentimento essencial para a construção da sustentabilidade.

- Ecoturismo

O turismo é considerado uma das indústrias mais importantes do mundo, gera direta ou indiretamente cerca de 10% de todo produto interno bruto global, proporciona quase 11% de todos os empregos existentes no mundo (dados de 1996, fonte Conselho Mundial de Turismo e Viagens, WTTC), e alcança um dos índices de crescimento mais elevados, causando a destruição de milhões de quilômetros quadrados de ecossistemas em todo o mundo (praias e zonas costeiras, montanhas, etc.). Assim, é imprescindível assumir o turismo como um componente importante do urbanismo sustentável, desenvolvendo os centros turísticos com soluções mais inovadoras e ecológicas.

- Revitalização

De direito, o urbanismo sustentável deveria centrar-se primordialmente em restaurar zonas urbanizadas degradadas, antes de urbanizar as valiosas e cada vez mais escassas áreas naturais ou agrícolas. A renovação urbana, a reurbanização, a revitalização devem contemplar mais do que a mera renovação física e os conseqüentes efeitos sociais e econômicos, evocando a ação de insuflar nova vida a um tecido urbano esgotado. Adotando um planejamento integral e sistêmico, os projetos de revitalização introduzem ou restauram o equilíbrio do ecossistema urbano afetado.

- Telecomunidades

Muitos especialistas consideram que o impacto crescente das novas tecnologias da telecomunicação, e o consecutivo aparecimento de novas formas de trabalho, educação e ócio não vinculados ao deslocamento físico, são fatores chave para a futura sustentabilidade urbana. Grande parte das atividades que até pouco tempo se realizavam somente pessoalmente podem hoje ser realizadas através de modernos dispositivos de telecomunicação, como o telefone digital, redes de computadores e televisão interativa, tornando supérfluos muitos dos deslocamentos e viagens que até pouco tempo pareciam imprescindíveis. O trabalho, a educação, a saúde, a cultura, o lazer e as compras podem ser executados sem a necessidade de deslocamentos.

O objetivo de todos deve ser a aquisição de um novo e dinâmico equilíbrio entre a sociedade, as cidades e a natureza. As políticas sustentáveis já estão colhendo frutos visíveis. Por trás desse sucesso, e com determinação popular, a

sustentabilidade poderia tornar-se a filosofia dominante dessa era. Desta forma, as cidades, habitat da humanidade, poderiam estar, uma vez mais, ligadas com o ciclo da natureza (ROGERS,1997).

A sustentabilidade só será possível se, entre outras coisas se conseguir criar uma maior consciência entre as pessoas sobre as implicações negativas que certos modos de vida acarretam.

Para Ruano (1999), os seres humanos, tanto individualmente como comunitariamente devem começar a acreditar, realmente, que a saúde da Terra é uma tarefa comum e compartilhada e que se quer deter essa deterioração ambiental deve-se reconsiderar seriamente o modo de vida das pessoas. O homem deve começar a se sentir tanto parte da solução quanto do problema. A conscientização de que todos são responsáveis, o aumento da exposição dos assuntos ambientais nos meios de comunicação e a presença nas agendas e debates políticos, está gerando um modelo auto-alimentado, uma onda verde que deve contagiar a todos. Como seres humanos, todos têm uma responsabilidade que compartilhar, pelo planeta e pelas gerações futuras.

Nesse sentido a cidade de Curitiba conseguiu, através de um planejamento urbano integrado e contínuo, ao longo de mais de trinta anos, alcançar índices que a posicionam como um modelo para as principais cidades brasileiras em relação à qualidade de vida e sustentabilidade urbana.

### 2.3.3 Sustentabilidade urbana em Curitiba

Segundo Menezes (1996), experiências urbanas inovadoras e criativas, que até pouco tempo ficavam circunscritas a seus territórios, hoje são conhecidas e divulgadas em todo o mundo. Assim, Curitiba foi credenciada como uma das cidades do mundo que melhor vem sabendo equacionar o binômio desenvolvimento urbano e meio ambiente.

Curitiba, ao adotar práticas que seriam posteriormente reconhecidas como fundamentais no trato da questão urbana, tem produzido, ao longo da sua história, intervenções que estão alinhadas com os princípios preconizados nas atuais Agendas 21. O reconhecimento adquirido por Curitiba, tanto nacional quanto internacionalmente, contribui para que as iniciativas, aqui adotadas, sejam reproduzidas em outras cidades nas áreas de planejamento urbano, gestão ambiental e social.

Para compreender o modelo urbano de sustentabilidade adotado por Curitiba é necessário compreender o planejamento e a gestão da cidade como um todo, uma vez que esse modelo está inserido dentro de uma proposta de urbanização integrada.

#### 2.3.3.1 As primeiras intervenções urbanas

Segundo dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC (IPPUC, 2006), o primeiro povoamento que se estabeleceu, nasceu às

margens do Rio Atuba. Em 29 de março de 1693 é instalada a Vila e eleita a primeira Câmara de Vereadores.

Em 1820, Saint-Hilaire descreve Curitiba como sendo "de forma mais ou menos circular. Compõe-se de duzentos e vinte casas de pequenas dimensões, cobertas de telha, quase todas de um só pavimento, sendo muitas, porém, construídas de pedra".

Em 1853, com a emancipação política do Paraná, Curitiba se prepara para ser a capital da nova Província. Faz-se necessário um maior controle sanitário e de uso do solo urbano. Alguns moradores aventavam a possibilidade da elaboração de um plano que organizasse sua remodelação, através de normas que regulassem vários aspectos da forma urbana: largura das ruas, uniformidade dos quarteirões, sistema de canalização de águas e condições de arquitetura das casas (VASCONCELOS, 1855 apud TRINDADE, 1997). A partir deste momento, identifica-se uma crescente importância atribuída ao saber técnico na proposição de soluções urbanas, em Curitiba e na Província. Ao ser instalado, o Governo Provincial promovera a vinda de diversos engenheiros, grande parte oriunda da Europa (franceses e italianos). Havia uma cega confiança na objetividade técnica e científica, traduzida na figura do engenheiro civil, pois para os moradores de Curitiba os engenheiros representavam o progresso (O DEZENOVE DE DEZEMBRO, 1856 apud TRINDADE, 1997).

Curitiba tinha, em 1853, 27 quadras, 5.819 habitantes, 308 casas e mais 50 em construção. Os engenhos de erva-mate e o comércio organizado em armazéns de comestíveis e lojas de armarinhos eram a base da economia. Coube, em 1855, ao engenheiro francês Pierre Taulois a tarefa de estabelecer novo traçado para a cidade. Escolas, teatros, clubes foram construídos. A cidade adquiriu um desenho

mais regular. As ruas tiveram seu traçado modificado para cruzamentos em ângulos retos, a fim de melhorar a circulação no interior da malha urbana. A partir de 1820 e até o início dos anos 1900 ocorrem as imigrações. Os primeiros imigrantes chegam à Curitiba atraídos pela política nacional de abertura a partir de 1822. Mas é depois de 1860 que as grandes levas de imigrantes vão povoar os vazios demográficos de cidade (IPPUC, 2006).

Em 1886, na gestão de Alfredo Taunay, a cidade ganhava seu primeiro parque, o Passeio Público (figura 15). Foi a primeira grande obra de saneamento de Curitiba, que aliava o conceito de área verde, preservação ambiental, saneamento e lazer. Para Pereira (1995) é introduzida uma nova idéia de organização do espaço urbano através da iniciativa de conservação do maior número possível de largos e praças como áreas de saneamento da população e futuros locais ajardinados e arborizados para pontos de recreio. Passava-se a considerar que locais arborizados traziam benefícios à saúde física e mental dos habitantes.

O rápido crescimento da população, neste período, faz surgir, em 1895, um novo instrumento para a manutenção da ordem na cidade - o Código de Posturas de Curitiba. O Código previa padrões de higiene, aperfeiçoava a estrutura da cidade, estimulando o plantio de árvores nos passeios e estabelecia regras para coleta de lixo. A concepção urbana da cidade sofreu uma transformação total. Se na fundação da cidade as árvores haviam sido afastadas, agora, com o advento das praças e do Passeio Público, elas passam a ser incorporadas e preservadas na cidade. Em 1903, inicia-se o processo de hierarquização de usos de solo na cidade. Padrões construtivos são determinados. Definem-se áreas de especialização de atividades urbanas. Em 1910 são importados da França bondes elétricos, que trazem maior rapidez ao sistema de transporte e que vão circular até 1952. Nesse período, a

cidade viveu grande desenvolvimento cultural. A primeira universidade brasileira, a Universidade Federal do Paraná, era inaugurada em 18 de dezembro de 1912, transformando a cidade em importante pólo regional de Educação e Cultura (IPPUC, 2006).

Segundo Trindade (1997), embora a distinção entre o mundo social (urbano) e o natural ainda permanecesse, o curitibano passaria a conviver harmoniosamente com a vegetação, mesmo que ela estivesse segregada a locais e a funções que a vida urbana lhe atribuía.

A década de 20 foi marcada pelo modelo nacionalista do Brasil Moderno. Em oito anos de mandato, o prefeito Moreira Garcez coordenou o crescimento da cidade, embelezando a área central e abrindo avenidas - que são, hoje, importantes corredores de circulação viária - como a Visconde de Guarapuava, Sete de Setembro, Silva Jardim, Iguaçu e Getúlio Vargas. Curitiba tem, em 1920, 78.986 habitantes, 11.819 prédios e 11.609 domicílios. Em 1928 são 45 edifícios públicos, 30 igrejas, 240 ruas, 13 alamedas, 23 avenidas, 25 praças, 10 largos e 10 travessas (IPPUC, 2006).

A década de 30 inicia com a decadência da atividade ervateira. A falta de recursos para as grandes obras faz com que a administração pública se volte para o planejamento. As funções são reavaliadas e a cidade dividida em três zonas: a Zona I, central, é destinada ao comércio e moradias de alto padrão; a Zona II, às fábricas e moradias dos operários qualificados; a Zona III, às moradias de operários menos qualificados e pequenos sitiantes (IPPUC, 2006).



Figura 15 – Passeio Público, Curitiba, década de 1890 (fonte: IPPUC, 2006).

#### 2.3.3.2 Anos 40 e 50 - o Plano Agache

A história formal da continuidade do planejamento urbano na cidade começa efetivamente em 1943, com o Plano Urbanístico Agache, realizado pelo engenheiro francês Alfred Agache. Esse plano estabeleceu diretrizes e normas técnicas para ordenar o crescimento físico, urbano e espacial da cidade, disciplinando o tráfego, organizando as funções urbanas, estabelecendo zoneamento específico para as diversas atividades codificando as edificações a fim de estimular e orientar o desenvolvimento da cidade através de um crescimento radial (figuras 16 e 17). Curitiba possuía, nessa época, 127 mil habitantes e uma taxa de crescimento de 3,57% ao ano. De acordo com o Plano, foram designados centros funcionais setorizados - militar, esportivo, de abastecimento, de educação, industrial, administrativo e centros de lazer, além das zonas residenciais, alguns deles em funcionamento até hoje (IPPUC, 2006).

As diretrizes do Plano Agache eram baseadas em três aspectos, considerados fundamentais para resolver os problemas da cidade (BOLETIM PMC, 1943 apud TRINDADE, 1997):

- Saneamento – drenagem dos banhados, canalização dos rios e ribeirões, águas pluviais e rede de abastecimento de água;
- Descongestionamento – do tráfego urbano, vias de acesso externo, circulação da produção e abastecimento urbano;
- Órgãos funcionais – centralização dos edifícios apropriados para sede do governo do estado (Centro Cívico), vários centros de irradiação da vida comercial e social.

A maior contribuição de Agache para a institucionalização do urbanismo no Brasil, foi sua metodologia, cuja proposta engloba os aspectos geográficos e históricos e os indicadores sociais e econômicos da realidade a ser ordenada, se buscava reconhecer a individualidade de cada cidade (TRINDADE, 1997).

Segundo Stuckenbruck (1996), o urbanismo para Alfred Agache era definido da seguinte forma:

*“[...]o urbanismo é uma Sciencia e uma Arte, e sobretudo uma Filosofia social. Entende-se por Urbanismo o conjunto de regras aplicadas ao melhoramento da edificação, do arruamento, da circulação e do descongestionamento de artérias públicas. E a remodelação, a extensão e o embelezamento de uma cidade levados a efeito mediante um estudo metódico da geografia humana e da topografia urbana sem descurar as soluções financeiras.”*

Fatores de ordem jurídica, política e econômica dificultaram o detalhamento de todas as diretrizes propostas. Mesmo que o Plano não tenha sido executado em sua totalidade, a sua importância reside na dimensão cultural, por ter introduzido o urbanismo em Curitiba (COELHO, 1974).

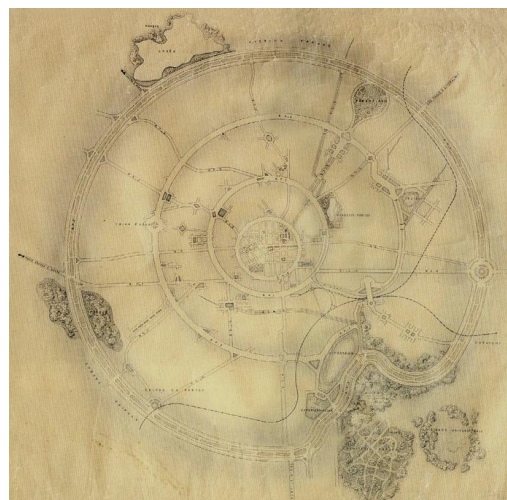


Figura 16 – Curitiba dos anos 1950 (fonte: IPPUC, 2006).

Figura 17 – Ilustração da proposta radial do Plano Agache (fonte: IPPUC, 2006).

#### 2.3.3.3 Anos 60 - Plano Preliminar de Urbanismo

Em 1963 é criada a URBS, cujo papel inicial foi o de companhia de urbanização e, em seguida, o de operadora do sistema de transporte coletivo de Curitiba. Em 1965 é criada a Companhia Municipal de Habitação - COHAB-CT. A taxa de crescimento populacional segue como uma das mais altas do País na década de 60 - 5,36% ao ano - exigindo, mais uma vez, a reorganização do espaço urbano (IPPUC, 2006).

Em 1965, é realizado um concurso para escolha de um novo plano para a cidade. Saiu vencedor o Plano Preliminar de Urbanismo da empresa paulista Serete Engenharia S.A. com projeto de Jorge Willheim Arquitetos Associados. Este novo Plano estipula um modelo linear de expansão urbana transformando a proposta radial do Plano Agache, através da definição de um tripé de crescimento baseado no sistema viário, no transporte e no uso do solo (IPPUC, 2006).

Para incentivo do crescimento linear da cidade foram definidos “eixos estruturais”, vias que tangenciariam o anel central no sentido norte-sul, leste-oeste, ao longo deles deveriam ocorrer a expansão urbana e conseqüentemente a desconcentração do comércio e dos serviços da área central. O transporte coletivo ganhava destaque (figuras 18 e 19). A sua implantação nas estruturais deveria servir como indutor do novo adensamento proposto. Entre outras propostas, estavam também, a preservação e revitalização dos setores histórico-tradicionais, a pedestrianização da área central, o controle do uso do solo urbano e a humanização da cidade – oferecendo todos os equipamentos urbanos necessários ao convívio da população e encontro das pessoas (MENEZES, 1996).

Em julho de 1965, o Decreto Municipal nº 1.000 estabelece uma série de debates públicos, num Seminário denominado "Curitiba de Amanhã", para discussão da proposta do Plano elaborado em parceria com funcionários da Prefeitura. O seminário tinha como objetivo discutir, democrática e transparentemente, o Plano com toda a população (IPPUC, 2006). Ainda em 1965, nasce o IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba) com a finalidade de implantação e controle do novo plano, elaborar e detalhar projetos, indicar as soluções urbanísticas mais adequadas em casos de novos loteamentos, zoneamento e renovação urbana.

Em 1966, a Assembléia Legislativa oficializa o Plano Preliminar de Urbanismo como Plano Diretor de Curitiba (COELHO, 1974).

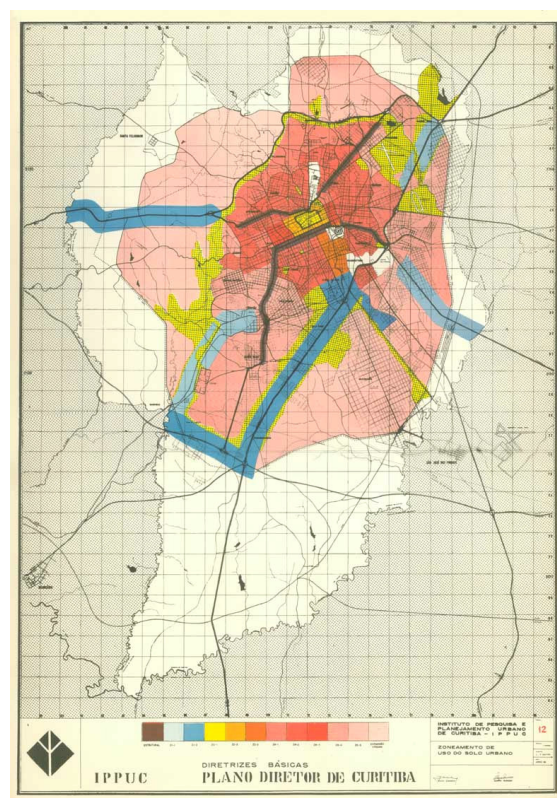
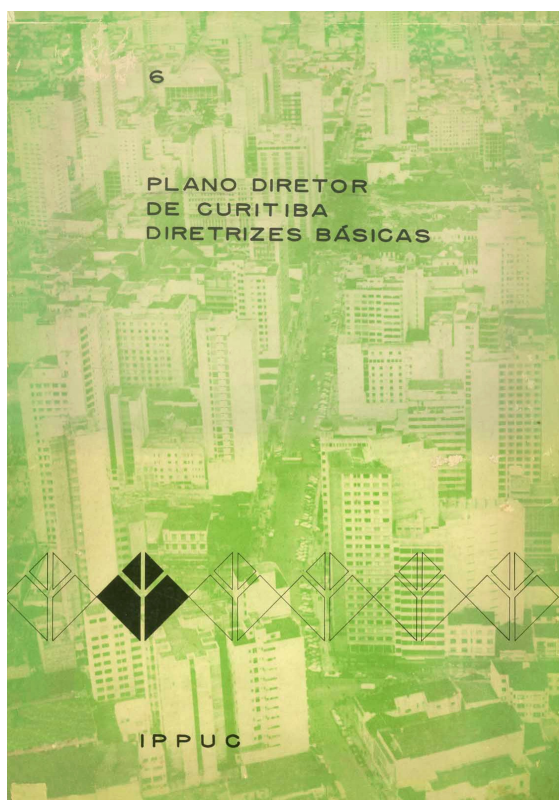


Figura 18 – Plano Diretor de Curitiba, Diretrizes Básicas (fonte: MCA, 2006).

Figura 19 – Plano Diretor de Curitiba, Zoneamento e Uso do solo (fonte: MCA, 2006).

#### 2.3.3.4 Anos 70 - a implantação do Plano Diretor

Em 1971, o engenheiro e arquiteto Jaime Lerner, assume a primeira das três gestões que teria à frente da cidade. O Plano Diretor de Urbanismo começa a ser efetivamente implementado. Ao invés de intervir na estrutura da cidade, provocando grandes cirurgias urbanas, procurou-se resolver os problemas com um enfoque

global da cidade, respeitando a escala, a história e a cultura da cidade. Curitiba convive com quatro revoluções: física, econômica, cultural e social (IPPUC, 2006).

A indicação de Jaime Lerner para prefeito, feita pelo governador Haroldo Leon Perez, marcava a chegada dos técnicos do IPPUC ao poder. Era a primeira vez no Brasil que um grupo de arquitetos e urbanistas administrava uma cidade (BICCA, 1985). Curitiba iria se configurar, a partir dos anos 70, como a antítese de Brasília. A estandarização, a racionalidade e a unifuncionalidade dos espaços que marcavam Brasília foram substituídas em Curitiba pela heterogeneidade da ocupação do espaço e pela diversidade na oferta de equipamentos urbanos: a Brasília das longas avenidas, do automóvel em contraste com a Curitiba das ruas para pedestres, do transporte coletivo (MENEZES, 1996).

O principal instrumento de indução e controle do crescimento estava no sistema viário através das “estruturais”, onde se concentraria uma oferta adequada de transporte coletivo (figura 20). Simultaneamente houve uma revisão da legislação referente ao zoneamento e uso do solo, induzindo o adensamento ao longo das estruturais e definindo setores especiais de preservação de áreas verdes. Além disso, outras importantes ações foram tomadas neste período, como, a reciclagem de antigos pontos de referência para usos culturais (Teatro Paiol, Casa Romário Martins, Centro de Criatividade do Parque São Lourenço), a criação do setor histórico preservando o centro tradicional, a preservação de áreas verdes e fundos de vale para a implantação de grandes parques públicos (Parque Barigui, Parque São Lourenço e Parque Barreirinha) ampliando de maneira excepcional o índice de áreas verdes por habitante, a pedestrianização do centro através do fechamento da Rua XV de Novembro para o tráfego de veículos com sua transformação em calçadão (figura 21), e a criação e implantação da Cidade Industrial (TRINDADE,

1997). A lógica era integrar as funções da cidade, valorizando a presença do homem no seu meio ambiente: a cidade como cenário de encontro (MENEZES, 1996).



Figura 20 – Vias estruturais, foto aérea (fonte: MCA, 2006).

Figura 21 – Calçada Rua XV de novembro (fonte: MCA, 2006).

#### 2.3.3.5 Anos 80 - a caminho da descentralização

O engenheiro Saul Raiz assume a prefeitura e consolida as intervenções precedentes, possibilitando a Jaime Lerner, na sua segunda gestão em 1979, dar maior ênfase à área social estendendo as experiências e equipamentos urbanos a todos os bairros da cidade. Curitiba chega a 1980 com uma população de pouco mais de um milhão de habitantes, é instituído, através de decreto Municipal, a Tarifa Social Única, definida como mecanismo de subsídio auto-sustentado, gerado pelo próprio sistema: as viagens de percursos menores subsidiam as de percursos mais longos, que atendem os bairros de população com menor poder aquisitivo. No mesmo ano, foi implantada a Rede Integrada de Transporte - ônibus expressos,

interbairros e alimentadores (figura 22), que consolidou o sistema com a entrada em operação das estações de transbordo, a integração físico-tarifária e, a partir de 1982, com os cinco eixos estruturais implantados, 51% dos usuários atendidos se valiam da Rede Integrada de Transporte – RIT (IPPUC, 2006).

Nesse período teve início também a implantação da rede de ciclovias, no sentido de oferecer alternativas baratas e flexíveis de transporte e lazer à população e a continuidade do aumento de criação de áreas de lazer, com o Parque Iguaçu e Bosque João Paulo II (MENEZES, 1996).

Em 1982 é instituído um dos mais importantes instrumentos de incentivo construtivo da cidade: a Lei do Solo Criado. Através dela, ganha novo impulso o processo de preservação do patrimônio histórico, cultural e arquitetônico da cidade RIT (IPPUC, 2006).

Durante os anos oitenta, Curitiba passa pelas administrações de Maurício Fruet em 1983 e Roberto Requião em 1986, onde se priorizou as ações sociais de atendimento às reivindicações populares e estabelecimento de uma infra-estrutura urbana básica nas regiões periféricas. Em 1986, o Decreto 142, estabeleceu a divisão de Curitiba em 9 Administrações Regionais, em 1988 elas foram reduzidas para 6. A partir desta divisão, o planejamento passa a ser executado com o objetivo de estruturar estes novos espaços, buscando identificar as características e similaridades de cada uma destas regiões. O processo de democratização do País provocou a priorização do planejamento dos equipamentos sociais em áreas periféricas. Em 1989, o Município iniciou a ocupação de um dos últimos vazios urbanos de Curitiba, o Projeto Bairro Novo - com o objetivo de atender aproximadamente 20.000 famílias, através da implantação de lotes urbanizados e unidades prontas (IPPUC, 2006).

Depois de duas décadas de planejamento efetivo, Curitiba já apresentava um novo perfil ambiental. Apesar da diferença na forma como conduzir a cidade, as diferentes administrações conseguiram despertar a consciência coletiva para a problemática ambiental. Constata-se o estabelecimento de um importante elo de coerência administrativa entre períodos de governo marcadamente opostos: ambos se suplementaram (MENEZES, 1996).

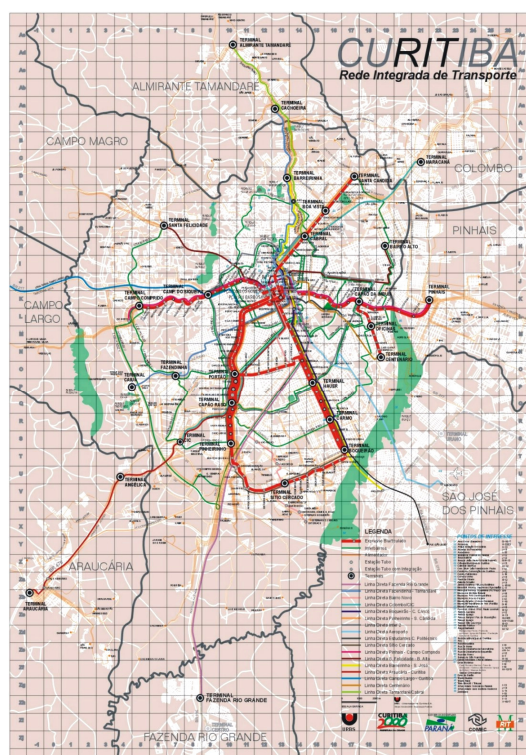


Figura 22 – Mapa da Rede Integrada de Transporte de Curitiba (fonte: IPPUC, 2006).

#### 2.3.3.6 Anos 90 - o desafio do desenvolvimento sustentável

Em 1989 Jaime Lerner assume o cargo de prefeito pela terceira vez, sendo a primeira por eleição direta. Segundo Menezes (1996), ao propor-se a idéia de Curitiba como “capital ecológica”, procurou-se criar no imaginário da população um

sentido de identificação com a cidade, um sentido de orgulho em “pertencer” à cidade de Curitiba. Na concepção de Lerner, “o maior patrimônio de uma cidade é a identidade de seus moradores com ela. Respeitada e informada, sabendo-se co-responsável, responderá mais prontamente ao apelo em favor da parceria e da participação” (LERNER, 1992).

Segundo dados do IPPUC (IPPUC, 2006), Curitiba inicia os anos 90 com 1,3 milhão de habitantes. Nesta década, as discussões sobre poder e desenvolvimento local são ampliadas, através de seminários internacionais e da troca de experiências bem sucedidas entre as cidades. Curitiba sedia o Fórum Mundial das Cidades, evento preparatório para a Segunda Conferência Mundial do Meio Ambiente - a Eco 92. As boas práticas curitibanas acumulam prêmios. As soluções criativas trazem para Curitiba, em 1995, as comemorações do Dia Mundial do Habitat. Curitiba, ao lado de outras cidades do mundo, assume a condição de referência mundial em gestão ambiental urbana.

A educação ambiental foi um dos pontos de sustentação na construção do cenário de “capital ecológica”, partindo do princípio que é mais fácil conscientizar a população a partir do problema local, do problema do dia-a-dia das pessoas. A proposta era atingir simultaneamente três áreas: as escolas, a comunidade e os parques públicos. Foram criados programas como o PIA (Ambiental Programa de Atendimento à Infância e Adolescência), cuja função básica era a de educação e conscientização da comunidade para o tema ambiental e o programa de separação de resíduos domiciliares – “Lixo que não é lixo” e de coleta alternativa com o “Compra do lixo” e “Câmbio Verde” (figura 23). Em 1991, é criada a Universidade Livre do Meio Ambiente (Unilivre) para fomento e difusão das práticas e experiências ambientais das cidades. São criados seis novos parques, o Jardim Botânico e oito

bosques, que somados totalizam mais de oito milhões de m<sup>2</sup> de áreas verdes públicas (MENEZES, 1996; TRINDADE, 1997).

Em 1991, começa a circular o ônibus “Ligeirinho”, Linha Direta, que transporta até 110 passageiros por viagem, em percurso de poucas paradas, cujo embarque e desembarque acontecem nas Estações-Tubo. Em 1992, entra em funcionamento o Biarticulado, veículo com maior capacidade de transporte de passageiros, em menor tempo de viagem (figura 24). O sistema biarticulado proporcionou uma redução de aproximadamente 50% no consumo de energia. Ainda no mesmo ano, como exemplo de recuperação de uma antiga pedreira desativada, a Ópera de Arame é inaugurada, ano em que começa o Festival de Teatro de Curitiba (IPPUC, 2006).

Na gestão seguinte, do engenheiro Rafael Greca (1993), são inaugurados a Casa Vermelha, a Casa dos 300 Anos e o Memorial da Cidade - como síntese das comemorações dos 300 anos de Curitiba. Parques, bosques temáticos e memoriais homenageiam as várias etnias que compõem a população curitibana. São construídos os memoriais Ucraniano, Árabe, da Imigração Alemã, da Imigração Japonesa, o Bosque de Portugal e o Italiano. A consolidação da democracia nos anos 90 reforça em Curitiba o conceito de acessibilidade dos serviços públicos e participação dos cidadãos. As Administrações Regionais, criadas na década de 80, ganham espaço especial e se transformam em referência nos bairros. Em 1995, surgem as primeiras Ruas da Cidadania - edificações que reúnem em um mesmo espaço físico, os serviços públicos essenciais, área esportiva e cultural, transformando-se em ponto de encontro da população, localizadas junto aos Terminais de Transporte Coletivo. O acesso ao conhecimento é ampliado nas escolas e na comunidade. São criados os Faróis do Saber, bibliotecas de bairro, nas portas das escolas, com acesso tanto aos alunos como aos cidadãos (IPPUC, 2006).

A ação de planejamento metropolitano, preconizada desde o Plano Diretor de Curitiba, volta a fazer parte do programa estratégico de desenvolvimento de Curitiba a partir de 1994.

O engenheiro Cássio Taniguchi, que fazia parte da equipe de Lerner desde a década de 70, assume a cidade em duas administrações consecutivas, nos períodos 1997-2000 e 2001-2004. Assim, como as políticas de meio ambiente, educação, saúde e habitação, as políticas de geração de emprego e renda passam a fazer parte do planejamento estratégico da cidade nos anos 90. A necessidade de geração de emprego e renda provoca, no início da década, a criação das Linhas e Liceus do Ofício. Foram implantados os projetos Linhão do Emprego - programa estruturante de geração de emprego e renda, voltado à inserção social e o Empório Metropolitano - programa de apoio aos produtores artesanais do município e região metropolitana, nos processos de organização associativa, na produção e na comercialização de produtos com qualidade e preços competitivos (IPPUC, 2006).



Figura 23 – Programa de separação de resíduos em Curitiba (fonte: MCA, 2006).

Figura 24 – Sistema de transbordo com estações-tubo e ônibus biarticulado (fonte: MCA, 2006).

### 2.3.3.7 O novo milênio

Com o novo milênio, assumem-se os conceitos do desenvolvimento sustentável. As questões sociais, ambientais e econômicas passam a ser incorporadas ao tripé básico de crescimento – uso do solo, sistema viário e transporte coletivo (figura 25). O desafio nesta fase é a integração de projetos e ações de forma solidária com toda a região metropolitana, com a busca de uma cidade mais humana, participação popular mais efetiva, gestão compartilhada e democrática. O planejamento urbano continua integrando todas as políticas setoriais através de intervenções urbanísticas que mudam cenários sócio-culturais e econômico-produtivos. (IPPUC, 2006).

Seguindo os preceitos do Estatuto das Cidades, Curitiba estrutura seu modelo de sustentabilidade urbana em quatro pontos principais: sustentabilidade ambiental, econômica, política e social. A sustentabilidade ambiental é estruturada através da rede de parques, áreas de proteção ambiental, legislação ambiental, rede de ciclovias, programas de educação ambiental (Programa Olho D'água) e coleta seletiva de lixo (Lixo que não é lixo). A sustentabilidade econômica baseada nos programas de geração de emprego, capacitação e venda de alimentos à preços econômicos, Linhão do Emprego, Digitando o Futuro e Armazém da Família. A sustentabilidade política, correspondente ao acesso facilitado à informação e à participação popular, através das Administrações Regionais e Ruas da Cidadania, site na Internet e audiências públicas. E a sustentabilidade social, fundamentada na construção da cidadania e do direito individual, através das redes de equipamentos públicos como postos de saúde, creche, escolas, bibliotecas, rede integrada de transporte e programas de habitação (IPPUC, 2004).

Curitiba, reconhecida por ter conseguido atingir bons índices de qualidade de vida para seus habitantes, sempre se apresentou na vanguarda das soluções urbanísticas do país, procurando através de um planejamento integrado antecipar-se aos problemas que se colocavam ao seu desenvolvimento.

Os desafios que o atual momento apresenta, faz com que se faça necessária certa reflexão. As ações que sempre caracterizaram o sucesso da qualidade ambiental e urbana conquistadas pela cidade de Curitiba precisam ser continuadas e intensificadas para que a cidade não perca a capacidade de resposta imediata aos problemas que a afligem.

Pretende-se aproveitar a vocação de Curitiba, como pólo indutor de ações criativas no campo do urbanismo e sustentabilidade, bem como o trabalho de conscientização ambiental e mobilização já arraigados em boa parte da população, para se desenvolver um método de avaliação ambiental de edifícios que, contribuindo para a melhoria dos índices de sustentabilidade em Curitiba, possa estimular a difusão destes conceitos em outras cidades brasileiras.



Figura 25 – Diagrama de desenvolvimento sustentável de Curitiba (fonte: IPPUC, 2006).

## 2.4 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

### 2.4.1 Conceitos

A exigência de que a arquitetura contribua para uma cidade sustentável em seus âmbitos social e ambiental cobra agora responsabilidades dos arquitetos. Os edifícios podem enriquecer o espaço público de nossas cidades, atender às diversas necessidades dos usuários e explorar tecnologias sustentáveis em lugar das poluentes. Os edifícios deveriam inspirar e compor cidades que celebrassem a sociedade e respeitassem a natureza (ROGERS, 1997).

Segundo Gauzin-Müller (2001) a maior parte dos ecologistas aceitam hoje em dia uma economia baseada no crescimento dentro do marco de desenvolvimento sustentável que prevê uma repartição mais equilibrada dos benefícios e uma utilização mais respeitosa dos recursos naturais. Esse conceito asseguraria o futuro para as próximas gerações graças a uma política econômica capaz de gerar benefícios preservando o meio ambiente. Propõe-se, entre outras coisas, otimizar as tecnologias existentes para produzir mais eficazmente os produtos de consumo sem aumentar os custos, limitar os desperdícios no transporte, fabricar automóveis de baixo consumo de combustível e construir edifícios que preservem mais energia, sendo ao mesmo tempo mais confortáveis.

Em junho de 1996, durante a conferência Habitat II em Istambul, os profissionais definiram o que poderia representar a aplicação do desenvolvimento sustentável para o setor da construção. Em vários países, as medidas em favor da qualidade do meio ambiente foram institucionalizadas em forma de normativas,

regulamentações e incentivos fiscais, além de modelos de certificação de desempenho ambiental. A busca de uma alternativa ecológica no setor da construção faz com que o enfoque ambiental se apresente como uma oportunidade histórica para os arquitetos recuperarem a antiga relação entre o homem e a natureza, desenvolvendo uma arquitetura que ao mesmo tempo respeite o meio ambiente, e cujas qualidades formais e construtivas e a diversidade de respostas conseguidas, comprovem que uma alternativa ecológica é não só desejável como também possível de ser conseguida sem que para isso seja necessário se renunciar à produção de uma arquitetura contemporânea (GAUZIN-MÜLLER, 2001).

De acordo com Gauzin-Müller (2001):

*“A busca da qualidade ambiental dos edifícios, que oferecem o máximo conforto aos usuários preservando os recursos e os ecossistemas, retoma uma antiga aspiração do homem no seu esforço de estabelecer e recuperar o equilíbrio harmonioso com a natureza que o rodeia. Praticada durante séculos por necessidade, principalmente na arquitetura doméstica e vernácula, caiu em desuso depois da revolução industrial, época em que o homem se acreditou onipotente e explorou até quase o esgotamento os recursos naturais do planeta. “*

A arquitetura surgiu a partir das necessidades do homem por abrigo. Logo se tornou expressão fundamental de sua habilidade tecnológica e dos seus objetivos sociais e espirituais. A história da arquitetura documenta a engenhosidade da humanidade, seu senso de harmonia e seus valores. É uma profunda reflexão das complexas motivações de indivíduos e sociedades. Atualmente, a rica complexidade da motivação humana que gerou a arquitetura está sendo desmantelada. Quase todas as construções são feitas exclusivamente em busca de lucro. Como mero

produto, a busca do lucro determina suas formas, qualidades e desempenhos (ROGERS, 1997).

O que significa que algo é sustentável? O termo sustentabilidade não possui uma definição fechada, pelo contrário é entendido como um processo em contínua formulação, de forma progressiva e ampliada. O conceito de sustentabilidade para o arquiteto também não é menos complexo, envolve não só a construção, mas toda a atividade humana. Projetar de forma sustentável também significa criar espaços que sejam saudáveis, viáveis economicamente e sensíveis às necessidades sociais. Por si só um projeto responsável somente do ponto de vista energético é escasso de valor (EDWARDS, 2001).

Para Edwards (2001), as cidades desempenham um papel chave nesse esforço por estabelecer uma relação mais simbiótica com o território. Os edifícios são uma das peças da cidade, e seu projeto, inspirado na análise do ciclo de vida, também pode contribuir a este esforço, os edifícios podem gerar sua própria energia, captar e reciclar sua própria água, utilizar materiais produzidos a partir de resíduos ou manter o equilíbrio entre gás carbônico utilizado na sua construção e o transformado em oxigênio através de árvores plantadas. Considerar o edifício individualmente tem a vantagem da relativa simplicidade de seu ecossistema, em comparação com o de áreas urbanas. O rendimento de um edifício é quantificável, porque o que consome e produz pode ser medido facilmente. A sociedade pode crescer sem causar mais danos ecológicos através de tecnologias mais eficientes, um maior uso da reciclagem e uma melhor gestão e projeto. Segundo o autor,

*“Se a sociedade aceita a idéia de projetar edifícios sustentáveis, o desenvolvimento sustentável das cidades se produzirá como uma consequência lógica. A construção sustentável é a base do projeto sustentável, que por sua vez*

*influi no desenvolvimento sustentável e não ao contrário. A complexidade do desenvolvimento de cidades sustentáveis é um obstáculo que dificulta a ação. Nos edifícios a facilidade de avaliação dos efeitos sobre os recursos podem, sem dúvida, ser aproveitados para se conseguir que a nova arquitetura ilumine o processo de mudança.”*

A sustentabilidade entendida como um conjunto de valores, se baseia na ética da responsabilidade ambiental. As técnicas e tecnologia de projetos sustentáveis estão em um estado avançado de desenvolvimento, o que ainda falta é que os profissionais de arquitetura dêem prioridade às questões ecológicas. Com a globalização das comunidades e dos intercâmbios entre elas, a nova sensibilidade sobre os riscos ecológicos que ameaçam o planeta e seus habitantes, nossas vidas tem mudado de escala. As novas estratégias energéticas e a introdução de uma metodologia ambiental no planejamento e na concepção dos edifícios nos colocam a responsabilidade de escolher, nesse início do século XXI, em que sociedade queremos viver (GAUZIN-MÜLLER, 2001).

Segundo Hyett (apud Edwards, 2003), a palavra chave para um desenvolvimento mais sustentável é “conscientização” e defende que a sociedade deve se propor alguns questionamentos:

- Pode se iludir a sua responsabilidade sobre as futuras gerações?
- Existe a capacidade de se adotar um estilo de vida mais responsável?
- Esta preocupação é suficiente?

A União Internacional dos Arquitetos (UIA) no princípio nº 2, cláusula 2.1 (apud EDWARDS, 2001) estabelece:

*“Os arquitetos devem respeitar e conservar os sistemas de valores e o patrimônio natural e cultural da comunidade em que desenvolvem seu trabalho. Devem tratar de melhorar o meio ambiente, a qualidade de vida e o habitat da comunidade de uma forma sustentável, sendo plenamente conscientes do efeito de seu trabalho sobre o conjunto maior construído por todos aqueles que prevêem utilizar ou desfrutar do produto de seu trabalho.”*

Ainda que a principal responsabilidade dos arquitetos seja com seus clientes, não se deve desatender à responsabilidade mais ampla, de se conservar e melhorar a qualidade de meio ambiente e seus recursos naturais. Assim, estabelece-se a necessidade de se projetar e planejar de forma inteligente e responsável, de modo que, através de seu trabalho, a sociedade avance até um ambiente construído mais sustentável. É papel dos arquitetos proporcionar alternativas para o futuro que permitam à humanidade viver em harmonia com seu anfitrião, o meio ambiente (EDWARDS, 2001).

A generalização da vida urbana produziu um distanciamento da natureza. A arquitetura também se desprende de seus antigos vínculos com os materiais locais, as tradições vernáculas e sua integração com o local. As cidades não dependem da capacidade de suporte do território em que se assentam, dado que comida, água, recursos e energia humana afluem a ela de todos os lados do mundo. As cidades e os edifícios estão cada vez mais desvinculados da paisagem natural em quase todos os aspectos, exceto o visual (JONES, 2002).

Para Edwards (2001), a sustentabilidade é vista cada vez mais como o principal argumento do desenho arquitetônico no século XXI. A tecnologia deve servir de ponte entre as dimensões social e estética da sustentabilidade, buscando a melhora social e a harmonia ecológica. Trata-se definitivamente de um novo paradigma arquitetônico que reconciliará o habitat humano e a natureza. Somente mediante a tecnologia poderemos chegar a uma arquitetura sustentável. A técnica na arquitetura está sempre carregada de intencionalidade. A construção não está isenta de valores. Incidem sobre ela muitos fatores como o custo, a facilidade construtiva, a sustentabilidade e a estética. Ainda segundo o mesmo autor, a chave do desenvolvimento sustentável não é o que são os edifícios, e sim o que fazem e como fazem. O processo combina tecnologia e projeto: incorporar uma dimensão humana é a função dos responsáveis por imaginar o futuro.

A vida útil média de um edifício, atualmente em torno de 100 anos, impõe aos arquitetos e engenheiros a obrigação de adequar e adaptar seus projetos. Edwards (2001), propõe otimizar e flexibilizar essa nova geração de edifícios sustentáveis através das seguintes diretrizes:

- Evitar a exclusividade funcional;
- Maximizar o acesso à luz e ventilação naturais;
- Buscar a simplicidade funcional do projeto.
- Perseguir a máxima durabilidade.
- Maximizar o acesso à energia renovável.
- Prever a possibilidade de substituir partes da edificação.

#### 2.4.2 Parâmetros para a arquitetura sustentável

Segundo Gauzin-Müller (2001) para se alcançar rapidamente os objetivos relacionados à qualidade ambiental é necessário que se construam edifícios mais sustentáveis que economizem energia, recursos e utilizem materiais reciclados e renováveis. Por todo o mundo exemplos dados se adaptam a uma grande variedade de climas, situações e pressupostos diferentes. A diversidade das respostas demonstra que o enfoque ambiental pode ser aplicado em uma grande variedade de contextos. É fundamental que estas ações se convertam rapidamente em uma evidência inquestionável para todos.

Existe uma série de processos e materiais que combinados podem gerar maior ou menor impacto ambiental. Por isso uma das dificuldades que envolvem o tema sustentabilidade é determinar de forma clara o quão sustentável é uma edificação.

A definição clara de objetivos e parâmetros ambientais se converte em um suporte fundamental na difusão e na aplicação do enfoque ambiental para o desenvolvimento sustentável na construção de edifícios, tanto na fase de projeto quanto de construção. A consideração do entorno imediato na sua escala especificamente urbanística, a relação harmoniosa com o meio em que se dará sua implantação, a percepção da obra como elemento conformador da paisagem, a eleição dos materiais, os aspectos inerentes a sua colocação na obra, a gestão da energia e da água são alguns dos objetivos que a construção sustentável deve atender (SUDREZ apud GAUZIN-MÜLLER, 2001).

Para o Col·legi D'arquitectes De Catalunya (2000), na edificação, os parâmetros ambientais se centram em quatro campos básicos os quais respondem

aos objetivos essenciais que as demandas de sustentabilidade exigem: fechar os ciclos materiais implicados e produzir o mínimo efeito nos sistemas naturais. São eles:

- Implantação

O uso do solo para edificações de todo o tipo, com a correspondente urbanização, é um dos fatores de perda de sistemas naturais, não somente pela quantidade de solo ocupado, mas também pela alteração dos processos que o edifício possa ocasionar com sua presença e pelo desenvolvimento de suas próprias atividades que geram pressões sobre o meio. A mudança do valor ecológico que produz a implantação do edifício é o fator determinante neste campo.

O objetivo neste parâmetro é de avançar até a sustentabilidade a partir de duas estratégias: evitar o uso de territórios novos e recuperar a qualidade ecológica que o terreno possuía antes da construção do edifício, superando-a, inclusive em áreas degradadas. Trata-se de um conceito que se desenvolve desde o planejamento e que implica em questões como a mobilidade, dispersão urbana, a mistura de usos e populações e os sistemas naturais na escala territorial.

- Consumo de água

A água é um material biologicamente estratégico, e por ser um dos principais componentes dos sistemas vivos, deve-se controlar e reduzir seu consumo como uma exigência indissociável da conservação dos sistemas naturais. Sua alteração acarreta múltiplas conseqüências que afetam os sistemas naturais. O objetivo da sustentabilidade ambiental a respeito do consumo de água é

reduzir o impacto de seu uso no ciclo natural da água. Deve-se, também, tratar de aproveitar as águas que circulam pelo próprio edifício considerando-as como recursos para as necessidades do mesmo. Para isso, pode-se contar com as seguintes estratégias:

- Torneira e duchas eficientes;
- Equipamentos de baixo consumo;
- Adequada seleção das espécies vegetais nos jardins e sistemas de irrigação eficientes;
- Reciclagem das águas cinzas;
- Captação, armazenamento e utilização das águas de chuvas;
- Redes separadas para captação de águas;
- Melhora da qualidade da água devolvida ao meio através de pré-tratamento.

- Consumo de energia

O consumo de energia, cada vez mais associado ao conceito de conforto, se faz basicamente com energia obtida da combustão de materiais orgânicos fossilizados. Esse consumo sistematizado origina uma série de impactos ambientais incompatíveis com a sustentabilidade, como emissões de diversos contaminantes durante a combustão, com efeitos como aquecimento global pelo efeito estufa, poluição do ar e a chuva ácida, com os problemas sanitários conseqüentes. Além de se estar consumindo um recurso não renovável que, permanecidas as atuais taxas de extração, se esgotará em breve. Para se conseguir reduzir o uso de combustíveis fósseis existem algumas estratégias básicas que podem ser aplicadas em diferentes campos da edificação:

- Eficiência energética, através do grau de isolamento térmico, eficiência dos equipamentos e instalações e a escolha adequada do tipo de combustível para cada uso;
- Aproveitamento das condições locais, através do uso de inércia térmica, ventilação cruzada, iluminação natural, aproveitamento da radiação solar pelas janelas e muros, coletores térmicos e fotovoltaicos.

- Consumo de materiais

O consumo de materiais na edificação implica em um elevado impacto ambiental causado pelo desperdício de recursos, do gasto de energia e água, dos resíduos gerados e da alteração do meio que a extração e transformação dos materiais ocasiona. A estratégia de fechar os ciclos materiais implicados nos processos comporta simultaneamente a preservação dos recursos e a recuperação dos resíduos através da sua reintegração nos processos produtivos. Ambos supõem uma diminuição radical do impacto ambiental, assim como mantêm os estoques de recursos e o desenvolvimento de tecnologias de suporte à sustentabilidade. Trata-se pois, de um objetivo ambiental comum a qualquer tipo de atividade caracterizada pela forte necessidade de recursos materiais e de processos de transformação destes recursos. O objetivo ambiental é diminuir o conjunto de impactos associados à extração, fabricação e reintegração dos materiais que compõem o edifício. As estratégias para essa finalidade são:

- Eficiência no consumo de materiais, através da racionalização da quantidade de material utilizado, do potencial de reabilitação dos materiais, utilização de materiais reciclados, minimização e gestão dos

resíduos com vistas a sua reutilização e reciclagem, potencial de durabilidade;

- Melhoria ambiental no consumo do material, através da diminuição dos impactos associados à extração e fabricação dos materiais empregados no edifício e substituição do uso de materiais e sistemas com maior impacto associado.

A análise do ciclo de vida (ACV) é um processo que incorpora os princípios ecológicos ao desenvolvimento do projeto. É utilizado para se avaliar o rendimento dos edifícios, segundo um planejamento global, permitindo analisar o impacto energético, ecológico e ambiental. Constitui-se em uma ferramenta integral que estabelece relações entre o projeto, a fabricação, a construção e a manutenção. O ACV identifica os fluxos de materiais, energia e resíduos que um edifício gera em toda a sua vida útil, de maneira que o impacto ambiental possa determinar-se por adiantado. Os fluxos analisados englobam a extração de materiais e seu uso, reutilização, reciclagem ou eliminação. Vários países passaram a desenvolver parâmetros e procedimentos para promover a melhoria da qualidade ambiental dos edifícios. O procedimento francês HQE – *Haute Qualité Environnementale*, busca o equilíbrio entre vantagens e desvantagens nas diferentes situações de projeto. Estabelece quatorze objetivos para o edifício, organizados através de quatro grupos básicos (EDWARDS, 2001; HQE, 2006):

- Ecoconstrução

1. Relação harmoniosa do edifício com seu local de implantação.

- aproveitamento das oportunidades de localização;

- redução do impacto da implantação na localidade.
- 2. Eleição integrada dos processos e produtos construtivos.
  - adaptação e durabilidade dos edifícios;
  - seleção dos processos construtivos;
  - seleção dos materiais construtivos.
- 3. Baixo impacto da obra no local.
  - gestão dos resíduos da obra;
  - redução dos ruídos da obra;
  - controle dos prejuízos ocasionados pela obra.
- Ecogestão
  - 4. Gestão energética.
    - utilização de energias renováveis;
    - aumento da eficiência dos equipamentos.
  - 5. Gestão da água.
    - gestão da água potável;
    - gestão da água pluvial;
    - reutilização de águas utilizadas;
    - saneamento de águas residuais.
  - 6. Gestão dos resíduos gerados pelo uso.
    - recolhimento seletivo e aproveitamento dos resíduos.
  - 7. Manutenção e conservação.
    - gestão técnica da manutenção e conservação.
- Conforto
  - 8. Conforto higrotérmico.
    - manutenção das condições de umidade.

9. Conforto acústico

- isolamento acústico e absorção de ruídos

10. Conforto visual.

- iluminação natural satisfatória;
- iluminação artificial de apoio.

11. Conforto olfativo.

- ventilação para redução das fontes de odores desagradáveis.

• Saúde

12. Condições sanitárias.

- criação de condições higiênicas satisfatórias;
- facilitar a limpeza e evacuação de resíduos produzidos.

13. Qualidade do ar.

- controle dos riscos de contaminação;
- ventilação para garantir a qualidade do ar.

14. Qualidade da água.

- proteção e manutenção da qualidade da água potável.

O sistema norte-americano LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) é adotado como ferramenta na avaliação da sustentabilidade dos chamados “*Green Buildings*”. Ao introduzir nas edificações conceitos de ciência, tecnologia e operações para avaliar como projetistas, construtores e empresários podem construir de forma “verde”, busca-se maximizar o desempenho do edifício, tanto econômico quanto ambiental. É um procedimento voluntário que serve como modelo para desenvolver a eficiência e sustentabilidade dos edifícios (USGBC, 2006).

- Benefícios ambientais

Aumentar e proteger ecossistemas e biodiversidade;

Melhorar a qualidade do ar e da água;

Reduzir resíduos sólidos;

Conservar os recursos naturais.

- Benefícios econômicos

Reduzir custos operacionais;

Aumentar o valor dos ativos e lucros;

Melhorar a produtividade e satisfação dos funcionários;

Otimizar o desempenho econômico do ciclo de vida.

- Benefícios à saúde e à comunidade

Melhoria da qualidade do ar, térmica e acústica do ambiente;

Aumentar o conforto e a saúde dos ocupantes;

Minimizar o impacto na infra-estrutura local;

Contribuir para a total qualidade de vida.

#### 2.4.3 Indicadores de sustentabilidade

Segundo conceito da OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development* (1993 apud SILVA 2003), um indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado que fornece informação sobre determinado fenômeno. O significado do indicador deve ser sintético e ser desenvolvido para um objetivo específico. Essas características fazem com que seu significado transcenda

as propriedades associadas ao valor o parâmetro e demonstram as principais virtudes do uso de indicadores, que são:

- reduzir o número de medidas e parâmetros necessários para descrever uma determinada situação.
- simplificar o processo de informação através do qual os resultados destas medidas chegam ao usuário final.

Indicadores capturam tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias, e facilitar o relato das medidas adotadas para implementação do desenvolvimento sustentável (COLE, 2002).

No nível dos edifícios e do ambiente construído, os indicadores de sustentabilidade são necessários para (1) estabelecer metas; (2) medir o desempenho de edifícios e projetos; (3) para que agentes de decisão e de políticas públicas possam avaliar estratégias econômica e tecnicamente viáveis para melhorar a qualidade de vida; (4) que diferentes agentes no processo de construção os utilizem como diretrizes e ferramentas para melhorar as práticas correntes e a qualidade da construção; e (5) fins de marketing e de comunicação com as partes interessadas (SILVA, 2003).

A Agenda 21 estabeleceu uma demanda por indicadores de desenvolvimento sustentável que estimularam várias ações internacionais no desenvolvimento de diversos tipos de indicadores. Nos últimos anos, um número cada vez maior de organizações tem procurado responder ao desafio de desenvolver uma estrutura comum e listas consensuais de indicadores de desenvolvimento sustentável. A

OECD foi pioneira no desenvolvimento de indicadores, iniciado em 1989, que resultou na publicação regular de indicadores ambientais a partir de 1991. O envolvimento da ONU vem desde 1972, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, onde foi ressaltado que as questões ambientais haviam se tornado cada vez mais objeto das políticas socioeconômicas nos níveis nacional e internacional (SILVA, 2003).

Em 1995, a CIB – *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, na *Working Commission W82 “Future Studies in Construction”* cria o project *Sustainable Development and the Future of Construction* envolvendo 11 países europeus, além de Estados Unidos, Japão e Malásia. O projeto tinha por objetivo definir construção sustentável, as conseqüências futuras do desenvolvimento sustentável sobre a indústria da construção, recomendações estratégicas e exemplos de melhores práticas na construção. O resultado desse trabalho foi a base para a preparação da Agenda 21 em Construção Sustentável publicada pelo CIB em 1999. Como seqüência o CIB W82 criou o projeto CRISP – *Construction Related Sustainability Indicators* (1999-2001) para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para o setor da construção numa cooperação entre Japão, Malásia, Canadá, Estados Unidos e 16 países europeus membros da CRISP *Network*. Os objetivos principais eram (SILVA, 2003):

- definir e validar indicadores (qualitativos e quantitativos) de sustentabilidade relacionados ao setor da construção, incluindo aspectos ambientais, econômicos, sociais, culturais e institucionais;

- implementar indicadores para mensuração da sustentabilidade de edifícios e do ambiente construído e estabelecer a comparação entre edifícios, regiões e nações;
- comparar a sustentabilidade de edifícios, regiões e nações.

Em 2001, a CIRIA – *Construction Industry Research and Information Association* conduziu uma segunda iniciativa de desenvolvimento e estruturação de indicadores de sustentabilidade para o setor da construção, realizando uma ampla consulta ao setor de construção do Reino Unido. Foram definidos dez temas-chave para a construção sustentável a partir da discussão de quatro elementos do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003):

- proteção efetiva do ambiente;
- uso prudente dos recursos ambientais;
- progresso social;
- manutenção de níveis elevados de emprego e crescimento econômico.

Existem diferenças fundamentais entre o conceito puro de indicadores de sustentabilidade e os indicadores utilizados em sistemas de avaliação de edifícios. Os métodos de avaliação ambiental de edifícios disponíveis tipicamente não abordam os aspectos sociais e econômicos da sustentabilidade e são dirigidos a edifícios individuais. Já a discussão de indicadores de sustentabilidade (particularmente indicadores sociais e econômicos) relaciona-se a medidas gerais da sociedade, como redução de pobreza, analfabetismo, PIB, etc., que não são

facilmente relacionados à escala organizacional ou de um edifício (COLE,2002; TODD, JOHN,2001; apud SILVA, 2003).

Um avanço paralelo e bastante promissor nessa mesma direção é o trabalho dos comitês científicos do ISO – *International Organization for Standardization* na preparação de um conjunto de normas sobre sustentabilidade de edifícios e ativos construídos. Segundo a definição de algumas normas pretende-se que as avaliações de sustentabilidade de edifícios sejam feitas segundo uma estrutura comum e uma coleção principal de indicadores.

Através da ISO AWI 21932 (ISO 2002) se apresenta uma estrutura de indicadores relacionadas a aspectos ambientais, sociais e econômicos, que devem ser contabilizados para a avaliação de sustentabilidade do edifício. A ISO CD 21931 (ISO, 2003) aponta uma lista mínima de itens a serem contemplados no desenvolvimento de métodos de avaliação ambiental do edifício. Já a ISO TS 21929 (ISO, 2006), a mais recente a ser lançada sobre o tema, descreve e orienta para o desenvolvimento e seleção de indicadores de sustentabilidade relacionados aos edifícios; e apresenta sugestões de indicadores ambientais, sociais e econômicos.

John et al. (2000) e John, Silva e Agopyan (2001) iniciaram a discussão de uma Agenda 21 para a construção civil brasileira, defendendo a inclusão da agenda social aos três blocos (dimensão ambiental, econômica e institucional) da Agenda 21 do CIB (1999). Em contribuições posteriores, Silva et al. (2002) e Silva (2003) propuseram a organização da agenda setorial em cima da estrutura da agenda 21 da ONU, onde as três dimensões da tradicional triple bottom line (dimensões ambiental, social e econômica) são complementadas por uma dimensão institucional, devido à carência de instrumentos normativos, de ações políticos-governamentais, de maior articulação de estratégias setoriais com relação à

sustentabilidade e de relatos de sustentabilidade de empresas e produtos de construção. Segundo Silva (2007) as recomendações da ISO TS 21929 (ISO, 2006) devem ser utilizadas como filtro de seleção dos itens a integrarem o conjunto de indicadores nacionais.

## 2.5 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Em todo o mundo avanços significativos vêm sendo feitos com o objetivo de difundir a prática da arquitetura sustentável e de baixo impacto ambiental. Para esse fim, diversos países desenvolveram sistemas de avaliação de desempenho ambiental com a meta de estabelecer regras e nortear os projetos dos chamados *green buildings* (SZABO, 2005).

A expressão *green building*<sup>1</sup> engloba iniciativas dedicadas à criação de construções que utilizem recursos de maneira eficiente, com claro foco no uso de energia; que sejam confortáveis; que tenham maior longevidade adaptando-se às mudanças de necessidades dos usuários; e que possibilitem a desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício permitindo a reutilização ou reciclagem dos materiais (SILVA, 2003).

Para o arquiteto Ken Yeang (1999) a *arquitetura verde* ou *ecológica* deve não só minimizar os impactos na natureza, mas principalmente criar efeitos positivos ao meio ambiente, integrando-o aos ciclos naturais da biosfera, ou seja, sendo elemento gerador de benefícios ao meio em questão.

---

<sup>1</sup> A expressão é freqüentemente utilizada de forma errônea por se confundir ao termo *sustainable building*. O termo *green* refere-se exclusivamente à dimensão ecológica (ou sustentabilidade ambiental) da construção sustentável, que, por sua vez, é um conceito mais abrangente que contempla ainda as dimensões social e econômica.

Vários autores já apontam para a existência de *níveis de sustentabilidade*, ou seja, apesar de não existir ainda um consenso do que realmente seja a sustentabilidade, já se identificam etapas a serem cumpridas neste processo de busca de uma arquitetura com menor impacto ambiental. Inicialmente, volta-se para aspectos relacionados somente com a sustentabilidade da edificação, consumo de água, energia e materiais construtivos; em uma segunda fase este edifício já estaria inserido em um entorno, passando a existir maior preocupação com aspectos dos impactos na fauna e flora, transporte, qualidade do ar, e na comunidade em questão; e finalmente como etapa final, a fase em que não só estes aspectos já citados estariam incorporados, mas principalmente mudanças estruturais profundas em toda a sociedade, com a alteração de hábitos e estilos de vida, chegando finalmente a um modo de vida sustentável (COOK, 2001; ROVERS, 2001; SILVA, 2000 apud MÜLFARTH, 2002).

A característica holística da “nova arquitetura”, o caráter antecipatório e os aspectos multidisciplinares fazem com que a avaliação de projetos se torne cada vez mais complexa e abrangente. Desta forma, tendo em vista estas características, o profissional deve fazer quatro perguntas básicas antes de iniciar o projeto: se realmente é necessário construir, onde construir, o que construir e como construir (HAGAN, 2001; YEANG, 1999 apud MÜLFARTH, 2002).

A partir da década de 90 várias iniciativas de desenvolvimento de metodologias de avaliação ambiental de edifícios começam a surgir na Europa, EUA e Canadá, principalmente como parte da estratégia de cumprimento das metas ambientais estabelecidas a partir da ECO'92. Estes métodos basearam-se principalmente no conceito de análise do ciclo de vida, originalmente desenvolvido para a avaliação de impactos de produtos, e buscavam encorajar a demanda do

mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações ora detalhadas, para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no estoque construído, ora simplificadas, para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios (SILVA, 2000).

O primeiro sinal da necessidade em se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios para verificar quão "verdes" eram de fato os seus edifícios. Como seria comprovado mais tarde, edifícios projetados para sintetizar os conceitos de construção ecológica freqüentemente consumiam ainda mais energia que aqueles resultantes de práticas comuns de projeto e construção. O segundo grande impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais quanto à *classificação de desempenho* atrelada aos sistemas de certificação ser um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental tanto do estoque construído quanto de novas edificações (SILVA, 2003).

De acordo com Sudrez (apud GAUZIN-MÜELLER, 2001), as ferramentas de avaliação se convertem em suporte fundamental na difusão e aplicação do enfoque ambiental para o desenvolvimento sustentável na construção dos edifícios, tanto na fase de projeto como na de sua execução. A consideração do entorno imediato do edifício na sua escala especificamente urbanística, a sua inserção no lote, a eleição de materiais, a gestão da energia e da água são alguns dos objetivos a serem alcançados pelo edifício sustentável.

Existem muitos instrumentos para avaliar a sustentabilidade de um edifício e quase todos compartilham uma base comum. Ainda que a princípio, tenham se

centrado no consumo energético, se ampliaram para abranger uma grande variedade de questões ambientais, ecológicas e de saúde (EDWARDS, 2001).

### 2.5.1 Principais iniciativas

O desenvolvimento de ferramentas e métodos de avaliação ambiental de edifícios cresceu rapidamente desde a introdução do BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* em 1990. Segundo Cole (2005) ainda existe uma pequena dúvida se os métodos de avaliação tem contribuído realmente para alcançar a promoção da melhora ambiental e se direta ou indiretamente influenciam o desempenho dos edifícios. A expansão dos métodos de avaliação, como também o atual número de edifícios avaliados, tem criado uma massa crítica necessária para sedimentar sua função em criar uma mudança positiva. Seu sucesso imediato derivou da habilidade em oferecer uma estrutura reconhecível para os temas ambientais e, mais importante, estabelecer um foco para o debate do desempenho ambiental dos edifícios.

Atualmente a maioria dos países europeus, além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong possui um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios.

As circunstâncias e contexto de sua criação variam, assim como as aplicações pretendidas para estes sistemas, que vão desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação. A grande maioria dos sistemas adapta-se melhor à avaliação de edifícios novos ou projetos, trabalhando no plano do *desempenho potencial*, sendo raros os exemplos de sistemas neste segundo caso. Poucos sistemas distinguem claramente entre o desempenho ambiental

(potencial) com base em propriedades inerentes ao edifício e o desempenho real do edifício em operação (ZIMMERMANN *et al.*, 2002 apud SILVA, 2003).

Segundo Dominique Gauzin-Müller (2001), a partir do início dos anos 90, diversos países começaram a desenvolver procedimentos e métodos para promover a melhora da qualidade ambiental dos edifícios, como sistema austríaco Vorarlberg, o britânico BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), o holandês DCBA, o escandinavo BEAT 2000 (*Building Environmental Assessment Tool*), o francês HQE (*Haute Qualite Environnementale*), o australiano GREEN STAR, o canadense GBTOOL (*Green Building Tool*), o japonês CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*), o suíço MINERGIE, o norte-americano LEED (*Leadership in Energy & Environmental*).

Segundo Silva (2003), embora não exista uma classificação formal, os sistemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser claramente separados em duas categorias. De um lado, estão os sistemas que promovem a construção sustentável através de *mecanismos de mercado*. O BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) foi pioneiro e lançou as bases de todos os sistemas de avaliação *orientados para o mercado* que seriam posteriormente desenvolvidos em todo o mundo, como o HK-BEAM (*Hong Kong Building Environmental Assessment Method*), o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), o CSTB ESCALE (atual HQE – *Haute Qualité Environnementale*) e o CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*). Estes sistemas foram desenvolvidos para serem facilmente absorvidos por projetistas e pelo mercado em geral, e têm, portanto, uma estrutura mais simples, normalmente formatada como uma lista de verificação. Para divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços dispensados para melhorar a

qualidade ambiental de projetos, execução e gestão operacional, todos eles são vinculados a algum tipo de certificação de desempenho. No segundo grupo estão os métodos *orientados para pesquisa*, como o BEPAC (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*) e seu sucessor, o GBC (*Green Building Challenge*), centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica.

Para que possam servir como referência no desenvolvimento do trabalho foram selecionados alguns sistemas de avaliação ambiental de edifícios existentes que serão posteriormente detalhados para compreensão de sua estrutura e metodologia. Foram escolhidos os seguintes métodos:

- o BREEAM, sistema inglês, o primeiro a ser desenvolvido e que embasou os vários sistemas de avaliação subseqüentes;
- o LEED, método americano, um dos mais conhecidos no Brasil e com grande potencial de crescimento pelo investimento feito na sua difusão e aprimoramento;
- o GREENSTAR, versão australiana, uma evolução das listas de verificação do BREEAM e LEED;
- o GBC, sistema internacional orientado a pesquisa metodológica, sua estrutura permite a customização para aplicação em diversos contextos e países;
- o CASBEE, método japonês, um dos mais recentes desenvolvidos, e que introduz alguns conceitos inovadores à avaliação de edifícios.

### 2.5.1.1 BREEAM - *BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD*

Um dos métodos de avaliação ambiental de edifícios mais conhecidos é o BREEAM, foi o primeiro a ser lançado em 1990, no Reino Unido, por pesquisadores do BRE – *Building Research Establishment* e do setor privado, em parceria com a indústria, visando especificação e mensuração de desempenho (BALDWIN *et al.*, 1990 apud SILVA, 2003). Este sistema atribui uma certificação de desempenho direcionada ao *marketing* de edifícios e indiretamente de projetistas e empreendedores.

A estrutura é de um *checklist*<sup>2</sup>, onde são atribuídos créditos ambientais pela verificação do atendimento de itens mínimos de desempenho, no projeto e na operação do edifício. Em função do atendimento de um número mínimo de créditos o edifício é certificado e se enquadra dentro de uma das quatro classes de desempenho ambiental (figura 26). O sistema é atualizado regularmente, entre três e cinco anos, fazendo revisões em função de avanços na pesquisa, alterações de regulamentações e do mercado, para refletir a experiência acumulada e para garantir que continue representando práticas de excelência no momento da avaliação (SILVA, 2003).

O BREEAM é uma das metodologias de maior aceitação internacional. Versões deste sistema foram adaptadas ao contexto local do Canadá e Hong Kong, com o objetivo de priorizar aspectos de relevância regional na avaliação. Segundo Doggart e Baldwin (1990 apud SILVA, 2003), outras versões estão sendo desenvolvidas na Dinamarca, Noruega, Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos.

---

<sup>2</sup> Termo utilizado para designar uma lista de verificação, onde se atribuem créditos para cada item atendido na estrutura de avaliação.

O sistema BREEAM possui uma ampla diversidade de ferramentas e pode avaliar desde edifícios de escritórios, residências, indústrias, escolas até prisões, cortes de justiça e edifícios de uso específico (BREEAM, 2006). Possui ainda dois *checklists* distintos, um para avaliar a fase de projeto e aquisição, e outro que avalia o gerenciamento e operação para edifícios com mais de 12 meses de ocupação. O sistema de avaliação escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa foi o BREEAM *Offices* 2006, versão mais recente, que é composto por créditos ambientais que são distribuídos em oito categorias de avaliação (Tabela 01). Dentro de cada categoria existem requisitos que devem ser cumpridos para a obtenção de créditos que refletem as opções disponíveis para escolha dos projetistas e gestores do edifício. A quantidade de créditos em cada categoria não reflete a importância relativa entre elas, que é dada por fatores de ponderação atribuídos a cada categoria. De acordo com o total de pontos obtido na lista de verificação são atribuídos quatro níveis de certificação (Tabela 02).



| BREEAM Offices 2006  |                |           |
|----------------------|----------------|-----------|
| Design & Procurement | Pre-Assessment | Estimator |

| ENERGY                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Credit Reference                                                                                                                            | Points                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Design & Procurement                                                                                                   |
| E01                                                                                                                                         | Where the building demonstrates a percentage improvement above the requirement for CO <sub>2</sub> emissions as set out in the 2006 Building Regulations.                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                        |
|                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>+1%</li> <li>+2%</li> <li>+4%</li> <li>+6%</li> <li>+8%</li> <li>+10%</li> <li>+12%</li> <li>+14%</li> <li>+16%</li> <li>+18%</li> <li>+22%</li> <li>+30%</li> <li>+40%</li> <li>+50%</li> <li>+60%</li> <li>≥70%</li> </ul>                                                                                                                                                                      | 0.76<br>1.52<br>2.27<br>3.03<br>3.79<br>4.55<br>5.30<br>6.06<br>6.89<br>7.67<br>8.43<br>9.09<br>9.85<br>10.61<br>11.35 |
| NOTE: These point scores are not cumulative, simply award the appropriate points score corresponding to the predicted level of achievement. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                        |
| E02                                                                                                                                         | Where electricity sub-metering is provided for substantive energy users within the building covering lighting and small power, and each of the following where present: <ul style="list-style-type: none"> <li>Computer Room</li> <li>Humidification Plant</li> <li>Cooling Plant</li> <li>Fans (major)</li> </ul> If a building has other major energy consuming items, they should be covered as appropriate e.g. catering facilities. | 0.76                                                                                                                   |
| E03                                                                                                                                         | Where evidence provided demonstrates sub-metering of energy use by tenancy/areas is installed within the building.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.76                                                                                                                   |
| E04                                                                                                                                         | Where energy efficient external luminaires are specified and all light fittings controlled for the presence of daylight.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.76                                                                                                                   |
| Total points achieved to carry forward                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                        |

| SCORING                  |  |
|--------------------------|--|
| TOTAL OF POINTS ACHIEVED |  |

| Rating    | Minimum Score Required                  |
|-----------|-----------------------------------------|
|           | Design stage & Post Construction Review |
| PASS      | 25                                      |
| GOOD      | 40                                      |
| VERY GOOD | 55                                      |
| EXCELLENT | 70                                      |

Figura 26 – Ilustração de tabela do sistema de avaliação BREEAM (fonte: BREEAM, 2006).

Tabela 01 – Categorias avaliadas BREEAM.

| <b>BREEAM</b>           |               |              |
|-------------------------|---------------|--------------|
| <b>Categorias</b>       | <b>Pontos</b> | <b>Peso</b>  |
| <b>GESTÃO</b>           | <b>15.01</b>  | <b>15%</b>   |
| <b>SAÚDE E CONFORTO</b> | <b>15.00</b>  | <b>15%</b>   |
| <b>ENERGIA</b>          | <b>13.63</b>  | <b>13.6%</b> |
| <b>TRANSPORTE</b>       | <b>11.37</b>  | <b>11.3%</b> |
| <b>ÁGUA</b>             | <b>4.99</b>   | <b>4.9%</b>  |
| <b>MATERIAIS</b>        | <b>9.97</b>   | <b>9.9%</b>  |
| <b>USO DO SOLO</b>      | <b>15.00</b>  | <b>15%</b>   |
| <b>POLUIÇÃO</b>         | <b>15.00</b>  | <b>15%</b>   |

Tabela 02 – Classificação BREEAM.

| <b>BREEAM</b>        |                 |             |
|----------------------|-----------------|-------------|
| <b>Classificação</b> | <b>Pontos</b>   | <b>Peso</b> |
| <b>APROVADO</b>      | <b>25 - 39</b>  | <b>25%</b>  |
| <b>BOM</b>           | <b>40 - 54</b>  | <b>40%</b>  |
| <b>MUITO BOM</b>     | <b>55 - 69</b>  | <b>55%</b>  |
| <b>EXCELENTE</b>     | <b>70 - 100</b> | <b>70%</b>  |

### 2.5.1.2 LEED - *LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN*

Em 1994 o *US Green Building Council* (USGBC) iniciou nos Estados Unidos um programa para desenvolver um sistema de classificação de desempenho orientado para o mercado que visa acelerar o desenvolvimento e implementar práticas de projeto e de construção ambientalmente responsáveis (USGBC, 2006). Apresentado em 1999 como um sistema de classificação e certificação ambiental o LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*, foi projetado para facilitar a transferência dos conceitos da construção ambientalmente responsável para os profissionais e indústria da construção americana, além de reconhecer, junto ao mercado, os esforços despendidos nesse sentido. Este sistema é constituído por um *checklist* que concede créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos. A certificação é válida por um período de três a cinco anos, quando deverá ser encaminhada uma nova solicitação de avaliação que deve ser feita por um certificador credenciado do USGBC, desta vez centrado na avaliação da operação e gestão do empreendimento (figura 27).

Segundo Silva (2006), o LEED é provavelmente o método disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional. Com uma estrutura simples a ponto de ser, por isso, criticada, o LEED é um “meio termo” entre critérios prescritivos e a especificação de desempenho, e toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida, como a ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* ; a ASTM - *American Society for Testing and Materials*; a EPA - *U.S. Environmental Protection Agency*; e o DOE - *U.S. Department of Energy*.

A singularidade do LEED resulta principalmente do fato de ser um documento consensual, aprovado pelas 13 categorias da indústria de construção representadas no conselho gestor do sistema. O apoio de associações e fabricantes de materiais e produtos favoreceu a ampla disseminação deste sistema nos EUA, que agora começa a estender-se para o Canadá.

O sistema LEED tem diferentes modelos que podem avaliar edificações novas, edificações existentes, interiores comerciais, residências e escolas.

Para a avaliação de um edifício pelo LEED é exigido o cumprimento de uma série de pré-requisitos. Assim o edifício fica apto a passar para a etapa de análise e classificação de desempenho, dado pelo número de créditos obtidos. Na versão atual do sistema - *LEED for New Construction V2.2* (USGBC, 2006) - existem 7 pré-requisitos e 69 pontos possíveis (Tabela 03).

Por ter sido projetado também para funcionar como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, os aspectos avaliados no LEED têm peso idêntico, ou seja, o LEED não aplica um critério explícito de ponderação entre as diversas categorias, mas o número de itens dentro de cada categoria acaba por definir implicitamente pesos diferentes para cada uma delas. Assim, em muitos casos, o resultado da avaliação pode ser incompleto e não necessariamente refletir o desempenho global do edifício (SILVA, 2003). Na fase de análise e classificação de desempenho o edifício pode ser certificado em um dos quatro níveis disponíveis (Tabela 04).

|      |     |      | Energy & Atmosphere | Possible Points                                         | 17 |
|------|-----|------|---------------------|---------------------------------------------------------|----|
| easy | mod | diff |                     |                                                         |    |
|      |     |      | Prereq 1            | Fundamental Building Systems Commissioning              | 0  |
|      |     |      | Prereq 2            | Minimum Energy Performance                              | 0  |
|      |     |      | Prereq 3            | CFC Reduction in HVAC&R Equipment                       | 0  |
|      |     |      | Credit 1            | Optimize Energy Performance, 20-60% New 10-50% Existing | 10 |
|      |     |      | Credit 2            | Renewable Energy, 5-20%                                 | 3  |
|      |     |      | Credit 3            | Additional Commissioning                                | 1  |
|      |     |      | Credit 4            | Ozone Depletion                                         | 1  |
|      |     |      | Credit 5            | Measurement and Verification                            | 1  |
|      |     |      | Credit 6            | Green Power                                             | 1  |

|      |     |      | Innovation & Design Process            | Possible Points | 5 |
|------|-----|------|----------------------------------------|-----------------|---|
| easy | mod | diff |                                        |                 |   |
|      |     |      | Credit 1.1 Innovation in Design        |                 | 1 |
|      |     |      | Credit 1.2 Innovation in Design        |                 | 1 |
|      |     |      | Credit 1.3 Innovation in Design        |                 | 1 |
|      |     |      | Credit 1.4 Innovation in Design        |                 | 1 |
|      |     |      | Credit 2 LEED™ Accredited Professional |                 | 1 |

Figura 27 – Ilustração de tabela do sistema de avaliação LEED (fonte:LEED, 2006).

Tabela 03 – Categorias avaliadas LEED.

| <b>LEED</b>                           |               |              |
|---------------------------------------|---------------|--------------|
| <b>Categorias</b>                     | <b>Pontos</b> | <b>Peso</b>  |
| <b>SÍTIOS SUSTENTÁVEIS</b>            | <b>14</b>     | <b>20.2%</b> |
| <b>USO EFICIENTE DA ÁGUA</b>          | <b>5</b>      | <b>7.2%</b>  |
| <b>ENERGIA E ATMOSFERA</b>            | <b>17</b>     | <b>24.6%</b> |
| <b>MATERIAIS E RECURSOS</b>           | <b>13</b>     | <b>19.8%</b> |
| <b>QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO</b>  | <b>15</b>     | <b>21.7%</b> |
| <b>INOVAÇÃO E PROCESSO DE PROJETO</b> | <b>5</b>      | <b>7.2%</b>  |

Tabela 04 – Classificação LEED.

| <b>LEED</b>          |                |             |
|----------------------|----------------|-------------|
| <b>Classificação</b> | <b>Pontos</b>  | <b>Peso</b> |
| <b>CERTIFICADO</b>   | <b>26 - 31</b> | <b>37%</b>  |
| <b>PRATA</b>         | <b>33 - 38</b> | <b>47%</b>  |
| <b>OURO</b>          | <b>39 - 51</b> | <b>56%</b>  |
| <b>PLATINA</b>       | <b>52 - 69</b> | <b>75%</b>  |

### 2.5.1.3 GBC - *GREEN BUILDING CHALLENGE*

O GBC - *Green Building Challenge* é um consórcio internacional que reuniu esforços para o desenvolvimento de um método de avaliação de desempenho ambiental de edifícios que pudesse ser aplicado em diversos países respeitando suas diversidades técnicas e regionais, através de um protocolo comum, os colaboradores podem seletivamente apresentar idéias e incorporá-las para modificação da ferramenta de avaliação (SILVA, 2003).

O GBC organiza ciclos sucessivos de pesquisa e difusão dos resultados. A etapa inicial de desenvolvimento, iniciada em 1996 e que durou 24 meses, foi financiada pelo governo do Canadá, envolveu 15 países e culminou em uma conferência internacional em Vancouver, Canadá – a GBC'98. A segunda fase durou 18 meses, compreendendo trabalhos de 19 países, e foi um dos ramos centrais da conferência *Sustainable Buildings 2000*. A partir dessa etapa a coordenação do GBC, assim como a co-responsabilidade pela seqüência de conferências *Sustainable Buildings* (SB), foi absorvida pela iiSBE (*International Initiative for Sustainable Built Environment*). Com isso, as equipes participantes do GBC tornaram-se responsáveis pela captação dos recursos necessários para condução de suas avaliações. O terceiro ciclo, de 24 meses, envolveu pesquisas conduzidas em 24 países, entre eles o Brasil, cujos resultados foram divulgados em nova conferência internacional (*SB'02/GBC'02*), realizada em Oslo, Noruega. O quarto ciclo iniciou-se em 2003 e foi concluído com a SB'05, em Tóquio (SILVA, 2003).

O GBTool é a ferramenta desenvolvida para avaliar a energia potencial e o desempenho ambiental dos projetos avaliados pelo processo GBC. Constitui-se em uma série de onze planilhas-padrão montadas em plataforma Excel (figura 28). A

versão mais recente e selecionada para o estudo é a GBTOOL V1.81 – 2002 (IISBE, 2006). Enquanto a primeira geração dos sistemas de avaliação ambiental fornecem alguma forma de classificação do desempenho normalmente vinculada a um esquema de certificação ambiental, no GBTool, a pontuação final acaba sendo uma consequência da investigação principal, que é o desenvolvimento de uma metodologia sólida e o mais científica possível, que pode ser incrementada ou simplificada para atender às necessidades de cada local, suas diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais. A pontuação é dada por comparação com desempenhos de referência *benchmarks*<sup>3</sup>, e são atribuídas segundo uma escala de graduação que vai de -2 a +5. O zero da escala corresponde ao *benchmark* (SILVA, 2003).

A importância relativa das diferentes categorias de impactos (tabela 05) é considerada através de critérios de ponderação ajustados e personalizados pelas equipes de avaliação para garantir a aderência dos resultados a cada contexto de avaliação específico. A pontuação final do edifício é derivada pela agregação ponderada sucessiva de pontuações obtidas em quatro níveis: **(1)** sub-critérios, **(2)** critérios, **(3)** categorias e áreas de desempenho, e **(4)** temas principais, que é o nível hierárquico mais elevado. Este acúmulo sucessivo de ponderações essencialmente subjetivas para as pontuações de desempenho tem sido controverso desde o início do GBC, mas sua influência foi até certo ponto atenuada pela fixação dos pesos nos dois níveis mais baixos: como padrão, os fatores de ponderação dos itens dentro das categorias (critérios e sub-critérios) são divididos igualmente; e apenas os pesos das categorias são personalizados (COLE; LARSSON, 1997; NRC, 1998 apud SILVA, 2003).

---

<sup>3</sup> Termo utilizado para designar um desempenho de referência, índice ou meta a ser alcançado.



Tabela 05 – Categorias avaliadas GBTOOL.

| <b>GBTOOL</b>                        |             |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>Categorias</b>                    | <b>Peso</b> |
| <b>USO DE RECURSOS</b>               | <b>20%</b>  |
| <b>CARGAS AMBIENTAIS</b>             | <b>25%</b>  |
| <b>QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO</b> | <b>20%</b>  |
| <b>QUALIDADE DO SERVIÇO</b>          | <b>15%</b>  |
| <b>ASPECTOS ECONÔMICOS</b>           | <b>10%</b>  |
| <b>GESTÃO PRÉ-OCUPAÇÃO</b>           | <b>10%</b>  |
| <b>TRANSPORTE</b>                    | <b>0%</b>   |

#### 2.5.1.4 CASBEE - *COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY*

Uma das mais recentes inovações no campo das avaliações ambientais de edifícios é o CASBEE - *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, apresentada publicamente pelo JSBC - *Japan Sustainability Building Consortium* - durante a SB'02 em Oslo em 2002. O CASBEE possui uma suíte com quatro ferramentas de avaliação, destinadas a usos bem definidos, que podem avaliar o edifício nos vários estágios de seu ciclo de vida - pré-projeto, novas construções, edifícios existentes e renovação. A versão mais recente e disponível para *download* e que foi utilizada no trabalho é o CASBEE NC 2004 V1.02 (CASBEE, 2006). A estrutura conceitual do CASBEE caracteriza-se por dois pontos focais: a definição de limites do sistema analisado (o edifício) e o

levantamento e balanceamento entre impactos positivos e negativos gerados ao longo de seu ciclo de vida. O CASBEE propõe aplicar o conceito de *sistemas fechados* (um espaço hipotético encerrado pelos limites do terreno) para determinar a *capacidade ambiental* relacionada ao edifício a ser avaliado. Este limite hipotético define e distingue claramente o espaço *dentro* dos limites do terreno (ambiente como propriedade privada), e o espaço *fora* dos limites do terreno (ambiente como propriedade pública). Em relação a estes dois tipos de espaços, o CASBEE define dois fatores (SILVA, 2003):

- L (cargas ambientais) - impactos negativos que se estendem para *fora* do espaço hipotético.
- Q (qualidade ambiental) - qualidade e desempenho ambiental do edifício *dentro* do espaço hipotético.

Para integrar a avaliação destes dois fatores, com os espaços dentro e fora do limite do sistema (edifício), o CASBEE cria um indicador de eficiência ambiental do edifício, *BEE – Building Environmental Efficiency*. Quanto maior o quociente do BEE (qualidade/cargas, onde *qualidade* enfatiza a qualidade do ambiente interno, e *cargas*, o uso de energia), maior a sustentabilidade ambiental do edifício.

A sua estrutura de avaliação e apresentação de resultados (salvo uma saída gráfica específica) derivam claramente da *GBTTool*, e são exemplos de cumprimento do objetivo principal do *Green Building Challenge* em fornecer uma base metodológica sólida, para orientar o desenvolvimento de métodos de avaliação locais (SILVA, 2003).

Para cada item (tabela 06), são atribuídos até cinco pontos, segundo critérios de pontuação determinados de acordo com os padrões técnicos e sociais vigentes no momento da avaliação (figura 29). Os resultados para cada item avaliado são



Tabela 06 – Categorias avaliadas CASBEE.

| <b>CASBEE</b>                       |               |             |
|-------------------------------------|---------------|-------------|
| <b>Categorias</b>                   | <b>Pontos</b> | <b>Peso</b> |
| <b>QUALIDADE AMBIENTAL</b>          |               |             |
| <b>AMBIENTE INTERNO</b>             | <b>65</b>     | <b>0.5</b>  |
| <b>QUALIDADE DOS SERVIÇOS</b>       | <b>35</b>     | <b>0.35</b> |
| <b>AMBIENTE EXTERNO AO EDIFÍCIO</b> | <b>15</b>     | <b>0.15</b> |
| <b>CARGAS AMBIENTAIS</b>            |               |             |
| <b>ENERGIA</b>                      | <b>30</b>     | <b>0.5</b>  |
| <b>RECURSOS E MATERIAIS</b>         | <b>40</b>     | <b>0.3</b>  |
| <b>AMBIENTE EXTERNO AO TERRENO</b>  | <b>35</b>     | <b>0.2</b>  |

Tabela 07 – Classificação CASBEE.

| <b>CASBEE</b>        |            |
|----------------------|------------|
| <b>Classificação</b> | <b>BEE</b> |
| <b>C</b>             | <b>0.5</b> |
| <b>B-</b>            | <b>1</b>   |
| <b>B+</b>            | <b>1.5</b> |
| <b>A</b>             | <b>3</b>   |
| <b>S</b>             | <b>3</b>   |

### 2.5.1.5 GREEN STAR

Lançado em 2002, o GBCA - *Green Building Council Australia* é uma organização nacional não profissional cuja missão é desenvolver a sustentabilidade da indústria da construção na Austrália e induzir à adoção de práticas sustentáveis através de soluções baseadas no mercado. Entre seus principais objetivos estão a promoção e integração de iniciativas, programas, tecnologias e práticas sustentáveis que orientem os projetos, a construção e a operação dos edifícios. Para poder alcançar estes objetivos o GBCA lançou o sistema de avaliação ambiental de edifícios chamado *Green Star*, em 2003. Esta ferramenta de avaliação auxilia a indústria na redução do impacto ambiental dos edifícios, na melhoria da saúde e produtividade dos ocupantes e na redução dos custos de obra, enquanto demonstra inovações nas práticas de sustentabilidade do edifício (GREEN STAR, 2006).

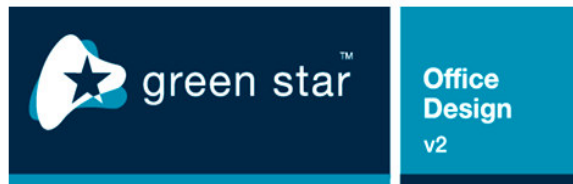
Foi desenvolvido para ser um esquema de avaliação ambiental nacional e de aplicação voluntária, estabelecendo um critério de mensuração ambiental com particular relevância para o mercado e contexto ambiental australiano. O sistema foi construído em cima de ferramentas existentes no mercado, incluindo o sistema inglês BREEAM e o norte-americano LEED.

O GBCA trabalha na educação dos envolvidos na sustentabilidade do edifício, difundindo conhecimento sobre o *Green Star* e sobre as práticas sustentáveis, promovendo eventos, conferências e seminários para seus membros. Atualmente o sistema reconhece e premia a liderança ambiental em mais de 25% do mercado auxiliando a evolução da indústria da construção na transição a um desenvolvimento mais sustentável. Ao ser criado as intenções do sistema eram:

- Estabelecer uma linguagem comum;
- Definir um padrão para a mensuração de *green buildings*;
- Promover integração e projeto completo do edifício;
- Reconhecer lideranças ambientais;
- Identificar os impactos do ciclo de vida dos edifícios; e
- Melhorar o retorno dos benefícios dos *green buildings*.

Atualmente existe uma família de ferramentas de avaliação *Green Star* para o projeto, pós-construção e interiores de edifícios comerciais. No final de 2006 foi lançado o *PILOT Green Star* para avaliar *shopping centers* e unidades de saúde. Para o início de 2008 está previsto o lançamento de ferramenta de avaliação para edifícios educacionais, uso misto com residencial, industrial e edifícios públicos.

Os projetos são avaliados através de um *checklist* contendo oito categorias de impacto ambiental mais uma categoria de inovação (figura 30). Dentro de cada categoria, pontos são creditados onde se demonstra se o projeto atende aos objetivos e os critérios específicos avaliados dentro da categoria. Os pontos são então ponderados e a pontuação total é calculada, determinando a classificação *Green Star* do projeto, que possui três categorias (tabela 08). Mesmo que a certificação requeira um processo formal, qualquer projetista pode livremente baixar e usar a ferramenta *Green Star* como orientação para alcançar e melhorar o desempenho ambiental de seus projetos (tabela 09) (GREEN STAR, 2006).



| RATING RANGE                                                                    |                  |                 |                         |            |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------|--------------------------|
|                                                                                 |                  |                 |                         |            |                          |
| <div>4 Star</div> <div>5 Star</div> <div>6 Star</div>                           |                  |                 |                         |            |                          |
| Conditional Requirements not achieved: Green Star Certified Rating not possible |                  |                 |                         |            |                          |
|                                                                                 | Points Available | Points Achieved | Category Score Achieved | Points TBC | Potential Category Score |
| Management                                                                      | 12               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Indoor Environment Quality                                                      | 27               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Energy                                                                          | 24               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Transport                                                                       | 11               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Water                                                                           | 13               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Materials                                                                       | 20               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Land Use and Ecology                                                            | 8                | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Emissions                                                                       | 14               | 0               | 0%                      | 0          | 0%                       |
| Innovation                                                                      | 5                | 0               | n/a                     | 0          | n/a                      |

| Category                   | Title                                        | Credit No. | Points Available                | Points Achieved | Points to be Confirmed |
|----------------------------|----------------------------------------------|------------|---------------------------------|-----------------|------------------------|
| Management                 | Green Star Accredited Professional           | Man-1      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Commissioning - Clauses                      | Man-2      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Commissioning - Building Tuning              | Man-3      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Commissioning - Commissioning Agent          | Man-4      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Building Users' Guide                        | Man-5      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Environmental Management                     | Man-6      | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Waste Management                             | Man-7      | 2                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 12                              | 0               | 0                      |
| Indoor Environment Quality | Ventilation Rates                            | EQ-1       | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Air Change Effectiveness                     | EQ-2       | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Carbon Dioxide Monitoring and Control        | EQ-3       | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Daylight                                     | EQ-4       | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Daylight Glare Control                       | EQ-5       | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | High Frequency Ballasts                      | EQ-6       | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Electric Lighting Levels                     | EQ-7       | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | External Views                               | EQ-8       | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Thermal Comfort                              | EQ-9       | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Individual Comfort Control                   | EQ-10      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Asbestos                                     | EQ-11      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Internal Noise Levels                        | EQ-12      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Volatile Organic Compounds                   | EQ-13      | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Formaldehyde Monitoring                      | EQ-14      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Mould Prevention                             | EQ-15      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Tenant Exhaust Filter                        | EQ-16      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | TOTAL                                        |            | 27                              | 0               | 0                      |
| Energy                     | Energy                                       | Ene-1      | Conditional Requirement         | 0               | 0                      |
|                            | Energy Improvement                           | Ene-2      | 15                              | 0               | 0                      |
|                            | Electrical Sub-metering                      | Ene-3      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Tenancy Sub-metering                         | Ene-4      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Office Lighting Power Density                | Ene-5      | 4                               | 0               | 0                      |
|                            | Office Lighting Zoning                       | Ene-6      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Peak Energy Demand Reduction                 | Ene-7      | 2                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 24                              | 0               | 0                      |
| Transport                  | Provision of Car Parking                     | Trn-1      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Small Parking Spaces                         | Trn-2      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Cyclist Facilities                           | Trn-3      | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Communing Public Transport                   | Trn-4      | 5                               | 0               | 0                      |
| Water                      | Occupant Accessible Potable Water Efficiency | Wat-1      | 5                               | 0               | 0                      |
|                            | Water Meters                                 | Wat-2      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Landscape Irrigation Water Efficiency        | Wat-3      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Cooling Tower Water Consumption              | Wat-4      | 4                               | 0               | 0                      |
|                            | Fire System Water Consumption                | Wat-5      | 1                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 13                              | 0               | 0                      |
| Materials                  | Recycling Waste Storage                      | Mat-1      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Re-use of Façade                             | Mat-2      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Re-use of Structure                          | Mat-3      | 4                               | 0               | 0                      |
|                            | Shell and Core or Integrated Fitout          | Mat-4      | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Recycled Content of Concrete                 | Mat-5      | 3                               | 0               | 0                      |
|                            | Recycled Content of Steel                    | Mat-6      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | PVC Minimization                             | Mat-7      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Sustainable Timber                           | Mat-8      | 2                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 20                              | 0               | 0                      |
| Land Use & Ecology         | Ecological Value of Site                     | Eco-1      | Conditional Requirement         | 0               | 0                      |
|                            | Re-use of Land                               | Eco-2      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Reclaimed Contaminated Land                  | Eco-3      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Change of Ecological Value                   | Eco-4      | 4                               | 0               | 0                      |
|                            | Topsoil and F&B Removal from Site            | Eco-5      | 1                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 8                               | 0               | 0                      |
| Emissions                  | Refrigerant ODP                              | Emi-1      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Refrigerant GWP                              | Emi-2      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Refrigerant Leak Detection                   | Emi-3      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Refrigerant Recovery                         | Emi-4      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Watercourse Pollution                        | Emi-5      | 2                               | 0               | 0                      |
|                            | Reduced Flow to Sewer                        | Emi-6      | 4                               | 0               | 0                      |
|                            | Light Pollution                              | Emi-7      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Cooling Towers                               | Emi-8      | 1                               | 0               | 0                      |
|                            | Insulant ODP                                 | Emi-9      | 1                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 16                              | 0               | 0                      |
| TOTAL CREDITS              |                                              |            | 129                             | 0               | 0                      |
| Innovation                 | Innovative Strategies and Technologies       | Inn-1      | 3 points in total for Inn-1/2/3 | 0               | 0                      |
|                            | Exceeding Green Star Benchmarks              | Inn-2      | 0                               | 0               | 0                      |
|                            | Environmental Design Initiatives             | Inn-3      | 0                               | 0               | 0                      |
| TOTAL                      |                                              |            | 3                               | 0               | 0                      |
| OVERALL WEIGHTED SCORE:    |                                              |            | 0                               | 0               | 0                      |

Figura 30 – Ilustração de tabela do sistema de avaliação GREEN STAR (fonte:GREEN STAR, 2006).

Tabela 08 – Categorias avaliadas GREEN STAR.

| <b>GREEN STAR</b>                    |                  |              |
|--------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Categorias</b>                    | <b>Pontos</b>    | <b>Peso</b>  |
| <b>GESTÃO</b>                        | <b>12</b>        | <b>9.3%</b>  |
| <b>QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO</b> | <b>27</b>        | <b>20.9%</b> |
| <b>ENERGIA</b>                       | <b>24</b>        | <b>18.6%</b> |
| <b>TRANSPORTE</b>                    | <b>11</b>        | <b>8.5%</b>  |
| <b>ÁGUA</b>                          | <b>13</b>        | <b>10.0</b>  |
| <b>MATERIAIS</b>                     | <b>20</b>        | <b>15.5%</b> |
| <b>USO DO SOLO E ECOLOGIA</b>        | <b>8</b>         | <b>6.2%</b>  |
| <b>EMISSIONES</b>                    | <b>14</b>        | <b>10.8%</b> |
| <b>INOVAÇÃO</b>                      | <b>&lt;5&gt;</b> |              |

Tabela 09 – Classificação GREEN STAR.

| <b>GREEN STAR</b>                         |                 |             |
|-------------------------------------------|-----------------|-------------|
| <b>Classificação</b>                      | <b>Pontos</b>   | <b>Peso</b> |
| <b>4 ESTRELAS - BEST PRACTICE</b>         | <b>58 - 76</b>  | <b>45%</b>  |
| <b>5 ESTRELAS - AUSTRALIAN EXCELLENCE</b> | <b>77 - 95</b>  | <b>60%</b>  |
| <b>6 ESTRELAS - WORLD LEADER</b>          | <b>96 - 129</b> | <b>75%</b>  |

### 2.5.1.6 Considerações sobre o capítulo

O exercício analítico da estrutura dos diversos sistemas de avaliação existentes - BREEAM, LEED, GREENSTAR, GBTOOL, CASBEE; permite delinear as seguintes considerações:

Os métodos são naturalmente diferentes, porque as agendas ambientais variam de um país a outro, assim como as práticas construtivas e de projeto, o clima, o estado do estoque construído, as prioridades de regulamentações e do mercado, as mudanças que se deseja encorajar e a receptividade dos mercados à introdução dos métodos. Apesar do detalhamento das agendas variar de um país a outro, isto ocorre dentro de blocos de discussão relativamente comuns, que estão presentes em qualquer contexto, como por exemplo, a avaliação de temas de desempenho ambiental do edifício como uso do solo, água, energia, materiais e qualidade do ambiente interno.

Diante da complexidade de se aplicar os conceitos de avaliação de desempenho, a maior parte das metodologias é prescritiva e orientada a dispositivos ou estratégias e trabalham com listas de verificação que concedem créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projetos ou especificação de determinados equipamentos. Segundo Silva (2003) esta é uma saída com nível de complexidade muito menor, que presume que uma coleção de estratégias e equipamentos, provavelmente, levará a alguma melhoria de desempenho, ainda que ela não possa ser estimada. O problema-chave do formato *checklist* + critérios prescritivos é que o fato de um edifício atender completamente à lista de verificação não necessariamente garante o melhor desempenho global. O risco é favorecer a

qualificação de edifícios que contenham equipamentos em detrimento do seu desempenho ambiental global.

A maior parte dos sistemas de avaliação existentes – especialmente aqueles que atribuem pontos ou créditos com base em critérios como o BREEAM, LEED e GREENSTAR – não utiliza a análise do ciclo de vida - ACV como ferramenta de apoio à atribuição de créditos ambientais relacionados ao uso de materiais. São poucos os sistemas que seguem mais rigorosamente o formato ACV, devido às dificuldades práticas de aquisição e manipulação de dados e ao fato de aspectos importantes do desempenho do edifício ficarem fora de seu alcance.

Como legitimar o custo ambiental de determinada escolha? Para Yang (1999), atualmente, o ciclo de vida de uma edificação só é analisado no ponto de vista econômico e decisões econômicas não refletem normalmente um bom senso nas decisões ambientais. Ainda não há método consensual para determinar objetivamente os fatores de ponderação apropriados, pela dificuldade em se estabelecer a importância relativa dos diferentes efeitos (deve-se reduzir o consumo de energia ou o consumo de matéria-prima?), e que podem ainda estar relacionados tanto aos próprios materiais quanto ao seu uso.

Nos diversos métodos, a pontuação mínima que garante elegibilidade a uma das classes de desempenho também tem sido arbitradas, validadas empiricamente e modificadas nas revisões subseqüentes dos métodos. A definição de valores de referência e de metas de desempenho é outro ponto crítico. Não por dificuldades conceituais, como no caso da ponderação, mas pela necessidade de dispor de grande quantidade de dados tratados e que sejam estatisticamente representativos (SILVA, 2003).

Os principais pontos metodológicos críticos encontrados no desenvolvimento de qualquer sistema de avaliação são, o estabelecimento da estrutura de avaliação, do conjunto de indicadores correspondente, de um sistema consensual de ponderação para a agregação dos resultados, e de metas de desempenho para os indicadores utilizados.

Independente do método desenvolvido, todos os sistemas de avaliação de edifícios partilham o objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações ora detalhadas, para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no estoque construído, ora simplificadas, para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios.

### 3 METODOLOGIA

No capítulo anterior foi apresentada revisão bibliográfica relativa a sistemas de avaliação ambiental de edifícios com o objetivo de estabelecer os fundamentos teóricos que sustentem a análise das informações desenvolvidas nos estudos de casos. Este capítulo apresenta o método de pesquisa aplicado para a realização desta dissertação. Para uma melhor compreensão, na sequência são detalhadas as estratégias de desenvolvimento da pesquisa.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O setor da construção tem uma importância significativa no atendimento das metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas para qualquer país. A indústria da construção representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente e representa cerca de 40% do consumo de materiais (sendo 75% dos materiais naturais muitos não renováveis) e 30% dos recursos energéticos (SILVA, 2007). As edificações exercem diversos impactos no meio ambiente durante todas as fases do seu ciclo de vida. Apesar destes impactos aparecerem principalmente nas etapas da construção, utilização e demolição do edifício, é na fase de projeto que se alcança um melhores resultados na redução dos impactos ambiental e humano, ocorrendo o mesmo processo durante a escolha dos materiais construtivos (MÜLFARTH, 2007).

Na maioria dos países onde existem sistemas de avaliação, a existência de um amplo e detalhado conjunto de normas técnicas, ainda que não solucione completamente o problema, permite oferecer valores e referências que orientem projeto e indústria da construção. Adicionalmente, alguns países já contam com inventários de ciclo de vida de materiais de construção, que permitem informar com maior precisão a energia e emissões neles incorporados. No caso brasileiro, a defasagem ou ausência de normas técnicas e de dados nacionais dificulta sobremaneira a definição teórica de *benchmarks*<sup>4</sup> (SILVA,2003).

Dessa forma, é evidente a importância de se desenvolver parâmetros e ferramentas que auxiliem na mensuração e avaliação de desempenho ambiental de edifícios como forma de contribuir para a construção da sustentabilidade das cidades brasileiras. O estudo exploratório foi organizado para se desenvolver um sistema de avaliação estruturado como uma lista de verificação, orientada a estabelecer estratégias de projeto que avaliem o desempenho potencial do edifício e que permitam a fácil compreensão e aplicação durante as fases de desenvolvimento do projeto.

### 3.2 OBJETIVOS

Decisões tomadas nas fases iniciais do processo de projeto influenciam todas as demais fases do empreendimento em relação a custos, qualidade e eficiência ambiental. A necessidade de subsidiar o processo de desenvolvimento dos projetos de arquitetura visando à melhoria dos níveis de sustentabilidade dos edifícios faz

---

<sup>4</sup> Termo utilizado internacionalmente para designar índice ou desempenho de referência.

com que se faça necessário o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação que permita identificar deficiências e oportunidades de melhora do desempenho do edifício.

O objetivo deste estudo exploratório é esclarecer os conceitos de sustentabilidade e estruturar uma ferramenta que auxilie os escritórios de arquitetura no processo de desenvolvimento de projetos mais sustentáveis. Desta forma, a questão mais adequada a ser levantada para este problema é: *“Como formatar uma ferramenta que possa auxiliar o desenvolvimento de projetos mais sustentáveis?”*. Para se responder a esta questão foram elencados os seguintes objetivos:

1. Estabelecer o cruzamento entre os sistemas de avaliação ambiental existentes e mais conhecidos internacionalmente, para identificar um eixo comum entre estes que permita a construção de uma base para o desenvolvimento de um sistema voltado para o contexto local brasileiro e que possa ser utilizado nos escritórios de arquitetura principalmente durante as fases de desenvolvimento dos projetos, identificar com antecedência as oportunidades de melhoria do desempenho dos edifícios.
2. Desenvolver a estrutura preliminar de um método de avaliação ambiental que permita ser aplicado no estudo de caso de dois edifícios na cidade de Curitiba.
3. Avaliar a aplicabilidade do sistema proposto, verificando os pontos a serem aperfeiçoados e fazendo sugestões para a continuidade de desenvolvimento do sistema.

### 3.3 CONSTRUÇÃO DAS MATRIZES DE COMPARAÇÃO

Para que se possa estabelecer quais deveriam ser os critérios a serem selecionados para aplicação na estrutura de avaliação de sustentabilidade de edifícios a ser desenvolvida, foram estruturadas duas matrizes de comparação.

Na primeira etapa foi organizada uma matriz de comparação com alguns indicadores de sustentabilidade de organismos internacionais para que se pudesse definir quais poderiam ser os indicadores que deveriam compor a lista de verificação a ser montada. Foram selecionados os seguintes indicadores relacionados ao setor da construção: CRISP, CIRIA, ISO 21932, ISO 21931, ISO 21929.

Na segunda etapa, uma matriz faz a comparação entre sistemas internacionais de avaliação ambiental de edifícios para identificar um eixo comum que possa servir como referencial para a escolha dos temas de desempenho macro a serem avaliados. Foi feito o cruzamento entre os seguintes sistemas de avaliação: BREEAM, LEED, GREENSTAR, GBTOOL E CASBEE. Estes sistemas foram selecionados por serem métodos que de alguma forma se relacionavam à proposta do trabalho desenvolvido, conforme já abordado anteriormente. (item 2.5.1, pág. 103).

Na terceira etapa foram desenvolvidas diversas matrizes em cima dos temas de desempenho selecionados na segunda etapa. Para cada um dos temas foi feito um cruzamento com todos os critérios contemplados nos sistemas acima citados, procurando definir quais os critérios de consenso deveriam compor a estrutura final de avaliação.

### 3.4 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

A etapa de definição da amostra buscou verificar se os edifícios escolhidos eram casos elegíveis para a avaliação do sistema proposto, quais sejam:

1. Edifícios de escritórios, uso institucional, ou misto que, dentro de toda a massa construída, representam a maior porcentagem no consumo de recursos e energia.
2. Edifícios localizados dentro da cidade de Curitiba para facilitar o trabalho de pesquisa, em função do acesso a informações e do conhecimento da legislação local.
3. Edifícios em fase de projeto ou concluídos a menos de cinco anos. A maioria dos sistemas de avaliação estima o desempenho ambiental dos edifícios a partir da avaliação dos projetos (desempenho potencial), utilizando premissas do projeto para a simulação de dados de consumo; ou a escolha de construções recentes para se evitar a perda de informações ou registros importantes à avaliação do edifício.

### 3.5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi a principal estratégia de pesquisa adotada e teve propósito exploratório de esclarecer conceitos e estruturar um método para a verificação do processo de projetos.

Como até o momento nenhum dos edifícios construídos na cidade de Curitiba teve como proposta conceitual a sustentabilidade desde a fase inicial de projeto, se utilizou para o estudo propostas que tenham alguma diretriz ambiental como premissa. Foram selecionados dois edifícios projetados pelo escritório MCA – Manoel Coelho Arquitetura e Design, em função da facilidade de acesso às informações e estratégias que nortearam o desenvolvimento dos projetos. São eles:

- Estudo de caso 1

Sede da RPC – Rede Paranaense de Comunicação.

- Estudo de caso 2

Pós-graduação e Extensão do UNICENP – Centro Universitário Positivo.

A intenção não foi formar uma amostra que fosse estatisticamente representativa, mas apresentar os resultados dos estudos de caso para possibilitar o início da discussão e abordagem do tema. Com o aumento gradual do número de edifícios avaliados, o armazenamento de dados do conjunto permitirá formar um quadro mais representativo e confiável de informações e impressões que auxiliem a revisar e adequar o desenvolvimento da ferramenta.

#### **4 PROPOSTA DE SISTEMA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS**

Existem vários argumentos em ambos os lados sobre qual o foco a dar para a avaliação dos edifícios, se a avaliação deve ser ambiental ou de sustentabilidade. O principal argumento para não se avaliar a sustentabilidade dos edifícios é a dificuldade em relacionar o progresso quanto a sustentabilidade do setor ou da nação com a escala do edifício, onde faria mais sentido se falar em avaliação ambiental (COLE, 2005).

Para Silva (2003), este é um argumento frágil, pois igualmente difícil é relacionar o desempenho ambiental do edifício ao progresso em relação à sustentabilidade ambiental. A pesquisadora considera que a avaliação do desempenho ambiental do edifício é uma parte de um problema mais complexo, pois a produção de edifícios tem desdobramentos sociais e econômicos importantes, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Sua proposta é que se avalie não só o desempenho ambiental do edifício, mas dentro do possível, se incorpore os aspectos sócio-econômicos que possam ser relacionados à escala da produção e uso do edifício.

É fundamental desenvolver um sistema de avaliação que atenda às prioridades e necessidades do contexto brasileiro, mas que também se adapte às suas limitações. O Brasil, que ainda inicia o debate dos assuntos relacionados à sustentabilidade, necessita passar por um processo de amadurecimento semelhante ao que passaram os países de onde os métodos existentes para a avaliação ambiental dos edifícios surgiram.

Assim, diante da dificuldade de implementação imediata de um sistema de avaliação de sustentabilidade, pretende-se em um primeiro momento, desenvolver um método de avaliação e classificação de desempenho dos edifícios com foco prioritário nos aspectos ambientais.

Os projetistas, pela sua responsabilidade na tomada de decisões, na escolha das estratégias de implantação e no partido adotado, tem uma influência muito grande na sustentabilidade do empreendimento. A melhor forma de se garantir níveis adequados de sustentabilidade ambiental ao edifício é a avaliação preliminar do seu desempenho durante a fase de desenvolvimento do projeto, avaliando os pontos deficientes e detectando as oportunidades para melhora.

Desta forma, a proposta é se desenvolver um sistema formatado como uma lista de verificação, possibilitando através de uma estrutura de avaliação simples a fácil compreensão, difusão e utilização pelos profissionais envolvidos no desenvolvimento dos projetos.

O objetivo principal é estabelecer uma estrutura de avaliação ambiental com a definição dos temas de desempenho a serem abordados e da seleção dos critérios que devem ser avaliados pelo sistema.

#### 4.1 ETAPA 1 – MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Foram selecionados cinco sistemas que fornecem indicadores de sustentabilidade para o setor da construção. Os sistemas avaliados foram: CRISP, CIRIA, ISO 21932, ISO 21931, ISO 21929. Através de uma escala de importância

relativa estabeleceu-se a forma de pontuação para os critérios a serem selecionados. O critério de corte foi a pontuação de peso 3, que foi considerada como item de importância igual a ser mantido na estrutura (tabela 10).

Tabela 10 – Escala de importância relativa.

| <b>Escala de importância relativa</b> |              |
|---------------------------------------|--------------|
| <b>MUITO IMPORTANTE</b>               | <b>5 pts</b> |
| <b>MAIS IMPORTANTE</b>                | <b>4 pts</b> |
| <b>IGUAL</b>                          | <b>3 pts</b> |
| <b>MENOS IMPORTANTE</b>               | <b>2 pts</b> |
| <b>MUITO MENOS IMPORTANTE</b>         | <b>1 pt</b>  |

Dos cinco sistemas avaliados quatro possuem estrutura similar, organizadas nas dimensões ambiental, social e econômica; somente a ISO 21931 possuía um enfoque somente direcionado aos aspectos ambientais (tabela 11).

Assim foram identificados os indicadores de sustentabilidade que são comuns à maioria dos grupos avaliados:

- ambientais
  - prevenção da poluição;
  - uso do solo e preservação da biodiversidade;
  - eficiência no uso dos recursos e materiais;
  - eficiência energética;
  - qualidade do ambiente interno;

- transporte

- sociais

- acessibilidade;
- respeito aos usuários;
- saúde e conforto;
- relacionamento local;
- carga na infra-estrutura.

- econômicos

- eficiência de desempenho;
- desenvolvimento econômico.



## 4.2 ETAPA 2 – MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE TEMAS DE DESEMPENHO AMBIENTAL

Foi feito um comparativo entre os sistemas internacionais de avaliação ambiental de edifícios previamente selecionados, BREEAM, LEED, GREENSTAR, GBTOOL E CASBEE, por se enquadrarem nos objetivos propostos à pesquisa. Através desse cruzamento se identificou um eixo comum para os temas de desempenho ambiental. Temas como uso do solo, água, energia, materiais e qualidade do ambiente interno estão presentes dentro da estrutura de todos os sistemas, ou ainda ficam sub-entendidos na estrutura de análise com outras terminologias (tabela 12). Questões como transporte e gerenciamento aparecem em três dos sistemas avaliados e poluição, inovação e qualidade do serviço se repetem duas vezes. Assim foram selecionados os seguintes temas de desempenho ambiental para compor a estrutura do sistema a ser proposto:

- uso do solo;
- água;
- energia;
- materiais;
- qualidade do ambiente interno;
- transporte;
- gerenciamento;
- poluição; e
- inovação.

Os itens poluição e inovação foram incluídos por se entender que a redução da poluição, emissões e o gerenciamento dos resíduos gerados são fundamentais para se alcançar índices de sustentabilidade ambiental no edifício; além do reconhecimento à inovação que incentiva a pesquisa e a descoberta de novas técnicas e estratégias em busca de um desenvolvimento mais sustentável. Optou-se por não incluir o item qualidade do serviço por não se tratar de um tema mais relacionado à questão social e econômica do que ambiental.

Tabela 12 – Comparação temas de desempenho.

| Temas de desempenho | BREEAM            | LEED                          | GREEN STAR                    | GBTOOL                        | CASBEE                                   |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
|                     | GERENCIAMENTO     | SUSTENTABILIDADE DO LOCAL     | GERENCIAMENTO                 | CONSUMO DE RECURSOS           | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO            |
|                     | SAÚDE E BEM-ESTAR | EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA     | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | CARGAS AMBIENTAIS             | QUALIDADE DO SERVIÇO                     |
|                     | ENERGIA           | ENERGIA E ATMOSFERA           | ENERGIA                       | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | QUALIDADE DO AMBIENTE EXTERNO            |
|                     | TRANSPORTE        | MATERIAIS E RECURSOS          | TRANSPORTE                    | QUALIDADE DO SERVIÇO          | CARGA AMBIENTAL EM ENERGIA               |
|                     | ÁGUA              | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | ÁGUA                          | ECONOMIA                      | CARGA AMBIENTAL NOS RECURSOS E MATERIAIS |
|                     | MATERIAIS         | INOVAÇÃO E PROJETO            | MATERIAIS                     | GERENCIAMENTO                 | CARGA AMBIENTAL NO AMBIENTE EXTERNO      |
|                     | USO DO SOLO       |                               | USO DO SOLO E ECOLOGIA        | TRANSPORTE                    |                                          |
|                     | POLUIÇÃO          |                               | EMISSIONES                    |                               |                                          |
|                     |                   |                               | INOVAÇÃO                      |                               |                                          |

 TEMA PRESENTE EM 5 SISTEMAS

 TEMA PRESENTE EM 3 SISTEMAS

 TEMA PRESENTE EM 2 SISTEMAS

 TEMA PRESENTE EM 1 SISTEMA

### 4.3 ETAPA 3 – MATRIZ DE COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Foi desenvolvida uma matriz de comparação para cada um dos temas macro de desempenho ambiental selecionados na etapa anterior (tabelas 14 a 22). Para seleção foram escolhidos os temas de desempenho que apareciam em pelo menos três dos cinco sistemas avaliados, por se acreditar que assim pode se identificar um eixo comum de avaliação. Assim foram desenvolvidas matrizes específicas para uso do solo, água, energia, materiais, qualidade do ambiente interno, transporte, e gerenciamento. Mesmo só aparecendo explicitamente duas vezes, o tema poluição foi selecionado, pois seus critérios integram indiretamente todos os sistemas de avaliação ambiental escolhidos para a pesquisa. O tema inovação também integra a estrutura de avaliação, pois é fundamental estabelecer um crédito de incentivo à pesquisa de novas tecnologias e estratégias que proporcionem a melhoria contínua dos índices de desempenho ambiental dos edifícios. Os itens qualidade do serviço e economia não foram selecionados por não aparecerem na maioria dos métodos avaliados.

Para cada tema foram montadas matrizes de comparação dos itens avaliados em todos os cinco sistemas de avaliação utilizados. A intenção desse estudo foi selecionar critérios de consenso para formarem a base do sistema de avaliação a ser desenvolvido.

Através de uma escala de importância relativa estabeleceu-se a forma de pontuação para os critérios a serem selecionados (Tabela 13). O critério de corte foi a pontuação de peso 3, que foi considerada como item de importância igual a ser mantido na estrutura.

Tabela 13 – Escala de importância relativa.

| <b>Escala de importância relativa</b> |              |
|---------------------------------------|--------------|
| <b>MUITO IMPORTANTE</b>               | <b>5 pts</b> |
| <b>MAIS IMPORTANTE</b>                | <b>4 pts</b> |
| <b>IGUAL</b>                          | <b>3 pts</b> |
| <b>MENOS IMPORTANTE</b>               | <b>2 pts</b> |
| <b>MUITO MENOS IMPORTANTE</b>         | <b>1 pt</b>  |

Assim em função da pontuação total de cada item avaliado foram identificados quais os critérios que estabelecem um eixo comum entre os sistemas de avaliação. Estes critérios melhor pontuados foram selecionados para compor a estrutura final do novo sistema proposto.



Tabela 15 – Matriz comparativa critérios de avaliação – tema água.

[illegible]



Tabela 17 – Matriz comparativa critérios de avaliação – tema materiais.

|     | MATERIAIS                                                                        | Especificar a maioria dos elementos construtivos segundo classificação normativa | Acabamentos de piso são especificados pelos futuros ocupantes | Reaproveitamento de materiais para reuso nas fachadas | Reaproveitamento da estrutura existente no volume da estrutura final | Uso de agregados alternativos ou reciclados na construção | Uso de materiais com certificação de origem | Espaço para armazenagem de materiais reciclados | Separação e armazenamento de reciclados | Manutenção de elementos construtivos estruturais para reuso na edificação | Manutenção de elementos construtivos não estruturais para reuso na edificação | Gerenciamento de resíduos na construção | Uso de materiais reconicionados ou reaproveitados | Uso de materiais com conteúdo de reciclagem | Uso de materiais extraídos/processados/manufaturados regionalmente | Uso de materiais de rápida renovação | Uso de madeira certificada | Armazenamento de lixo reciclável | Reuso de elementos de fachada | Reuso da estrutura | Reuso de revestimentos e acabamentos | Uso de concreto com conteúdo reciclado | Uso de metal com conteúdo reciclado | Minimização do uso de PVC | Uso de madeira de reaproveitamento ou certificada | Reuso de estruturas existentes no local | Reuso ou reciclagem de estruturas metálicas | Reuso de materiais construtivos | Uso de materiais recuperados ou de demolição | Uso de materiais de conteúdo reciclado | Uso de madeira certificada | Uso de materiais reciclados | Uso de madeira de manejo sustentável | Uso de materiais com baixo risco à saúde | Reuso de estruturas existentes | Reuso de componentes e materiais | Uso de CFC e halogênio em materiais retardantes de fogo/isolamentos/refrigerantes | SUB-TOTAL |   |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|----|
| 1   | BREEAM                                                                           |                                                                                  |                                                               |                                                       |                                                                      |                                                           |                                             |                                                 |                                         |                                                                           |                                                                               |                                         |                                                   |                                             |                                                                    |                                      |                            |                                  |                               |                    |                                      |                                        |                                     |                           |                                                   |                                         |                                             |                                 |                                              |                                        |                            |                             |                                      |                                          |                                |                                  |                                                                                   |           |   |    |
| 1.1 | Especificar a maioria dos elementos construtivos segundo classificação normativa | 1                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 0 | 1  |
| 1.2 | Acabamentos de piso são especificados pelos futuros ocupantes                    | 0                                                                                | 1                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 0 | 1  |
| 1.3 | Reaproveitamento de materiais para reuso nas fachadas                            | 0                                                                                | 0                                                             | 1                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 1                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 0 | 2  |
| 1.4 | Reaproveitamento da estrutura existente no volume da estrutura final             | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 1                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 1                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 1                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 1                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 1                                                                                 | 0         | 0 | 5  |
| 1.5 | Uso de agregados alternativos ou reciclados na construção                        | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 1                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 1                                                                             | 0                                       | 1                                                 | 1                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 0                  | 1                                    | 1                                      | 1                                   | 1                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 1                               | 1                                            | 1                                      | 1                          | 0                           | 0                                    | 1                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 1         | 0 | 13 |
| 1.6 | Uso de materiais com certificação de origem                                      | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 1                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 1 |    |
| 1.7 | Espaço para armazenagem de materiais reciclados                                  | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 1                                               | 1                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 1                                | 0                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 3 |    |
|     | TOTAL                                                                            |                                                                                  |                                                               |                                                       |                                                                      |                                                           |                                             |                                                 |                                         |                                                                           |                                                                               |                                         |                                                   |                                             |                                                                    |                                      |                            |                                  |                               |                    |                                      |                                        |                                     |                           |                                                   |                                         |                                             |                                 |                                              |                                        |                            |                             |                                      |                                          |                                |                                  |                                                                                   |           |   | 26 |
| 2   | LEED                                                                             |                                                                                  |                                                               |                                                       |                                                                      |                                                           |                                             |                                                 |                                         |                                                                           |                                                                               |                                         |                                                   |                                             |                                                                    |                                      |                            |                                  |                               |                    |                                      |                                        |                                     |                           |                                                   |                                         |                                             |                                 |                                              |                                        |                            |                             |                                      |                                          |                                |                                  |                                                                                   |           |   |    |
| 2.1 | Separação e armazenamento de reciclados                                          | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 1                                               | 1                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 1                                | 0                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 0 | 3  |
| 2.2 | Manutenção de elementos construtivos estruturais para reuso na edificação        | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 1                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 1                                                                         | 0                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 1                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 1                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 1                                | 0                                                                                 | 0         | 5 |    |
| 2.3 | Manutenção de elementos construtivos não estruturais para reuso na edificação    | 0                                                                                | 0                                                             | 1                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 1                                                                             | 0                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 1                             | 0                  | 1                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 1                               | 1                                            | 1                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 1         | 0 | 8  |
| 2.4 | Gerenciamento de resíduos na construção                                          | 0                                                                                | 0                                                             | 0                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 1                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 0                                | 0                             | 0                  | 0                                    | 0                                      | 0                                   | 0                         | 0                                                 | 0                                       | 0                                           | 0                               | 0                                            | 0                                      | 0                          | 0                           | 0                                    | 0                                        | 0                              | 0                                | 0                                                                                 | 0         | 1 |    |
| 2.5 | Uso de materiais reconicionados ou reaproveitados                                | 0                                                                                | 0                                                             | 1                                                     | 0                                                                    | 0                                                         | 0                                           | 0                                               | 0                                       | 0                                                                         | 0                                                                             | 1                                       | 0                                                 | 0                                           | 0                                                                  | 0                                    | 0                          | 1                                | 0                             |                    |                                      |                                        |                                     |                           |                                                   |                                         |                                             |                                 |                                              |                                        |                            |                             |                                      |                                          |                                |                                  |                                                                                   |           |   |    |



Tabela 19 – Matriz comparativa critérios de avaliação – tema gerenciamento.

| GERENCIAMENTO |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Profissional responsável por monitorar e garantir o comissionamento | Comissionamento independente e certificação por boa prática ou melhoria dos padrões | Monitorar e relatar melhorias - emissões/energia/água/resíduos/reciclagem/transporte | Manual de operação e desempenho ambiental do edifício para ocupantes e gerentes |   | Profissional credenciado ao sistema envolvido desde a fase inicial do projeto | Comissionamento requerido em contrato - informação/documentação | Comissionamento de ajuste do edifício pós-ocupação | Comissionamento por agente independente | Guia do usuário com informações relevantes aos ocupantes | Adotar sistema de gestão ambiental e estabelecer diretrizes durante a construção | Adotar sistema de gestão de resíduos da construção |   | Planejamento do processo de construção | Ajuste de desempenho - apontamentos do agente de comissionamento/nivelamento | Plano de operações - revisão do projeto/treinamento/incentivo de desempenho |   | SUB-TOTAL |    |   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|-----------|----|---|
| 1             | BREEAM                                                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
| 1.1           | Profissional responsável por monitorar e garantir o comissionamento                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 1                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 1                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 | 0                                      | 0                                                                            | 0                                                                           | 1 | 0         |    | 3 |
| 1.2           | Comissionamento independente e certificação por boa prática ou melhoria dos padrões |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 1                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 1                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 0 |           | 2  |   |
| 1.3           | Monitorar e relatar melhorias-emissões/energia/água/resíduos/reciclagem/transporte  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 1                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 1                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 1                                                                           | 1 |           | 4  |   |
| 1.4           | Manual de operação e desempenho ambiental do edifício para ocupantes e gerentes     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 1 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 1                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 1 |           | 3  |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | TOTAL                                                                               |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           | 12 |   |
| 2             | LEED                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | TOTAL                                                                               |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           | 0  |   |
| 3             | GREENSTAR                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
| 3.1           | Profissional credenciado ao sistema envolvido desde a fase inicial do projeto       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 1                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 1                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 | 0                                      | 0                                                                            | 1                                                                           | 0 |           | 3  |   |
| 3.2           | Comissionamento requerido em contrato - informação/documentação                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 1                                                  | 0                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 0 |           | 1  |   |
| 3.3           | Comissionamento de ajuste do edifício pós-ocupação                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 1                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 1                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 1                                                                           | 0 |           | 3  |   |
| 3.4           | Comissionamento por agente independente                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 1                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 1                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 0 |           | 2  |   |
| 3.5           | Guia do usuário com informações relevantes aos ocupantes                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 1 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 1                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 1 |           | 3  |   |
| 3.6           | Adotar sistema de gestão ambiental e estabelecer diretrizes durante a construção    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 1                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 0 |           | 1  |   |
| 3.7           | Adotar sistema de gestão de resíduos da construção                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 1 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 0 |           | 1  |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | TOTAL                                                                               |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           | 14 |   |
| 4             | GBTOOL                                                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
| 4.1           | Planejamento do processo de construção                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 1                                                                            | 0                                                                           | 0 |           | 1  |   |
| 4.2           | Ajuste de desempenho - apontamentos do agente de comissionamento/nivelamento        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 1                                                                               | 0 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 1                                       | 0                                                        | 0                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 1                                                                           | 1 |           | 4  |   |
| 4.3           | Plano de operações - revisão do projeto/treinamento/incentivo de desempenho         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | 0                                                                                   | 0                                                                                    | 0                                                                               | 1 |                                                                               | 0                                                               | 0                                                  | 0                                       | 0                                                        | 1                                                                                | 0                                                  | 0 |                                        | 0                                                                            | 0                                                                           | 1 |           | 3  |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | TOTAL                                                                               |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           | 8  |   |
| 5             | CASBEE                                                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | TOTAL                                                                               |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           | 0  |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           |    |   |
|               |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                     | TOTAL GERAL                                                                         |                                                                                      |                                                                                 |   |                                                                               |                                                                 |                                                    |                                         |                                                          |                                                                                  |                                                    |   |                                        |                                                                              |                                                                             |   |           | 34 |   |

Tabela 20 – Matriz comparativa critérios de avaliação – tema transporte.

| TRANSPORTE |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Acessibilidade à rede de transporte público | Emissões de CO2 em função do tipo de veículo e localidade | Espaço para bicicletas e vestiários | Desenvolvimento de plano de transporte para todos os usuários |  | Alternativa de transporte - acesso ao transporte público | Alternativa de transporte - espaço para bicicletas e vestiários | Alternativa de transporte - baixa emissão e veículos de combustíveis eficientes | Alternativa de transporte - capacidade mínima de estacionamento |  | Redução da capacidade de estacionamento | Priorizar estacionamento para pequenos veículos e de combustíveis eficientes | Facilitar o uso de bicicleta | Proximidade ao transporte público |  | Emissões de gases (em desenvolvimento) |  | Esforço em reduzir o uso de automóveis | Alternativa de transporte - espaço para bicicletas e vestiários | Previsão de número adequado de vagas de estacionamento |  | SUB-TOTAL |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------------|--|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--|-----------|
| 1          | BREEAM                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 1.1        | Acessibilidade à rede de transporte público                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 1.2        | Emissões de CO2 em função do tipo de veículo e localidade                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 1.3        | Espaço para bicicletas e vestiários                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 1.4        | Desenvolvimento de plano de transporte para todos os usuários                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | TOTAL                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 2          | LEED                                                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 2.1        | Alternativa de transporte - acesso ao transporte público                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 2.2        | Alternativa de transporte - espaço para bicicletas e vestiários                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 2.3        | Alternativa de transporte - baixa emissão e veículos de combustíveis eficientes |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 2.4        | Alternativa de transporte - capacidade mínima de estacionamento                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | TOTAL                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 3          | GREENSTAR                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 3.1        | Redução da capacidade de estacionamento                                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 3.2        | Priorizar estacionamento para pequenos veículos e de combustíveis eficientes    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 3.3        | Facilitar o uso de bicicleta                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 3.4        | Proximidade ao transporte público                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | TOTAL                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 4          | GBTOOL                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 4.1        | Emissões de gases (em desenvolvimento)                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | TOTAL                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 5          | CASBEE                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 5.1        | Esforço em reduzir o uso de automóveis                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 5.2        | Alternativa de transporte - espaço para bicicletas e vestiários                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
| 5.3        | Previsão de número adequado de vagas de estacionamento                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | TOTAL                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            |                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | TOTAL GERAL                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |
|            | 4                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |                                                           |                                     |                                                               |  |                                                          |                                                                 |                                                                                 |                                                                 |  |                                         |                                                                              |                              |                                   |  |                                        |  |                                        |                                                                 |                                                        |  |           |

Tabela 21 – Matriz comparativa critérios de avaliação – tema poluição.

[illegible]

Tabela 22 – Matriz comparativa critérios de avaliação – tema inovação.

| INOVAÇÃO |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  | Inovações de projeto que demonstrem desempenho acima dos índices requeridos |   |   |  |  |   | Iniciativas com o uso de tecnologias e estratégias inovadoras |   | Exceder os índices de desempenho padrão |  | Iniciativas de projeto com benefícios ambientais |             |  |   | SUB-TOTAL |  |  |   |   |  |  |  |  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|---|---------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------|--|--------------------------------------------------|-------------|--|---|-----------|--|--|---|---|--|--|--|--|
| 1        | BREEAM                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  | TOTAL       |  | 0 |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
| 2        | LEED                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
| 2.1      | Inovações de projeto que demonstrem desempenho acima dos índices requeridos |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             | 1 | 0 |  |  | 0 | 1                                                             | 0 |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   | 2 |  |  |  |  |
| 2.2      | Credenciamento dos profissionais envolvidos                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             | 0 | 1 |  |  | 0 | 0                                                             | 0 | 0                                       |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   | 1 |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  | TOTAL       |  | 3 |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
| 3        | GREENSTAR                                                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
| 3.1      | Iniciativas com o uso de tecnologias e estratégias inovadoras               |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             | 0 | 0 |  |  | 1 | 0                                                             | 0 |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   | 1 |  |  |  |  |
| 3.2      | Exceder os índices de desempenho padrão                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             | 1 | 0 |  |  | 0 | 1                                                             | 0 |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  | 2 |   |  |  |  |  |
| 3.3      | Iniciativas de projeto com benefícios ambientais                            |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             | 0 | 0 |  |  | 0 | 0                                                             | 1 |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  | 1 |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  | TOTAL       |  | 4 |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
| 4        | GBTOOL                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  | TOTAL       |  | 0 |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
| 5        | CASBEE                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  | TOTAL       |  | 0 |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  |             |  |   |           |  |  |   |   |  |  |  |  |
|          |                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |   |   |  |  |   |                                                               |   |                                         |  |                                                  | TOTAL GERAL |  | 7 |           |  |  |   |   |  |  |  |  |

#### 4.4 ESTRUTURA FINAL DA PROPOSTA DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Após o cruzamento dos dados através das nove matrizes de comparação dos critérios de avaliação – local, água, energia, materiais, qualidade do ambiente interno, gerenciamento, transporte, poluição e inovação; foi possível identificar alguns critérios de consenso para cada tema macro de desempenho. Esses critérios de consenso foram selecionados para integrar a estrutura final de avaliação a ser proposta.

O sistema de avaliação foi estruturado como uma lista de verificação para cada um dos temas macro de desempenho. Para cada tema existe um número de critérios a serem avaliados. Os critérios avaliados possuem objetivos que devem ser encorajados e requisitos a serem cumpridos, aos quais são atribuídos créditos se alcançadas as metas de desempenho estipuladas. Estes créditos são somados para resultar uma pontuação final que sugere uma classificação geral de desempenho ambiental do edifício.

Pela falta de um critério de ponderação ajustado à realidade brasileira, os critérios de avaliação receberam uma mesma pontuação de partida. Mesmo assim, os pesos para cada tema de desempenho se aproximam muito da relação existente entre as categorias dentro dos outros sistemas utilizados na pesquisa.

A porcentagem de pontos necessários para definir qual a classificação final de desempenho do edifício também segue o padrão comum existente entre os sistemas de avaliação.

A continuidade da pesquisa e a evolução dos estudos de caso possibilitará a coleta de dados para que se possa lançar uma ponderação mais equilibrada sobre os critérios avaliados.

Conforme apresentado em seguida, a lista de verificação do sistema de avaliação ambiental de edifícios proposto é composta por uma ficha técnica com dados do empreendimento, nove tabelas temáticas de desempenho e uma tabela de pontuação e classificação final (tabelas 23 a 33).

Tabela 23 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Ficha Técnica.

| FICHA TÉCNICA |                                                                               |  |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1             | Nome do edifício                                                              |  |
| 2             | Endereço do edifício                                                          |  |
| 3             | Cidade / Estado                                                               |  |
| 4             | Cliente                                                                       |  |
| 5             | Responsável                                                                   |  |
| 6             | Profissional de Comissionamento                                               |  |
| 7             | Construtor                                                                    |  |
| 8             | Projeto arquitetura                                                           |  |
| 9             | Projeto estrutural                                                            |  |
| 10            | Projeto hidráulico                                                            |  |
| 11            | Projeto elétrico                                                              |  |
| 12            | Projeto ar-condicionado                                                       |  |
| 13            | Projeto paisagístico                                                          |  |
| 14            | Consultorias complementares                                                   |  |
| 16            | Área Construída                                                               |  |
| 17            | Número de Pavimentos                                                          |  |
| 18            | Utilização                                                                    |  |
| 19            | Descrição do edifício<br>(orientação, forma, estrutura, fachadas)             |  |
| 20            | Descrição dos serviços<br>(ventilação, refrigeração, aquecimento, iluminação) |  |
| 21            | Data                                                                          |  |
| 22            | Fase do projeto                                                               |  |

Tabela 24 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Local.

| LOCAL |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        | NOME EDIFÍCIO |         |
|-------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF   | TÍTULO                                    | OBJETIVO                                                                                                                                     | REQUISITO                                                                                                                                                                                                              | CRÉDITOS      | PROJETO |
| L1    | Seleção do local                          | Evitar o desenvolvimento de locais inapropriados e reduzir o impacto ambiental da implantação do edifício no local.                          | Dar preferência à locais que não incluam áreas sensíveis ou de uso restrito. Implantar o edifício de forma sustentável buscando a melhor orientação em relação ao sol e vento. Atender aos parâmetros legais vigentes. | 1             | 0       |
| L2    | Reuso de áreas anteriormente ocupadas     | Encorajar e reconhecer o reuso de terras que tenham sido previamente desenvolvidas.                                                          | Conceder o crédito onde evidências comprovem que o local tenha sido previamente construído. No mínimo 50% da área deve ter sido anteriormente ocupada.                                                                 | 1             | 0       |
| L3    | Recuperação de áreas degradadas           | Encorajar e reconhecer ações positivas para reabilitação de áreas degradadas ou contaminadas.                                                | Conceder crédito onde fique demonstrado que o local considerado contaminado foi adequadamente remediado, descontaminado e transformado em local seguro para a construção.                                              | 1             | 0       |
| L4    | Preservação e melhoria do valor ecológico | Conservar o valor ecológico existente em áreas naturais e restaurar áreas danificadas preservando os habitats e promovendo a biodiversidade. | Conceder crédito onde se demonstre que o valor ecológico foi preservado ou melhorado. Restaurar ou proteger no mínimo 50% da área com vegetação nativa ou atender os parâmetros legais e ambientais vigentes.          | 1             | 0       |
| TOTAL |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        | 4             | 0       |

Tabela 25 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Água.

| ÁGUA  |                                                     |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            | NOME EDIFÍCIO |         |
|-------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF   | TÍTULO                                              | OBJETIVO                                                                                                                                                         | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                  | CRÉDITOS      | PROJETO |
| A1    | Redução do consumo de água                          | Maximizar a eficiência do uso da água encorajando e reconhecendo sistemas que tenham potencial de reduzir o consumo de água potável pelos ocupantes do edifício. | Especificar sistemas e equipamentos eficientes, torneiras, lavatórios, chuveiros, vasos sanitários, mictórios, sistemas de ar e incêndio. Conceder 1 ponto para redução de consumo de água potável de 20% ou 2 pontos para redução de 30%. | 2             | 0       |
| A2    | Monitoramento e gerenciamento do consumo de água    | Encorajar e reconhecer a utilização de sistemas que monitorem e gerenciem o consumo de água.                                                                     | Conceder um ponto onde se demonstre que foram instaladas medições individualizadas na maioria das áreas que utilizam água no edifício. Mais um ponto é concedido se a medição estiver interligada a um sistema de detecção de vazamentos.  | 2             | 0       |
| A3    | Utilização de águas pluviais                        | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável.                                                                     | Conceder crédito onde se demonstre que as águas pluviais são recolhidas e reutilizadas segundo parâmetros legais vigentes. (Lei Ordinária 10785/2003 e Decreto Municipal 293/2006)                                                         | 1             | 0       |
| A4    | Utilização de águas cinzas                          | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável.                                                                     | Conceder crédito onde se demonstre que as águas servidas de lavatórios e chuveiros são recicladas para reuso segundo parâmetros legais vigentes. (Lei Ordinária 10785/2003 e Decreto Municipal 293/2006)                                   | 1             | 0       |
| A5    | Redução do consumo de água potável para a irrigação | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável para a irrigação do paisagismo.                                      | O crédito é concedido onde se demonstre que no mínimo 90% da água utilizada para a irrigação é fornecida através do recolhimento de água pluvial ou de água reciclada.                                                                     | 1             | 0       |
| TOTAL |                                                     |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            | 7             | 0       |

Tabela 26 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Energia.

| ENERGIA |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          | NOME EDIFÍCIO |         |
|---------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF     | TÍTULO                                  | OBJETIVO                                                                                                                                                             | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                | CRÉDITOS      | PROJETO |
| E1      | Eficiência energética                   | Melhoria nos níveis de desempenho energético acima dos padrões pré-estabelecidos para reduzir o impacto ambiental e econômico associado ao uso excessivo de energia. | Demonstrar a porcentagem de melhora do desempenho energético segundo a norma PROCEL EDIFICA. Atribuir 1 ponto para redução no consumo de 10%, 2 pts para 15%, 3 pts para 20%, 4 pts para 25% e 5 pts para 30% ou mais.   | 5             | 0       |
| E2      | Sub-medições para monitorar os serviços | Encorajar e reconhecer o uso de sub-medições para facilitar o monitoramento da energia consumida pelos serviços do edifício.                                         | Conceder 1 ponto onde se demonstre que foram instaladas sub-medições para os diferentes serviços que possuam cargas significativas, como iluminação, ar-condicionado, elevadores e outros.                               | 1             | 0       |
| E3      | Sub-medições para monitorar os usuários | Encorajar e reconhecer o uso de sub-medições para facilitar o monitoramento da energia consumida pelos diferentes usuários ou locatários.                            | Conceder 1 ponto onde se demonstre que foram instaladas sub-medições para cada área de utilização ou usuário.                                                                                                            | 1             | 0       |
| E4      | Uso de energia renovável                | Encorajar o desenvolvimento e uso de tecnologias de energia renovável e não poluente.                                                                                | Conceder crédito onde se demonstre que pelo menos 35% da eletricidade utilizada no edifício é proveniente de fontes renováveis como energia solar, eólica, geotérmica, biomassa ou de baixo impacto nas fontes hídricas. | 1             | 0       |
| TOTAL   |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          | 8             | 0       |

Tabela 27 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios – Materiais.

| MATERIAIS |                                                 |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              | NOME EDIFÍCIO |         |
|-----------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF       | TÍTULO                                          | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                             | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                    | CRÉDITOS      | PROJETO |
| M1        | Separação e armazenamento de reciclados         | Incluir espaço para armazenamento que facilite a reciclagem de resíduos gerados pelos ocupantes do edifício e que seriam depositados em aterros.                                                                     | Demonstrar que foi reservada uma área adequada para separação, coleta e reciclagem de materiais, com fácil acesso a todos os ocupantes do edifício e para o recolhimento final. Separar papel, vidro, plástico, metal e materiais orgânicos. | 1             | 0       |
| M2        | Reuso de estruturas existentes                  | Encorajar e reconhecer o reuso de estruturas existentes para reduzir o consumo de novos materiais.                                                                                                                   | Demonstrar que o projeto permite o reuso de proporção significativa da estrutura existente. Conceder 1 ponto para reuso de 30% da estrutura existente, 2 pontos para 50% e 3 pontos para 75% ou mais.                                        | 3             | 0       |
| M3        | Reuso de materiais construtivos existentes      | Extender o ciclo de vida dos materiais existentes no edifício, conservando recursos e reduzindo os resíduos e os impactos ambientais gerados por novas construções em relação à produção e transporte dos materiais. | Demonstrar que o projeto permite reuso de materiais existentes, paredes, pisos, coberturas, forros e revestimentos. Conceder 1 ponto para reuso de 30% dos materiais, 2 pontos para 50% e 3 pontos para 75% ou mais.                         | 3             | 0       |
| M4        | Uso de materiais reconicionados ou reutilizados | Reuso de materiais e produtos construtivos para reduzindo a demanda de matérias primas, a produção de resíduos e os impactos associados a extração e processamento dos recursos.                                     | Utilizar materiais recuperados, reconicionados e reutilizados que constituam ao menos 5% do valor total dos materiais no projeto.                                                                                                            | 1             | 0       |
| M5        | Uso de materiais reciclados                     | Aumentar a demanda por produtos que incorporem materiais de conteúdo reciclado, reduzindo os impactos resultantes da extração e processamento de matérias primas.                                                    | Conceder crédito onde se demonstre o uso de materiais de conteúdo reciclado que constituam ao menos 10% do valor total de peso dos materiais utilizados na construção.                                                                       | 1             | 0       |
| M6        | Uso de madeira certificada                      | Encorajar e reconhecer a especificação de produtos de madeira reutilizada ou madeira certificada através de práticas de gerenciamento ambientalmente responsável das florestas.                                      | Utilizar no mínimo 50% de madeira ou subprodutos reutilizados ou certificados segundo o selo FSC - Forest Stewardship Council's.                                                                                                             | 1             | 0       |
| TOTAL     |                                                 |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              | 10            | 0       |

Tabela 28 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios – Qualidade do ambiente interno.

| QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             | NOME EDIFÍCIO |         |
|-------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF                           | TÍTULO                                      | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                                            | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                   | CRÉDITOS      | PROJETO |
| QA1                           | Aproveitamento da luz natural               | Encorajar e reconhecer projetos que propiciem bons níveis de iluminação natural aos seus usuários, melhorando a satisfação dos ocupantes, a sua produtividade e reduzindo o consumo elétrico pela necessidade de complementação com luz artificial. | Demonstrar que uma porcentagem mínima de luz natural atinge a maior parte das áreas ocupadas regularmente. Conceder 1 ponto quando se atingir 30% da área ocupada, 2 pts para 60% e 3 pts para 90%. Segundo norma ABNT - projeto 02:135.02. | 3             | 0       |
| QA2                           | Controle de irradiação da luz natural       | Encorajar e reconhecer projetos que reduzam o desconforto ocasionado pela irradiação e ofuscamento da incidência direta de luz natural.                                                                                                             | Demonstrar que o efeito de ofuscamento é reduzido pela configuração dos elementos de sombreamento da fachada. Controle pelos ocupantes de persianas e brises que permitam regular a incidência direta da luz solar.                         | 1             | 0       |
| QA3                           | Eficiência na iluminação artificial         | Encorajar e reconhecer projetos que propiciem valores de iluminação adequados aos usuários, evitando níveis insuficientes ou excessivos que possam causar esforço e fadiga visual ou determinar consumos elevados de energia.                       | Conceder crédito para os projetos que demonstrem o atendimento dos níveis de iluminação segundo a norma NBR 5413.                                                                                                                           | 1             | 0       |
| QA4                           | Garantia da qualidade do ar interno         | Estabelecer índices de desempenho mínimo para a qualidade do ar interno no edifício contribuindo para o conforto e bem-estar dos ocupantes e reduzindo o impacto no consumo de energia.                                                             | Conceder 1 ponto onde forem atendidos os requisitos mínimos de qualidade do ar dados pela normas NBR 6401 ou ANVISA RE 176/2000. Para ambientes com ventilação natural garantir condições adequadas de qualidade do ar.                     | 1             | 0       |
| QA5                           | Eficiência da ventilação nas áreas ocupadas | Encorajar e reconhecer estratégias que melhorem a taxa de entrada de ar externo para promover a saúde do ambiente interno e melhorar o conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes.                                                           | Garantir taxas adequadas de ventilação de forma mecânica ou natural. Quando a área for ventilada mecanicamente seguir a norma NBR 6401 e se for ventilada naturalmente demonstrar as estratégias para a troca efetiva de ar nos ambientes.  | 1             | 0       |
| QA6                           | Garantia dos níveis de conforto térmico     | Promover o conforto térmico do ambiente interno para suporte da produtividade e bem-estar dos ocupantes.                                                                                                                                            | Conceder 1 pto onde se demonstre que foram feitas avaliações do conforto térmico durante o projeto para escolha das melhores opções. Atender as condições de conforto térmico para ocupação humana segundo norma NBR 6401.                  | 1             | 0       |
| QA7                           | Controle de temperatura setorizado          | Promover alto nível de controle individual dos sistemas de conforto térmico pelos ocupantes ou por setores que abriguem grupos específicos para promover a produtividade, conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício.                           | Conceder 1 pto onde se demonstre que foi garantido o controle individual para no mínimo 50% das áreas permitindo ajustes segundo necessidades e preferências dos ocupantes.                                                                 | 1             | 0       |
| QA8                           | Controle de ruídos externos                 | Encorajar e reconhecer edifícios que sejam projetados para manter o controle dos níveis de ruídos externos e de equipamentos.                                                                                                                       | Conceder 1 pto onde se demonstre a preocupação com atenuação dos ruídos externos através do isolamento acústico de paredes, janelas e pisos e equipamentos. Atender norma NBR 10151.                                                        | 1             | 0       |
| QA9                           | Controle de ruídos internos                 | Encorajar e reconhecer edifícios que sejam projetados para manter os ruídos internos dentro de níveis apropriados.                                                                                                                                  | Conceder 1 pto onde se demonstre que em 95% do edifício o projeto alcança níveis de ruído interno de no máximo 45 dB. Segundo norma ABNT projeto 02:135.01.                                                                                 | 1             | 0       |
| TOTAL                         |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             | 11            | 0       |

Tabela 29 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Transporte.

| TRANSPORTE |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           | NOME EDIFÍCIO |         |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF        | TÍTULO                              | OBJETIVO                                                                                                                                                                               | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                 | CREDITOS      | PROJETO |
| T1         | Acesso ao transporte público        | Encorajar e reconhecer o desenvolvimento de empreendimentos com proximidade e boa acessibilidade à rede de transporte público. Reduzindo a poluição e impactos pelo uso de automóveis. | Desenvolver o projeto dentro de no máximo 500m de distância de uma rede existente de transporte público - ônibus, trem, bonde ou metrô.                                                                                                   | 1             | 0       |
| T2         | Espaço para bicicletas e vestiários | Encorajar e reconhecer projetos que promovam o uso de bicicletas para seus ocupantes e visitantes garantindo que espaços adequados e facilidades sejam previstos.                      | Conceder 1 ponto quando se demonstre que existe racks ou espaço suficiente e seguro para guarda de bicicletas para atender 5% ou mais de todos os usuários do edifício e esteja previsto área de vestiários para banho e troca de roupas. | 1             | 0       |
| T3         | Área adequada de estacionamento     | Encorajar e reconhecer projetos que prevejam área adequada de vagas de estacionamento para não sobrecarregar a infra-estrutura local.                                                  | Conceder crédito para os projetos que demonstrem que a capacidade de vagas para estacionamento atende o número solicitado pela legislação local.                                                                                          | 1             | 0       |
| TOTAL      |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           | 3             | 0       |

Tabela 30 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Poluição.

| POLUIÇÃO |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   | NOME EDIFÍCIO |         |
|----------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF      | TÍTULO                                  | OBJETIVO                                                                                                                                                                                           | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                         | CREDITOS      | PROJETO |
| P1       | Gerenciamento de resíduos da construção | Separar os escombros de construção e demolição do destino final em aterros e incineradores. Redirecionar os materiais recuperados para reciclagem e materiais reutilizáveis para locais adequados. | Conceder crédito onde se demonstre que foram reciclados ou recuperados no mínimo 25% dos materiais de escombros. (Lei Municipal 11.682/2006)                                                                                                      | 1             | 0       |
| P2       | Separação de resíduos sólidos           | Separar adequadamente os resíduos sólidos gerados pelos ocupantes do edifício possibilitando a recuperação e reciclagem de materiais.                                                              | Conceder crédito onde fique demonstrado que existem espaços adequados para separação e depósito de resíduos sólidos e orgânicos. (Lei Federal 11.445/2007)                                                                                        | 1             | 0       |
| P3       | Redução da poluição do ar               | Controlar e eliminar as fontes de poluição do ar no ambiente interno minimizando a exposição dos ocupantes do edifício à particulados e poluentes químicos.                                        | Conceder crédito quando se incorpore um sistema de monitoramento da qualidade do ar com o controle de poluentes, fibras minerais, emissões de VOC's e doenças respiratórias.                                                                      | 1             | 0       |
| P4       | Redução no uso de gases refrigerantes   | Encorajar e reconhecer sistemas que reduzam o uso de gases refrigerantes com potencial de aquecimento global.                                                                                      | Conceder 1 ponto onde se demonstre que todos os gases refrigerantes tem potencial de aquecimento global (GWP) menor que 5 ou que não existem gases refrigerantes especificados com potencial de aquecimento global.                               | 1             | 0       |
| P5       | Drenagem das águas pluviais             | Encorajar medidas que promovam o controle e adequado escoamento das águas pluviais evitando sérios impactos no ecossistema local e sobre-carga nos serviços de infra-estrutura pública.            | Conceder crédito onde se garanta o recolhimento das águas pluviais em reservatórios de retenção ou que são respeitadas as taxas de permeabilidade do solo adequados às normas reguladoras. (Lei Federal 11.445/2007 e Decreto Municipal 791/2003) | 1             | 0       |
| P6       | Redução dos resíduos líquidos           | Reduzir a geração de resíduos líquidos e a demanda de água potável.                                                                                                                                | Conceder crédito pela redução do uso de água potável no transporte de esgoto do edifício através do uso de equipamentos economizadores de água e pela reutilização de águas cinzas e águas pluviais. (Lei Federal 11.445/2007)                    | 1             | 0       |
| TOTAL    |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   | 6             | 0       |

Tabela 31 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Gerenciamento.

| GERENCIAMENTO |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       | NOME EDIFÍCIO |         |
|---------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF           | TÍTULO                                        | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                         | REQUISITO                                                                                                                                                                                             | CRÉDITOS      | PROJETO |
| G1            | Profissional responsável pelo comissionamento | Encorajar e reconhecer a adoção dos princípios de sustentabilidade ambiental desde os estágios iniciais de projeto.                                                                                                              | Conceder crédito onde se demonstre que um profissional integrante da equipe de projetos é responsável pelo comissionamento, orientando o processo e garantindo o cumprimento das regulamentações.     | 1             | 0       |
| G2            | Ajuste de desempenho                          | Encorajar e reconhecer a melhoria da eficiência energética e conforto dentro do edifício em todas as estações devido ao adequado comissionamento.                                                                                | Conceder 1 ponto onde ficar demonstrado que será feito um comissionamento de pós-ocupação do edifício monitorando durante 12 meses após início de sua utilização para revisão e ajuste de desempenho. | 1             | 0       |
| G3            | Manual de operações e desempenho ambiental    | Encorajar a criação de um manual de operações para que os usuários do edifício possam alcançar e melhorar o desempenho ambiental previsto em projeto e gerenciar futuras alterações promovendo eficiência e qualidade ambiental. | Conceder 1 ponto onde se demonstre a existência de um simples guia para o gerente e usuários do edifício que forneça informações relevantes para a operação e desempenho ambiental do edifício.       | 1             | 0       |
| TOTAL         |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       | 3             | 0       |

Tabela 32 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Inovação.

| INOVAÇÃO |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     | NOME EDIFÍCIO |         |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| REF      | TÍTULO                                                                                            | OBJETIVO                                                                                                     | REQUISITO                                                                                                                                                                                                           | CRÉDITOS      | PROJETO |
| I1       | Inovações de projeto que melhorem o desempenho ambiental do edifício acima dos índices requeridos | Encorajar e reconhecer a difusão de iniciativas que melhorem os índices de desempenho ambiental do edifício. | Conceder crédito onde se demonstre que a estratégia ou tecnologia inovadora tem significativo benefício ambiental. Demonstrar quais são os requisitos a serem alcançados e como mensurar os benefícios da inovação. | 1             | 0       |
| TOTAL    |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     | 1             | 0       |

Tabela 33 – Sistema de avaliação ambiental de edifícios - Classificação.

| CLASSIFICAÇÃO |                               | NOME EDIFÍCIO    |                       |                   |                      |
|---------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
|               |                               | PONTOS AVALIADOS | PORCENTAGEM CATEGORIA | PONTOS ALCANÇADOS | PORCENTAGEM RELATIVA |
| 1             | LOCAL                         | 4                | 7,5%                  | 0                 | 0,0%                 |
| 2             | ÁGUA                          | 7                | 13,2%                 | 0                 | 0,0%                 |
| 3             | ENERGIA                       | 8                | 15,1%                 | 0                 | 0,0%                 |
| 4             | MATERIAIS                     | 10               | 18,9%                 | 0                 | 0,0%                 |
| 5             | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | 11               | 20,8%                 | 0                 | 0,0%                 |
| 6             | TRANSPORTE                    | 3                | 5,7%                  | 0                 | 0,0%                 |
| 7             | POLUIÇÃO                      | 6                | 11,3%                 | 0                 | 0,0%                 |
| 8             | GERENCIAMENTO                 | 3                | 5,7%                  | 0                 | 0,0%                 |
| 9             | INOVAÇÃO                      | 1                | 1,9%                  | 0                 | 0,0%                 |
| TOTAL         |                               | 53               | 100,0%                | 0                 | 0,0%                 |

|                      |     |             |
|----------------------|-----|-------------|
| CLASSIFICAÇÃO BÁSICA | 35% | 18 - 22 pts |
| CLASSIFICAÇÃO BRONZE | 45% | 23 - 31 pts |
| CLASSIFICAÇÃO PRATA  | 60% | 32 - 39 pts |
| CLASSIFICAÇÃO OURO   | 75% | 40 - 53 pts |

|                  |  |
|------------------|--|
| NOME DO EDIFÍCIO |  |
| CLASSIFICAÇÃO    |  |

## 5 ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso foram realizados para demonstrar a aplicação do método proposto. Foram selecionados dois edifícios desenvolvidos pelo escritório MCA – Manoel Coelho Arquitetura e Design Ltda, de cujos projetos o autor participou. O critério de seleção levou em conta o conhecimento e a facilidade de acesso aos dados dos projetos a serem avaliados.

O propósito principal é detectar as dificuldades de aplicação do método e dentro do possível efetuar as correções necessárias que possam aprimorar e melhorar a ferramenta.

### 5.1 ESTUDO DE CASO 1 - Sede administrativa da RPC

Trata-se do projeto de um edifício para fim institucional administrativo com seis pavimentos e área total de aproximadamente 13.000,00 m<sup>2</sup>. O grupo RPC - Rede Paranaense de Comunicação, atua na área de comunicações e possui a concessão de uma rede de TV, dois jornais, rádio FM e provedor de internet. Em 2001, foi adquirido um terreno de 13.000,00 m<sup>2</sup> no bairro Mercês para que todo o complexo pudesse ser relocado para lá, integrando todos os veículos de comunicação. Em 2002, foi executado um edifício com 3.000,00 m<sup>2</sup> para receber a rede de TV. Em 2005, o escritório MCA foi convidado a adequar o edifício existente e planejar os futuros edifícios que completariam o complexo, excetuando-se a gráfica que permanece em imóvel central. O conjunto completo deverá comportar

aproximadamente 1.200 funcionários fixos mais eventuais visitantes. O terreno é bem localizado, com testada para três ruas, mas a acentuada inclinação, a necessária interligação com o edifício existente, as limitações legislativas e o atendimento do programa solicitado se apresentaram como grandes desafios de projeto. Além disso a direção do grupo solicitou que o projeto fosse desenvolvido dentro de conceitos de sustentabilidade, reforçando seu compromisso e responsabilidade ambiental, mas sem a intenção de buscar nenhum tipo de certificação ou selo ambiental. Os levantamentos e estudos levaram praticamente todo o primeiro ano e, em 2006, o projeto foi aprovado para desenvolvimento e detalhamento final. Atualmente, estão sendo desenvolvidos os projetos complementares e o Relatório Ambiental Prévio – RAP para aprovação junto à prefeitura.

Poços de iluminação e ventilação estão dispostos em posições estratégicas do edifício permitindo o aproveitamento intenso da luz e ventilação naturais que atendem a grande maioria dos espaços de trabalho. Como complementação estão previstos o uso de iluminação artificial e sistema de condicionamento de ar de forma eficiente. Outra característica importante do projeto é a preocupação em garantir ambientes de trabalho confortáveis, além de prever a criação de espaços agradáveis para a convivência e o descanso dos funcionários, um *belvedere* com cobertura em vidro abriga e organiza *decks* e mezaninos para áreas de estar, cafés, loja, área para exposição e conjunto de auditórios.

O edifício projetado possui uma configuração em “L” que abraça o edifício existente, o revestimento da fachada é formado por pele de vidro e elementos em alumínio composto, a face de maior incidência de sol recebe um conjunto de brises para a proteção. As figuras 31 a 34 ilustram com imagens a proposta do projeto.

Foi aplicado a lista de verificação com o método proposto para a avaliação dos índices de desempenho ambiental do edifício. As tabelas 34 a 44 mostram os critérios que puderam ser atendidos nessa fase de projeto.



Figura 31 – Ilustração da fachada principal do edifício sede da RPC (fonte: MCA, 2006).



Figura 32 – Ilustração da fachada lateral do edifício sede da RPC (fonte: MCA, 2006).

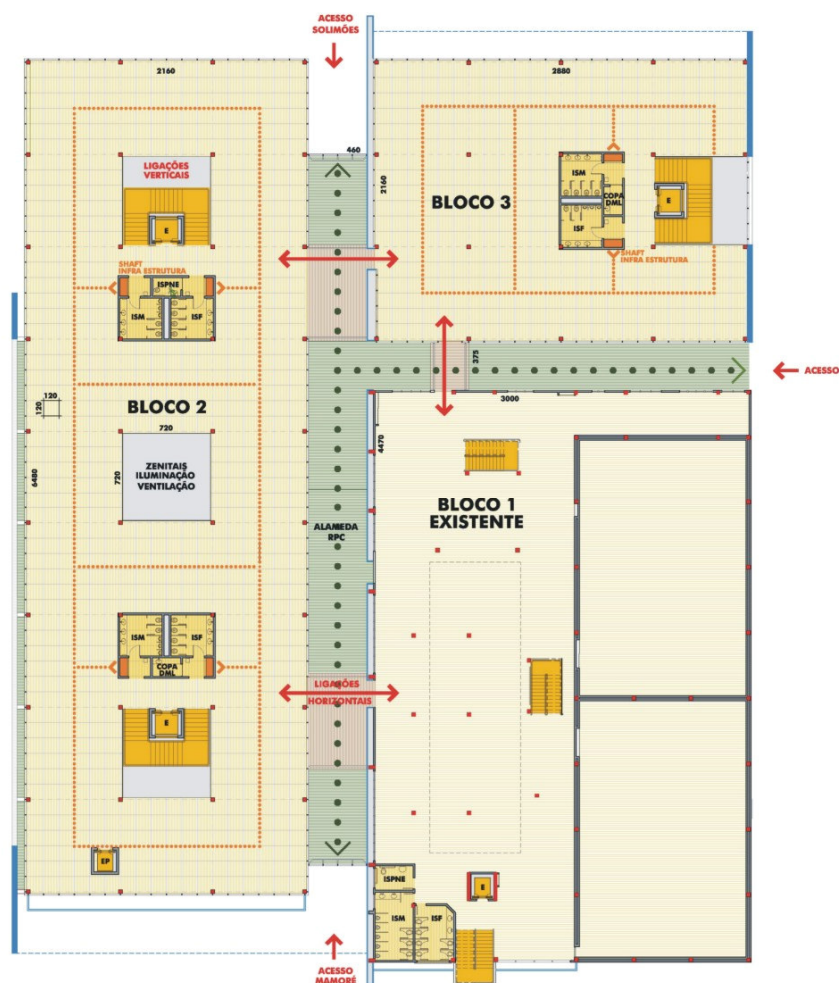


Figura 33 – Esquema da planta tipo do edifício sede da RPC (fonte: MCA, 2006).

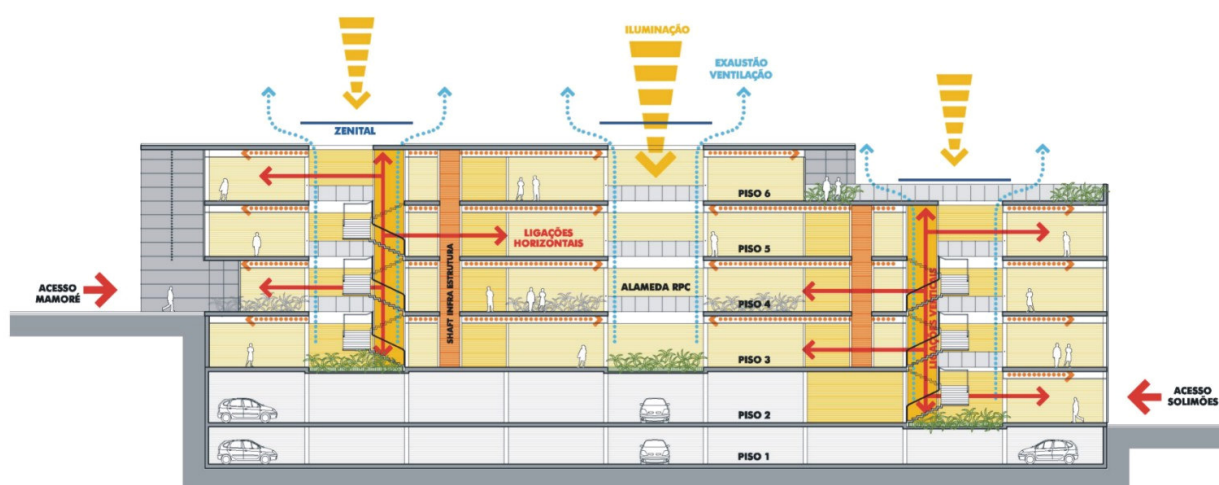


Figura 34 – Corte esquemático do edifício sede da RPC (fonte: MCA, 2006).

Tabela 34 – RPC – Ficha Técnica.

| FICHA TÉCNICA |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | Nome do edifício                                                              | SEDE RPC - REDE PARANAENSE DE COMUNICAÇÕES                                                                                                                                                                                                             |
| 2             | Endereço do edifício                                                          | RUA SOLIMÕES                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3             | Cidade / Estado                                                               | CURITIBA / PARANÁ                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4             | Cliente                                                                       | RPC - REDE PARANAENSE DE COMUNICAÇÕES                                                                                                                                                                                                                  |
| 5             | Responsável                                                                   | ENG. PAULO CURI                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6             | Profissional de Comissionamento                                               | MCA ARQUITETURA E DESIGN                                                                                                                                                                                                                               |
| 7             | Construtor                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8             | Projeto arquitetura                                                           | MCA ARQUITETURA E DESIGN                                                                                                                                                                                                                               |
| 9             | Projeto estrutural                                                            | TRECOM                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 10            | Projeto hidráulico                                                            | BARSCH                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11            | Projeto elétrico                                                              | PARALELO                                                                                                                                                                                                                                               |
| 12            | Projeto ar-condicionado                                                       | FLOWTEC                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13            | Projeto paisagístico                                                          | MCA ARQUITETURA E DESIGN                                                                                                                                                                                                                               |
| 14            | Consultorias complementares                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 16            | Área Construída                                                               | 13.000,00 M2                                                                                                                                                                                                                                           |
| 17            | Número de Pavimentos                                                          | 6 PAVTOS                                                                                                                                                                                                                                               |
| 18            | Utilização                                                                    | INSTITUCIONAL ADMINISTRATIVO                                                                                                                                                                                                                           |
| 19            | Descrição do edifício<br>(orientação, forma, estrutura, fachadas)             | EDFÍCIO COM FORMATO EM "L", CONEXÃO COM O EDIFÍCIO EXISTENTE ATRAVÉS DE PASSARELAS E BELVEDERE DE CONVIVÊNCIA. ESTRUTURA EM CONCRETO FEITO IN LOCO. COBERTURA METÁLICA E VIDRO (BELVEDERE). FACHADA EM PELE DE VIDRO E ELEMENTOS EM ALUMÍNIO COMPOSTO. |
| 20            | Descrição dos serviços<br>(ventilação, refrigeração, aquecimento, iluminação) | CONDICIONAMENTO MISTO COM VENTILAÇÃO NATURAL E MECÂNICA. POÇOS CENTRAIS PARA ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAIS. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM USO EFICIENTE.                                                                                                |
| 21            | Data                                                                          | jun/07                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 22            | Fase do projeto                                                               | APROVAÇÃO DO PROJETO LEGAL                                                                                                                                                                                                                             |

Tabela 35 – RPC – Local.

| LOCAL |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        | SEDE RPC |         |
|-------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| REF   | TÍTULO                                    | OBJETIVO                                                                                                                                     | REQUISITO                                                                                                                                                                                                              | CRÉDITOS | PROJETO |
| L1    | Seleção do local                          | Evitar o desenvolvimento de locais inapropriados e reduzir o impacto ambiental da implantação do edifício no local.                          | Dar preferência à locais que não incluam áreas sensíveis ou de uso restrito. Implantar o edifício de forma sustentável buscando a melhor orientação em relação ao sol e vento. Atender aos parâmetros legais vigentes. | 1        | 1       |
| L2    | Reuso de áreas anteriormente ocupadas     | Encorajar e reconhecer o reuso de terras que tenham sido previamente desenvolvidas.                                                          | Conceder o crédito onde evidências comprovem que o local tenha sido previamente construído. No mínimo 50% da área deve ter sido anteriormente ocupada.                                                                 | 1        | 0       |
| L3    | Recuperação de áreas degradadas           | Encorajar e reconhecer ações positivas para reabilitação de áreas degradadas ou contaminadas.                                                | Conceder crédito onde fique demonstrado que o local considerado contaminado foi adequadamente remediado, descontaminado e transformado em local seguro para a construção.                                              | 1        | 0       |
| L4    | Preservação e melhoria do valor ecológico | Conservar o valor ecológico existente em áreas naturais e restaurar áreas danificadas preservando os habitats e promovendo a biodiversidade. | Conceder crédito onde se demonstre que o valor ecológico foi preservado ou melhorado. Restaurar ou proteger no mínimo 50% da área com vegetação nativa ou atender os parâmetros legais e ambientais vigentes.          | 1        | 0       |
| TOTAL |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        | 4        | 1       |

Tabela 36 – RPC – Água.

| ÁGUA  |                                                     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            | SEDE RPC |         |
|-------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| REF   | TÍTULO                                              | OBJETIVO                                                                                                                                                          | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                  | CRÉDITOS | PROJETO |
| A1    | Redução do consumo de água                          | Maximizar a eficiência do uso da água, encorajando e reconhecendo sistemas que tenham potencial de reduzir o consumo de água potável pelos ocupantes do edifício. | Especificar sistemas e equipamentos eficientes, torneiras, lavatórios, chuveiros, vasos sanitários, mictórios, sistemas de ar e incêndio. Conceder 1 ponto para redução de consumo de água potável de 20% ou 2 pontos para redução de 30%. | 2        | 1       |
| A2    | Monitoramento e gerenciamento do consumo de água    | Encorajar e reconhecer a utilização de sistemas que monitorem e gerenciem o consumo de água.                                                                      | Conceder um ponto onde se demonstre que foram instaladas medições individualizadas na maioria das áreas que utilizam água no edifício. Mais um ponto é concedido se a medição estiver interligada a um sistema de detecção de vazamentos.  | 2        | 1       |
| A3    | Utilização de águas pluviais                        | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável.                                                                      | Conceder crédito onde se demonstre que as águas pluviais são recolhidas e reutilizadas segundo parâmetros legais vigentes. (Lei Ordinária 10785/2003 e Decreto Municipal 293/2006)                                                         | 1        | 1       |
| A4    | Utilização de águas cinzas                          | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável.                                                                      | Conceder crédito onde se demonstre que as águas servidas de lavatórios e chuveiros são recicladas para reuso segundo parâmetros legais vigentes. (Lei Ordinária 10785/2003 e Decreto Municipal 293/2006)                                   | 1        | 1       |
| A5    | Redução do consumo de água potável para a irrigação | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável para a irrigação do paisagismo.                                       | O crédito é concedido onde se demonstre que no mínimo 90% da água utilizada para a irrigação é fornecida através do recolhimento de água pluvial ou de água reciclada.                                                                     | 1        | 1       |
| TOTAL |                                                     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            | 7        | 5       |

Tabela 37 – RPC – Energia.

| ENERGIA  |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |          |         |
|----------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| SEDE RPC |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |          |         |
| REF      | TÍTULO                                  | OBJETIVO                                                                                                                                                             | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                | CREDITOS | PROJETO |
| E1       | Eficiência energética                   | Melhoria nos níveis de desempenho energético acima dos padrões pré-estabelecidos para reduzir o impacto ambiental e econômico associado ao uso excessivo de energia. | Demonstrar a porcentagem de melhora do desempenho energético segundo a norma PROCEL EDIFICA. Atribuir 1 ponto para redução no consumo de 10%, 2 pts para 15%, 3 pts para 20%, 4 pts para 25% e 5 pts para 30% ou mais.   | 5        | 3       |
| E2       | Sub-medições para monitorar os serviços | Encorajar e reconhecer o uso de sub-medições para facilitar o monitoramento da energia consumida pelos serviços do edifício.                                         | Conceder 1 ponto onde se demonstre que foram instaladas sub-medições para os diferentes serviços que possuam cargas significativas, como iluminação, ar-condicionado, elevadores e outros.                               | 1        | 1       |
| E3       | Sub-medições para monitorar os usuários | Encorajar e reconhecer o uso de sub-medições para facilitar o monitoramento da energia consumida pelos diferentes usuários ou locatários.                            | Conceder 1 ponto onde se demonstre que foram instaladas sub-medições para cada área de utilização ou usuário.                                                                                                            | 1        | 1       |
| E4       | Uso de energia renovável                | Encorajar o desenvolvimento e uso de tecnologias de energia renovável e não poluente.                                                                                | Conceder crédito onde se demonstre que pelo menos 35% da eletricidade utilizada no edifício é proveniente de fontes renováveis como energia solar, eólica, geotérmica, biomassa ou de baixo impacto nas fontes hídricas. | 1        | 0       |
| TOTAL    |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          | 8        | 5       |

Tabela 38 – RPC – Materiais.

| MATERIAIS |                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |
|-----------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| SEDE RPC  |                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |
| REF       | TÍTULO                                           | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                             | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                    | CREDITOS | PROJETO |
| M1        | Separação e armazenamento de reciclados          | Incluir espaço para armazenamento que facilite a reciclagem de resíduos gerados pelos ocupantes do edifício e que seriam depositados em aterros.                                                                     | Demonstrar que foi reservada uma área adequada para separação, coleta e reciclagem de materiais, com fácil acesso a todos os ocupantes do edifício e para o recolhimento final. Separar papel, vidro, plástico, metal e materiais orgânicos. | 1        | 1       |
| M2        | Reuso de estruturas existentes                   | Encorajar e reconhecer o reuso de estruturas existentes para reduzir o consumo de novos materiais.                                                                                                                   | Demonstrar que o projeto permite o reuso de proporção significativa da estrutura existente. Conceder 1 ponto para reuso de 30% da estrutura existente, 2 pontos para 50% e 3 pontos para 75% ou mais.                                        | 3        | 0       |
| M3        | Reuso de materiais construtivos existentes       | Extender o ciclo de vida dos materiais existentes no edifício, conservando recursos e reduzindo os resíduos e os impactos ambientais gerados por novas construções em relação à produção e transporte dos materiais. | Demonstrar que o projeto permite reuso de materiais existentes, paredes, pisos, coberturas, forros e revestimentos. Conceder 1 ponto para reuso de 30% dos materiais, 2 pontos para 50% e 3 pontos para 75% ou mais.                         | 3        | 0       |
| M4        | Uso de materiais recondicionados ou reutilizados | Reuso de materiais e produtos construtivos para reduzindo a demanda de matérias primas, a produção de resíduos e os impactos associados a extração e processamento dos recursos.                                     | Utilizar materiais recuperados, recondicionados e reutilizados que constituam ao menos 5% do valor total dos materiais no projeto.                                                                                                           | 1        | 0       |
| M5        | Uso de materiais reciclados                      | Aumentar a demanda por produtos que incorporem materiais de conteúdo reciclado, reduzindo os impactos resultantes da extração e processamento de matérias primas.                                                    | Conceder crédito onde se demonstre o uso de materiais de conteúdo reciclado que constituam ao menos 10% do valor total de peso dos materiais utilizados na construção.                                                                       | 1        | 0       |
| M6        | Uso de madeira certificada                       | Encorajar e reconhecer a especificação de produtos de madeira reutilizada ou madeira certificada através de práticas de gerenciamento ambientalmente responsável das florestas.                                      | Utilizar no mínimo 50% de madeira ou subprodutos reutilizados ou certificados segundo o selo FSC - Forest Stewardship Council's.                                                                                                             | 1        | 1       |
| TOTAL     |                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              | 10       | 2       |

Tabela 39 – RPC – Qualidade do ambiente interno.

| QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |          |         | SEDE RPC |  |
|-------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|--|
| REF                           | TÍTULO                                      | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                                            | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                   | CRÉDITOS | PROJETO |          |  |
| QA1                           | Aproveitamento da luz natural               | Encorajar e reconhecer projetos que propiciem bons níveis de iluminação natural aos seus usuários, melhorando a satisfação dos ocupantes, a sua produtividade e reduzindo o consumo elétrico pela necessidade de complementação com luz artificial. | Demonstrar que uma porcentagem mínima de luz natural atinge a maior parte das áreas ocupadas regularmente. Conceder 1 ponto quando se atingir 30% da área ocupada, 2 pts para 60% e 3 pts para 90%. Segundo norma ABNT - projeto 02:135.02. | 3        | 3       |          |  |
| QA2                           | Controle de irradiação da luz natural       | Encorajar e reconhecer projetos que reduzam o desconforto ocasionado pela irradiação e ofuscamento da incidência direta de luz natural.                                                                                                             | Demonstrar que o efeito de ofuscamento é reduzido pela configuração dos elementos de sombreamento da fachada. Controle pelos ocupantes de persianas e brises que permitam regular a incidência direta da luz solar.                         | 1        | 0       |          |  |
| QA3                           | Eficiência na iluminação artificial         | Encorajar e reconhecer projetos que propiciem valores de iluminação adequados aos usuários, evitando níveis insuficientes ou excessivos que possam causar esforço e fadiga visual ou determinar consumos elevados de energia.                       | Conceder crédito para os projetos que demonstrem o atendimento dos níveis de iluminação segundo a norma NBR 5413.                                                                                                                           | 1        | 1       |          |  |
| QA4                           | Garantia da qualidade do ar interno         | Estabelecer índices de desempenho mínimo para a qualidade do ar interno no edifício contribuindo para o conforto e bem-estar dos ocupantes e reduzindo o impacto no consumo de energia.                                                             | Conceder 1 ponto onde forem atendidos os requisitos mínimos de qualidade do ar dados pela normas NBR 6401 ou ANVISA RE 176/2000. Para ambientes com ventilação natural garantir condições adequadas de ventilação.                          | 1        | 1       |          |  |
| QA5                           | Eficiência da ventilação nas áreas ocupadas | Encorajar e reconhecer estratégias que melhorem a taxa de entrada de ar externo para promover a saúde do ambiente interno e melhorar o conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes.                                                           | Garantir taxas adequadas de ventilação de forma mecânica ou natural. Quando a área for ventilada mecanicamente seguir a norma NBR 6401 e se for ventilada naturalmente demonstrar as estratégias para a troca efetiva de ar nos ambientes.  | 1        | 1       |          |  |
| QA6                           | Garantia dos níveis de conforto térmico     | Promover o conforto térmico do ambiente interno para suporte da produtividade e bem-estar dos ocupantes.                                                                                                                                            | Conceder 1 pto onde se demonstre que foram feitas avaliações do conforto térmico durante o projeto para escolha das melhores opções. Atender as condições de conforto térmico para ocupação humana segundo norma NBR 6401.                  | 1        | 0       |          |  |
| QA7                           | Controle de temperatura setorizado          | Promover alto nível de controle individual dos sistemas de conforto térmico pelos ocupantes ou por setores que abriguem grupos específicos para promover a produtividade, conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício.                           | Conceder 1 pto onde se demonstre que foi garantido o controle individual para no mínimo 50% das áreas permitindo ajustes segundo necessidades e preferências dos ocupantes.                                                                 | 1        | 0       |          |  |
| QA8                           | Controle de ruídos externos                 | Encorajar e reconhecer edifícios que sejam projetados para manter o controle dos níveis de ruídos externos e de equipamentos.                                                                                                                       | Conceder 1 pto onde se demonstre a preocupação com atenuação dos ruídos externos através do isolamento acústico de paredes, janelas e pisos e equipamentos. Atender norma NBR 10151.                                                        | 1        | 1       |          |  |
| QA9                           | Controle de ruídos internos                 | Encorajar e reconhecer edifícios que sejam projetados para manter os ruídos internos dentro de níveis apropriados.                                                                                                                                  | Conceder 1 pto onde se demonstre que em 95% do edifício o projeto alcança níveis de ruído interno de no máximo 45 dB. Segundo norma ABNT projeto 02:135.01.                                                                                 | 1        | 0       |          |  |
| TOTAL                         |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             | 11       | 7       |          |  |

Tabela 40 – RPC – Transporte.

| TRANSPORTE |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |          |         | SEDE RPC |  |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|--|
| REF        | TÍTULO                              | OBJETIVO                                                                                                                                                                               | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                 | CRÉDITOS | PROJETO |          |  |
| T1         | Acesso ao transporte público        | Encorajar e reconhecer o desenvolvimento de empreendimentos com proximidade e boa acessibilidade à rede de transporte público. Reduzindo a poluição e impactos pelo uso de automóveis. | Desenvolver o projeto dentro de no máximo 500m de distância de uma rede existente de transporte público - ônibus, trem, bonde ou metrô.                                                                                                   | 1        | 1       |          |  |
| T2         | Espaço para bicicletas e vestiários | Encorajar e reconhecer projetos que promovam o uso de bicicletas para seus ocupantes e visitantes garantindo que espaços adequados e facilidades sejam previstos.                      | Conceder 1 ponto quando se demonstre que existe racks ou espaço suficiente e seguro para guarda de bicicletas para atender 5% ou mais de todos os usuários do edifício e esteja previsto área de vestiários para banho e troca de roupas. | 1        | 1       |          |  |
| T3         | Área adequada de estacionamento     | Encorajar e reconhecer projetos que prevejam área adequada de vagas de estacionamento para não sobrecarregar a infra-estrutura local.                                                  | Conceder crédito para os projetos que demonstrem que a capacidade de vagas para estacionamento atende o número solicitado pela legislação local.                                                                                          | 1        | 1       |          |  |
| TOTAL      |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           | 3        | 3       |          |  |

Tabela 41 – RPC – Poluição.

| POLUIÇÃO |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   |          |         | SEDE RPC |  |
|----------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|--|
| REF      | TÍTULO                                  | OBJETIVO                                                                                                                                                                                           | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                         | CRÉDITOS | PROJETO |          |  |
| P1       | Gerenciamento de resíduos da construção | Separar os escombros de construção e demolição do destino final em aterros e incineradores. Redirecionar os materiais recuperados para reciclagem e materiais reutilizáveis para locais adequados. | Conceder crédito onde se demonstre que foram reciclados ou recuperados no mínimo 25% dos materiais de escombros. (Lei Municipal 11.682/2006)                                                                                                      | 1        | 0       |          |  |
| P2       | Separação de resíduos sólidos           | Separar adequadamente os resíduos sólidos gerados pelos ocupantes do edifício possibilitando a recuperação e reciclagem de materiais.                                                              | Conceder crédito onde fique demonstrado que existem espaços adequados para separação e depósito de resíduos sólidos e orgânicos. (Lei Federal 11.445/2007)                                                                                        | 1        | 1       |          |  |
| P3       | Redução da poluição do ar               | Controlar e eliminar as fontes de poluição do ar no ambiente interno minimizando a exposição dos ocupantes do edifício à particulados e poluentes químicos.                                        | Conceder crédito quando se incorpore um sistema de monitoramento da qualidade do ar com o controle de poluentes, fibras minerais, emissões de VOC's e doenças respiratórias.                                                                      | 1        | 0       |          |  |
| P4       | Redução no uso de gases refrigerantes   | Encorajar e reconhecer sistemas que reduzam o uso de gases refrigerantes com potencial de aquecimento global.                                                                                      | Conceder 1 ponto onde se demonstre que todos os gases refrigerantes tem potencial de aquecimento global (GWP) menor que 5 ou que não existem gases refrigerantes especificados com potencial de aquecimento global.                               | 1        | 1       |          |  |
| P5       | Drenagem das águas pluviais             | Encorajar medidas que promovam o controle e adequado escoamento das águas pluviais evitando sérios impactos no ecossistema local e sobre-carga nos serviços de infra-estrutura pública.            | Conceder crédito onde se garanta o recolhimento das águas pluviais em reservatórios de retenção ou que são respeitadas as taxas de permeabilidade do solo adequados às normas reguladoras. (Lei Federal 11.445/2007 e Decreto Municipal 791/2003) | 1        | 1       |          |  |
| P6       | Redução dos resíduos líquidos           | Reduzir a geração de resíduos líquidos e a demanda de água potável.                                                                                                                                | Conceder crédito pela redução do uso de água potável no transporte de esgoto do edifício através do uso de equipamentos economizadores de água e pela reutilização de águas cinzas e águas pluviais. (Lei Federal 11.445/2007)                    | 1        | 1       |          |  |
| TOTAL    |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   | 6        | 4       |          |  |

Tabela 42 – RPC – Gerenciamento.

| GERENCIAMENTO |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       |          |         | SEDE RPC |  |
|---------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|--|
| REF           | TÍTULO                                        | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                         | REQUISITO                                                                                                                                                                                             | CRÉDITOS | PROJETO |          |  |
| G1            | Profissional responsável pelo comissionamento | Encorajar e reconhecer a adoção dos princípios de sustentabilidade ambiental desde os estágios iniciais de projeto.                                                                                                              | Conceder crédito onde se demonstre que um profissional integrante da equipe de projetos é responsável pelo comissionamento, orientando o processo e garantindo o cumprimento das regulamentações.     | 1        | 1       |          |  |
| G2            | Ajuste de desempenho                          | Encorajar e reconhecer a melhoria da eficiência energética e conforto dentro do edifício em todas as estações devido ao adequado comissionamento.                                                                                | Conceder 1 ponto onde ficar demonstrado que será feito um comissionamento de pós-ocupação do edifício monitorando durante 12 meses após início de sua utilização para revisão e ajuste de desempenho. | 1        | 1       |          |  |
| G3            | Manual de operações e desempenho ambiental    | Encorajar a criação de um manual de operações para que os usuários do edifício possam alcançar e melhorar o desempenho ambiental previsto em projeto e gerenciar futuras alterações promovendo eficiência e qualidade ambiental. | Conceder 1 ponto onde se demonstre a existência de um simples guia para o gerente e usuários do edifício que forneça informações relevantes para a operação e desempenho ambiental do edifício.       | 1        | 1       |          |  |
| TOTAL         |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       | 3        | 3       |          |  |

Tabela 43 – RPC – Inovação.

| INOVAÇÃO |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |          |         | SEDE RPC |  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|--|
| REF      | TÍTULO                                                                                            | OBJETIVO                                                                                                     | REQUISITO                                                                                                                                                                                                           | CRÉDITOS | PROJETO |          |  |
| I1       | Inovações de projeto que melhorem o desempenho ambiental do edifício acima dos índices requeridos | Encorajar e reconhecer a difusão de iniciativas que melhorem os índices de desempenho ambiental do edifício. | Conceder crédito onde se demonstre que a estratégia ou tecnologia inovadora tem significativo benefício ambiental. Demonstrar quais são os requisitos a serem alcançados e como mensurar os benefícios da inovação. | 1        | 0       |          |  |
| TOTAL    |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     | 1        | 0       |          |  |

Tabela 44 – RPC – Classificação.

| <b>CLASSIFICAÇÃO</b> |                               |                         |                              |                          | <b>SEDE RPC</b>             |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                      |                               | <b>PONTOS AVALIADOS</b> | <b>PORCENTAGEM CATEGORIA</b> | <b>PONTOS ALCANÇADOS</b> | <b>PORCENTAGEM RELATIVA</b> |
| <b>1</b>             | LOCAL                         | 4                       | 7,5%                         | 1                        | 25,0%                       |
| <b>2</b>             | ÁGUA                          | 7                       | 13,2%                        | 5                        | 71,4%                       |
| <b>3</b>             | ENERGIA                       | 8                       | 15,1%                        | 5                        | 62,5%                       |
| <b>4</b>             | MATERIAIS                     | 10                      | 18,9%                        | 2                        | 20,0%                       |
| <b>5</b>             | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | 11                      | 20,8%                        | 7                        | 63,6%                       |
| <b>6</b>             | TRANSPORTE                    | 3                       | 5,7%                         | 3                        | 100,0%                      |
| <b>7</b>             | POLUIÇÃO                      | 6                       | 11,3%                        | 4                        | 66,7%                       |
| <b>8</b>             | GERENCIAMENTO                 | 3                       | 5,7%                         | 3                        | 100,0%                      |
| <b>9</b>             | INOVAÇÃO                      | 1                       | 1,9%                         | 0                        | 0,0%                        |
| <b>TOTAL</b>         |                               | <b>53</b>               | <b>100,0%</b>                | <b>30</b>                | <b>56,6%</b>                |

|                             |            |                    |
|-----------------------------|------------|--------------------|
| <b>CLASSIFICAÇÃO BÁSICA</b> | <b>35%</b> | <b>18 - 22 pts</b> |
| <b>CLASSIFICAÇÃO BRONZE</b> | <b>45%</b> | <b>23 - 31 pts</b> |
| <b>CLASSIFICAÇÃO PRATA</b>  | <b>60%</b> | <b>32 - 39 pts</b> |
| <b>CLASSIFICAÇÃO OURO</b>   | <b>75%</b> | <b>40 - 53 pts</b> |

|                         |                                          |
|-------------------------|------------------------------------------|
| <b>NOME DO EDIFÍCIO</b> | SEDE RPC -REDE PARANAENSE DE COMUNICAÇÃO |
| <b>CLASSIFICAÇÃO</b>    | BRONZE                                   |

## 5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO 1

A pontuação total de 30 pontos com um aproveitamento geral de 56,6%, resultante da aplicação do sistema de avaliação ambiental, posiciona o edifício na classificação bronze.

Poucos temas não conseguiram um aproveitamento acima de 50%, como *local* (25%), *materiais* (20%) e *inovação* (0%). No tema *local*, pela característica do terreno, só foi possível pontuar no critério de *seleção do sítio*, em função da correta implantação do edifício e do atendimento à legislação local. No tema *materiais* foram obtidos 2 pontos em função da previsão de local para separação e armazenamento de reciclados, e do uso de madeira certificada prevista para os *decks* que compõem o *belvedere* de convivência. O tema *inovação* teve aproveitamento de 0%, mas seu peso (1,9%) não influencia muito no somatório total.

Os demais temas tiveram melhor desempenho, *água* (71,4%), *energia* (62,5%), *qualidade do ambiente interno* (63,6%), *transporte* (100%) e *poluição* (66,7%), *gerenciamento* (100%).

O tema *água* pontuou em todos os critérios avaliados demonstrando a preocupação com a eficiência no uso e o atendimento integral da legislação vigente principalmente na questão de coleta e reuso das águas pluviais e cinzas. Na questão *energia* só não foi possível pontuar no critério de uso de energia renovável, pois a utilização de painéis fotovoltaicos ainda é um item de custo muito elevado para o atual padrão construtivo brasileiro. O item *qualidade do ambiente interno* com 63,6% de aproveitamento demonstra a preocupação na garantia da qualidade dos espaços gerados e do conforto dos usuários do edifício. Estratégias de aproveitamento máximo da luz natural com a criação de poços de luz, eficiência da

iluminação artificial e da ventilação, além do controle da temperatura e dos ruídos proporcionaram uma boa condição de utilização aos espaços de trabalho e convivência. Os pontos obtidos para o tema *poluição* sugerem um cuidado com a questão dos resíduos e efluentes gerados. Possivelmente com um planejamento prévio da obra poderá ser previsto alcançar o índice de 25% de reciclagem e recuperação para os materiais de escombros da construção. Os temas *transporte e gerenciamento* que obtiveram 100% de aproveitamento dos pontos possíveis reforçam a importância do planejamento integrado do edifício.

A pontuação final do edifício com 30 pontos, 1 ponto abaixo do índice de classificação prata, demonstra a importância de se estabelecer estratégias e metas para o desempenho do edifício desde a fase inicial de concepção do projeto. Com a aplicação da lista de verificação de avaliação ficam claros os pontos que não alcançaram bons resultados possibilitando visualizar oportunidades e reavaliar estratégias de projeto que contribuam para um melhor desempenho ambiental final do edifício.

### 5.3 ESTUDO DE CASO 2 - Pós-Graduação UNICENP

O campus do Centro Universitário Positivo – Unicenp foi inaugurado em 2000, segundo plano diretor e projeto do escritório MCA – Manoel Coelho Arquitetura e Design. O edifício da Pós-graduação e Extensão que integra o complexo é de mesma autoria e foi construído em 2004.

O campus foi pensado como um espaço de excelência que promovesse o ensino, o acesso ao conhecimento e a tecnologia de forma integrada à natureza local, onde foram preservados e ampliados um lago e áreas de bosque.

O edifício possui uso misto com aproximadamente 9.000,00 m<sup>2</sup> de área construída e quatro pavimentos de altura. O conjunto é formado por um embasamento que abriga as funções de uso público – teatro e exposições e o bloco superior com formato de um quadrado que acolhe os usos acadêmicos e administrativos. O edifício possui boa iluminação natural com proteção externa feita por brises em tubos de alumínio anodizado que filtram o excesso de insolação. Os espaços internos que são ventilados naturalmente, exceto em algumas salas administrativas do pavimento térreo, possuem ventilação mecânica de suporte que são acionados nos dias mais quentes. O grande átrio central com cobertura zenital em vidro promove a integração dos espaços e faz a retirada do ar quente amenizando a temperatura no interior do edifício. Os acabamentos externos são predominantemente em alvenaria revestida com pastilha cerâmica e esquadria em pele de vidro (figuras 35 a 41).

As tabelas apresentadas em seguida (tabelas 45 a 55) demonstram o desempenho do edifício pela aplicação das listas de verificação do sistema proposto de avaliação ambiental de edifícios.



Figura 35 – Vista externa do edifício da Pós-Graduação Unicenp (fonte: MCA, 2006).



Figura 36 – Vista da praça de acesso do edifício da Pós-Graduação Unicenp (fonte: MCA, 2006).



Figura 37 – Vista do átrio central do edifício da Pós-Graduação Unicenp (fonte: MCA, 2006).

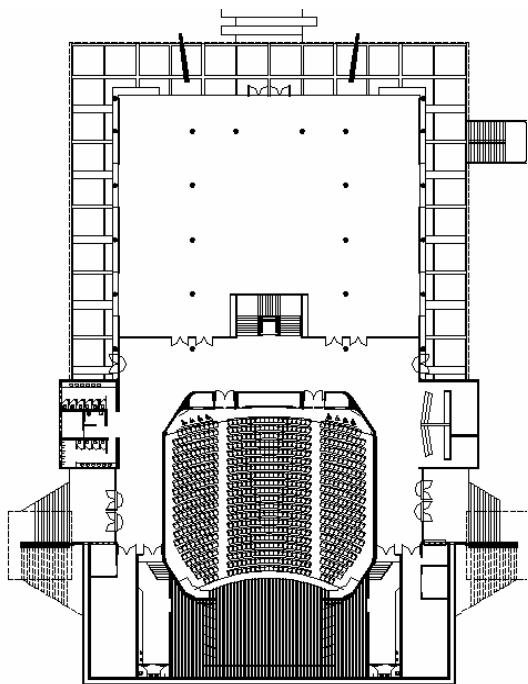


Figura 38 – Planta pavimento semi-enterrado do edifício Pós-Graduação Unicnp (fonte: MCA, 2006).

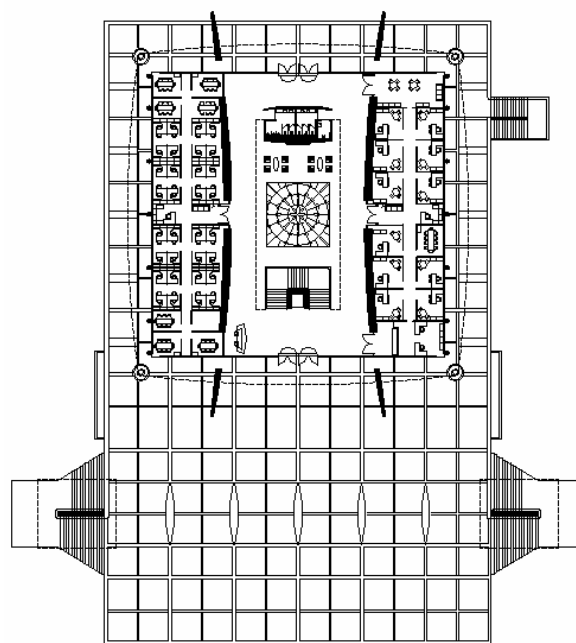


Figura 39 – Planta pavimento térreo do edifício da Pós-Graduação Unicnp (fonte: MCA, 2006).

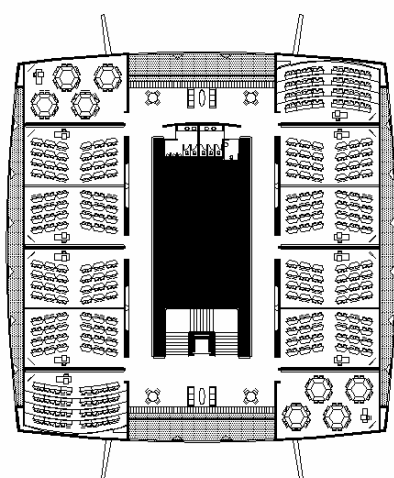


Figura 40 – Planta do 1º e 2º pavimentos do edifício da Pós-Graduação Unicnp (fonte: MCA, 2006).

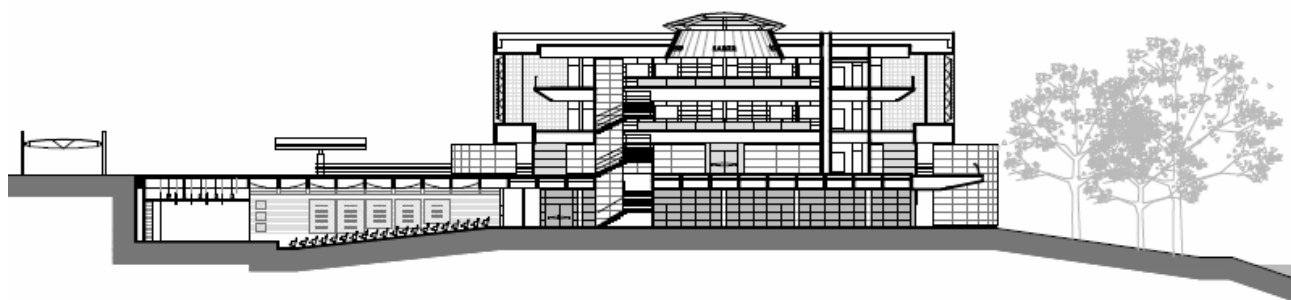


Figura 41 – Corte esquemático do edifício da Pós-Graduação Unicnp (fonte: MCA, 2006).

Tabela 45 – Pós-Graduação Unicenp – Ficha Técnica.

| FICHA TÉCNICA |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |
| 1             | Nome do edifício                                                              | PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO UNICENP                                                                                                                                                                                      |
| 2             | Endereço do edifício                                                          | RUA PROFESSOR PEDRO PARIGOT DE SOUZA, 5300                                                                                                                                                                            |
| 3             | Cidade / Estado                                                               | CURITIBA / PARANÁ                                                                                                                                                                                                     |
| 4             | Cliente                                                                       | CENTRO UNIVERSITÁRIO POSITIVO - UNICENP                                                                                                                                                                               |
| 5             | Responsável                                                                   | ENG. MÁRIO VENDRAMINI                                                                                                                                                                                                 |
|               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |
| 6             | Profissional de Comissionamento                                               |                                                                                                                                                                                                                       |
| 7             | Construtor                                                                    | FERREIRA FILHO                                                                                                                                                                                                        |
| 8             | Projeto arquitetura                                                           | MCA ARQUITETURA E DESIGN                                                                                                                                                                                              |
| 9             | Projeto estrutural                                                            | KALKULO                                                                                                                                                                                                               |
| 10            | Projeto hidráulico                                                            | JAGUARÊ                                                                                                                                                                                                               |
| 11            | Projeto elétrico                                                              | JAGUARÊ                                                                                                                                                                                                               |
| 12            | Projeto ar-condicionado                                                       | FLOWTEC                                                                                                                                                                                                               |
| 13            | Projeto paisagístico                                                          | MCA ARQUITETURA E DESIGN                                                                                                                                                                                              |
| 14            | Consultorias complementares                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
|               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |
| 16            | Área Construída                                                               | 9.000,00 M2                                                                                                                                                                                                           |
| 17            | Número de Pavimentos                                                          | 4 PAVTOS                                                                                                                                                                                                              |
| 18            | Utilização                                                                    | MISTO - ACADÊMICO / ADMINISTRATIVO / EVENTOS                                                                                                                                                                          |
| 19            | Descrição do edifício<br>(orientação, forma, estrutura, fachadas)             | EDIFÍCIO COM ESTRUTURA EM CONCRETO INLOCO. COMPOSTO POR EMBASAMENTO SEMI-ENTERRADO E BLOCO SUPERIOR EM FORMATO QUADRADO. FACHADA COM REVESTIMENTO EM PASTILHA CERÂMICA, PELE DE VIDRO E BRISES EM ALUMÍNIO ANODIZADO. |
| 20            | Descrição dos serviços<br>(ventilação, refrigeração, aquecimento, iluminação) | ÁTRIO CENTRAL COM COBERTURA ZENITAL EM VIDRO PARA ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL. VENTILAÇÃO NATURAL DOS AMBIENTES COM SUPORTE EM VENTILAÇÃO MECÂNICA. CONDICIONAMENTO DE AR NAS SALAS ADMINISTRATIVAS E TEATRO.     |
|               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |
| 21            | Data                                                                          | jun/07                                                                                                                                                                                                                |
| 22            | Fase do projeto                                                               | CONSTRUÍDO EM 2004                                                                                                                                                                                                    |
|               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |

Tabela 46 – Pós-Graduação Unicenp – Local.

| LOCAL                 |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        |          |         |
|-----------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                    | OBJETIVO                                                                                                                                     | REQUISITO                                                                                                                                                                                                              | CRÉDITOS | PROJETO |
| L1                    | Seleção do local                          | Evitar o desenvolvimento de locais inapropriados e reduzir o impacto ambiental da implantação do edifício no local.                          | Dar preferência à locais que não incluam áreas sensíveis ou de uso restrito. Implantar o edifício de forma sustentável buscando a melhor orientação em relação ao sol e vento. Atender aos parâmetros legais vigentes. | 1        | 1       |
| L2                    | Reuso de áreas anteriormente ocupadas     | Encorajar e reconhecer o reuso de terras que tenham sido previamente desenvolvidas.                                                          | Conceder o crédito onde evidências comprovem que o local tenha sido previamente construído. No mínimo 50% da área deve ter sido anteriormente ocupada.                                                                 | 1        | 0       |
| L3                    | Recuperação de áreas degradadas           | Encorajar e reconhecer ações positivas para reabilitação de áreas degradadas ou contaminadas.                                                | Conceder crédito onde fique demonstrado que o local considerado contaminado foi adequadamente remediado, descontaminado e transformado em local seguro para a construção.                                              | 1        | 0       |
| L4                    | Preservação e melhoria do valor ecológico | Conservar o valor ecológico existente em áreas naturais e restaurar áreas danificadas preservando os habitats e promovendo a biodiversidade. | Conceder crédito onde se demonstre que o valor ecológico foi preservado ou melhorado. Restaurar ou proteger no mínimo 50% da área com vegetação nativa ou atender os parâmetros legais e ambientais vigentes.          | 1        | 1       |
| TOTAL                 |                                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        | 4        | 2       |

Tabela 47 – Pós-Graduação Unicenp – Água.

| ÁGUA                  |                                                     |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                                     |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                              | OBJETIVO                                                                                                                                                         | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                  | CRÉDITOS | PROJETO |
| A1                    | Redução do consumo de água                          | Maximizar a eficiência do uso da água encorajando e reconhecendo sistemas que tenham potencial de reduzir o consumo de água potável pelos ocupantes do edifício. | Especificar sistemas e equipamentos eficientes, torneiras, lavatórios, chuveiros, vasos sanitários, mictórios, sistemas de ar e incêndio. Conceder 1 ponto para redução de consumo de água potável de 20% ou 2 pontos para redução de 30%. | 2        | 1       |
| A2                    | Monitoramento e gerenciamento do consumo de água    | Encorajar e reconhecer a utilização de sistemas que monitorem e gerenciem o consumo de água.                                                                     | Conceder um ponto onde se demonstre que foram instaladas medições individualizadas na maioria das áreas que utilizam água no edifício. Mais um ponto é concedido se a medição estiver interligada a um sistema de detecção de vazamentos.  | 2        | 0       |
| A3                    | Utilização de águas pluviais                        | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável.                                                                     | Conceder crédito onde se demonstre que as águas pluviais são recolhidas e reutilizadas segundo parâmetros legais vigentes. (Lei Ordinária 10785/2003 e Decreto Municipal 293/2006)                                                         | 1        | 0       |
| A4                    | Utilização de águas cinzas                          | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável.                                                                     | Conceder crédito onde se demonstre que as águas servidas de lavatórios e chuveiros são recicladas para reuso segundo parâmetros legais vigentes. (Lei Ordinária 10785/2003 e Decreto Municipal 293/2006)                                   | 1        | 0       |
| A5                    | Redução do consumo de água potável para a irrigação | Encorajar e reconhecer o projeto de sistemas que permitam reduzir o consumo de água potável para a irrigação do paisagismo.                                      | O crédito é concedido onde se demonstre que no mínimo 90% da água utilizada para a irrigação é fornecida através do recolhimento de água pluvial ou de água reciclada.                                                                     | 1        | 0       |
| TOTAL                 |                                                     |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            | 7        | 1       |

Tabela 48 – Pós-Graduação Unicenp – Energia.

| ENERGIA               |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |          |         |
|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                  | OBJETIVO                                                                                                                                                             | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                | CRÉDITOS | PROJETO |
| E1                    | Eficiência energética                   | Melhoria nos níveis de desempenho energético acima dos padrões pré-estabelecidos para reduzir o impacto ambiental e econômico associado ao uso excessivo de energia. | Demonstrar a porcentagem de melhora do desempenho energético segundo a norma PROCEL EDIFICA. Atribuir 1 ponto para redução no consumo de 10%, 2 pts para 15%, 3 pts para 20%, 4 pts para 25% e 5 pts para 30% ou mais.   | 5        | 2       |
| E2                    | Sub-medições para monitorar os serviços | Encorajar e reconhecer o uso de sub-medições para facilitar o monitoramento da energia consumida pelos serviços do edifício.                                         | Conceder 1 ponto onde se demonstre que foram instaladas sub-medições para os diferentes serviços que possuam cargas significativas, como iluminação, ar-condicionado, elevadores e outros.                               | 1        | 0       |
| E3                    | Sub-medições para monitorar os usuários | Encorajar e reconhecer o uso de sub-medições para facilitar o monitoramento da energia consumida pelos diferentes usuários ou locatários.                            | Conceder 1 ponto onde se demonstre que foram instaladas sub-medições para cada área de utilização ou usuário.                                                                                                            | 1        | 0       |
| E4                    | Uso de energia renovável                | Encorajar o desenvolvimento e uso de tecnologias de energia renovável e não poluente.                                                                                | Conceder crédito onde se demonstre que pelo menos 35% da eletricidade utilizada no edifício é proveniente de fontes renováveis como energia solar, eólica, geotérmica, biomassa ou de baixo impacto nas fontes hídricas. | 1        | 0       |
| TOTAL                 |                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          | 8        | 2       |

Tabela 49 – Pós-Graduação Unicenp – Materiais.

| MATERIAIS             |                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |
|-----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                           | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                             | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                    | CRÉDITOS | PROJETO |
| M1                    | Separação e armazenamento de reciclados          | Incluir espaço para armazenamento que facilite a reciclagem de resíduos gerados pelos ocupantes do edifício e que seriam depositados em aterros.                                                                     | Demonstrar que foi reservada uma área adequada para separação, coleta e reciclagem de materiais, com fácil acesso a todos os ocupantes do edifício e para o recolhimento final. Separar papel, vidro, plástico, metal e materiais orgânicos. | 1        | 1       |
| M2                    | Reuso de estruturas existentes                   | Encorajar e reconhecer o reuso de estruturas existentes para reduzir o consumo de novos materiais.                                                                                                                   | Demonstrar que o projeto permite o reuso de proporção significativa da estrutura existente. Conceder 1 ponto para reuso de 30% da estrutura existente, 2 pontos para 50% e 3 pontos para 75% ou mais.                                        | 3        | 0       |
| M3                    | Reuso de materiais construtivos existentes       | Estender o ciclo de vida dos materiais existentes no edifício, conservando recursos e reduzindo os resíduos e os impactos ambientais gerados por novas construções em relação à produção e transporte dos materiais. | Demonstrar que o projeto permite reuso de materiais existentes, paredes, pisos, coberturas, forros e revestimentos. Conceder 1 ponto para reuso de 30% dos materiais, 2 pontos para 50% e 3 pontos para 75% ou mais.                         | 3        | 0       |
| M4                    | Uso de materiais recondicionados ou reutilizados | Reuso de materiais e produtos construtivos para reduzindo a demanda de matérias primas, a produção de resíduos e os impactos associados à extração e processamento dos recursos.                                     | Utilizar materiais recuperados, recondicionados e reutilizados que constituam ao menos 5% do valor total dos materiais no projeto.                                                                                                           | 1        | 0       |
| M5                    | Uso de materiais reciclados                      | Aumentar a demanda por produtos que incorporem materiais de conteúdo reciclado, reduzindo os impactos resultantes da extração e processamento de matérias primas.                                                    | Conceder crédito onde se demonstre o uso de materiais de conteúdo reciclado que constituam ao menos 10% do valor total de peso dos materiais utilizados na construção.                                                                       | 1        | 0       |
| M6                    | Uso de madeira certificada                       | Encorajar e reconhecer a especificação de produtos de madeira reutilizada ou madeira certificada através de práticas de gerenciamento ambientalmente responsável das florestas.                                      | Utilizar no mínimo 50% de madeira ou sub-produtos reutilizados ou certificados segundo o selo FSC - Forest Stewardship Council's.                                                                                                            | 1        | 0       |
| TOTAL                 |                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              | 10       | 1       |

Tabela 50 – Pós-Graduação Unicenp – Qualidade do ambiente interno.

| QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |
|-------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP         |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |
| REF                           | TÍTULO                                      | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                                            | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                   | CRÉDITOS | PROJETO |
| QA1                           | Aproveitamento da luz natural               | Encorajar e reconhecer projetos que propiciem bons níveis de iluminação natural aos seus usuários, melhorando a satisfação dos ocupantes, a sua produtividade e reduzindo o consumo elétrico pela necessidade de complementação com luz artificial. | Demonstrar que uma porcentagem mínima de luz natural atinge a maior parte das áreas ocupadas regularmente. Conceder 1 ponto quando se atingir 30% da área ocupada, 2 pts para 60% e 3 pts para 90%. Segundo norma ABNT - projeto 02:135.02. | 3        | 3       |
| QA2                           | Controle de irradiação da luz natural       | Encorajar e reconhecer projetos que reduzam o desconforto ocasionado pela irradiação e ofuscamento da incidência direta de luz natural.                                                                                                             | Demonstrar que o efeito de ofuscamento é reduzido pela configuração dos elementos de sombreamento da fachada. Controle pelos ocupantes de persianas e brises que permitam regular a incidência direta da luz solar.                         | 1        | 1       |
| QA3                           | Eficiência na iluminação artificial         | Encorajar e reconhecer projetos que propiciem valores de iluminação adequados aos usuários, evitando níveis insuficientes ou excessivos que possam causar esforço e fadiga visual ou determinar consumos elevados de energia.                       | Conceder crédito para os projetos que demonstrem o atendimento dos níveis de iluminação segundo a norma NBR 5413.                                                                                                                           | 1        | 1       |
| QA4                           | Garantia da qualidade do ar interno         | Estabelecer índices de desempenho mínimo para a qualidade do ar interno no edifício contribuindo para o conforto e bem-estar dos ocupantes e reduzindo o impacto no consumo de energia.                                                             | Conceder 1 ponto onde forem atendidos os requisitos mínimos de qualidade do ar dados pela normas NBR 6401 ou ANVISA RE 176/2000. Para ambientes com ventilação natural garantir condições adequadas de qualidade do ar.                     | 1        | 1       |
| QA5                           | Eficiência da ventilação nas áreas ocupadas | Encorajar e reconhecer estratégias que melhorem a taxa de entrada de ar externo para promover a saúde do ambiente interno e melhorar o conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes.                                                           | Garantir taxas adequadas de ventilação de forma mecânica ou natural. Quando a área for ventilada mecanicamente seguir a norma NBR 6401 e se for ventilada naturalmente demonstrar as estratégias para a troca efetiva de ar nos ambientes.  | 1        | 1       |
| QA6                           | Garantia dos níveis de conforto térmico     | Promover o conforto térmico do ambiente interno para suporte da produtividade e bem-estar dos ocupantes.                                                                                                                                            | Conceder 1 pto onde se demonstre que foram feitas avaliações do conforto térmico durante o projeto para escolha das melhores opções. Atender as condições de conforto térmico para ocupação humana segundo norma NBR 6401.                  | 1        | 0       |
| QA7                           | Controle de temperatura setorizado          | Promover alto nível de controle individual dos sistemas de conforto térmico pelos ocupantes ou por setores que abriguem grupos específicos para promover a produtividade, conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício.                           | Conceder 1 pto onde se demonstre que foi garantido o controle individual para no mínimo 50% das áreas permitindo ajustes segundo necessidades e preferências dos ocupantes.                                                                 | 1        | 0       |
| QA8                           | Controle de ruídos externos                 | Encorajar e reconhecer edifícios que sejam projetados para manter o controle dos níveis de ruídos externos e de equipamentos.                                                                                                                       | Conceder 1 pto onde se demonstre a preocupação com atenuação dos ruídos externos através do isolamento acústico de paredes, janelas e pisos e equipamentos. Atender norma NBR 10151.                                                        | 1        | 0       |
| QA9                           | Controle de ruídos internos                 | Encorajar e reconhecer edifícios que sejam projetados para manter os ruídos internos dentro de níveis apropriados.                                                                                                                                  | Conceder 1 pto onde se demonstre que em 95% do edifício o projeto alcança níveis de ruído interno de no máximo 45 dB. Segundo norma ABNT projeto 02:135.01.                                                                                 | 1        | 1       |
| TOTAL                         |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             | 11       | 8       |

Tabela 51 – Pós-Graduação Unicenp – Transporte.

| TRANSPORTE            |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |
| REF                   | TÍTULO                              | OBJETIVO                                                                                                                                                                               | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                 | CRÉDITOS | PROJETO |
| T1                    | Acesso ao transporte público        | Encorajar e reconhecer o desenvolvimento de empreendimentos com proximidade e boa acessibilidade à rede de transporte público. Reduzindo a poluição e impactos pelo uso de automóveis. | Desenvolver o projeto dentro de no máximo 500m de distância de uma rede existente de transporte público - ônibus, trem, bonde ou metrô.                                                                                                   | 1        | 1       |
| T2                    | Espaço para bicicletas e vestiários | Encorajar e reconhecer projetos que promovam o uso de bicicletas para seus ocupantes e visitantes garantindo que espaços adequados e facilidades sejam previstos.                      | Conceder 1 ponto quando se demonstre que existe racks ou espaço suficiente e seguro para guarda de bicicletas para atender 5% ou mais de todos os usuários do edifício e esteja previsto área de vestiários para banho e troca de roupas. | 1        | 0       |
| T3                    | Área adequada de estacionamento     | Encorajar e reconhecer projetos que prevejam área adequada de vagas de estacionamento para não sobrecarregar a infra-estrutura local.                                                  | Conceder crédito para os projetos que demonstrem que a capacidade de vagas para estacionamento atende o número solicitado pela legislação local.                                                                                          | 1        | 1       |
| TOTAL                 |                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           | 3        | 2       |

Tabela 52 – Pós-Graduação Unicenp – Poluição.

| POLUIÇÃO              |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   |          |         |
|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                  | OBJETIVO                                                                                                                                                                                           | REQUISITO                                                                                                                                                                                                                                         | CRÉDITOS | PROJETO |
| P1                    | Gerenciamento de resíduos da construção | Separar os escombros de construção e demolição do destino final em aterros e incineradores. Redirecionar os materiais recuperados para reciclagem e materiais reutilizáveis para locais adequados. | Conceder crédito onde se demonstre que foram reciclados ou recuperados no mínimo 25% dos materiais de escombros. (Lei Municipal 11.682/2006)                                                                                                      | 1        | 0       |
| P2                    | Separação de resíduos sólidos           | Separar adequadamente os resíduos sólidos gerados pelos ocupantes do edifício possibilitando a recuperação e reciclagem de materiais.                                                              | Conceder crédito onde fique demonstrado que existem espaços adequados para separação e depósito de resíduos sólidos e orgânicos. (Lei Federal 11.445/2007)                                                                                        | 1        | 1       |
| P3                    | Redução da poluição do ar               | Controlar e eliminar as fontes de poluição do ar no ambiente interno minimizando a exposição dos ocupantes do edifício à particulados e poluentes químicos.                                        | Conceder crédito quando se incorpore um sistema de monitoramento da qualidade do ar com o controle de poluentes, fibras minerais, emissões de VOC's e doenças respiratórias.                                                                      | 1        | 0       |
| P4                    | Redução no uso de gases refrigerantes   | Encorajar e reconhecer sistemas que reduzam o uso de gases refrigerantes com potencial de aquecimento global.                                                                                      | Conceder 1 ponto onde se demonstre que todos os gases refrigerantes tem potencial de aquecimento global (GWP) menor que 5 ou que não existem gases refrigerantes especificados com potencial de aquecimento global.                               | 1        | 1       |
| P5                    | Drenagem das águas pluviais             | Encorajar medidas que promovam o controle e adequado escoamento das águas pluviais evitando sérios impactos no ecossistema local e sobre-carga nos serviços de infra-estrutura pública.            | Conceder crédito onde se garanta o recolhimento das águas pluviais em reservatórios de retenção ou que são respeitadas as taxas de permeabilidade do solo adequados às normas reguladoras. (Lei Federal 11.445/2007 e Decreto Municipal 791/2003) | 1        | 1       |
| P6                    | Redução dos resíduos líquidos           | Reduzir a geração de resíduos líquidos e a demanda de água potável.                                                                                                                                | Conceder crédito pela redução do uso de água potável no transporte de esgoto do edifício através do uso de equipamentos economizadores de água e pela reutilização de águas cinzas e águas pluviais. (Lei Federal 11.445/2007)                    | 1        | 0       |
| TOTAL                 |                                         |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   | 6        | 3       |

Tabela 53 – Pós-Graduação Unicenp – Gerenciamento.

| GERENCIAMENTO         |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       |          |         |
|-----------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                        | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                                         | REQUISITO                                                                                                                                                                                             | CRÉDITOS | PROJETO |
| G1                    | Profissional responsável pelo comissionamento | Encorajar e reconhecer a adoção dos princípios de sustentabilidade ambiental desde os estágios iniciais de projeto.                                                                                                              | Conceder crédito onde se demonstre que um profissional integrante da equipe de projetos é responsável pelo comissionamento, orientando o processo e garantindo o cumprimento das regulamentações.     | 1        | 0       |
| G2                    | Ajuste de desempenho                          | Encorajar e reconhecer a melhoria da eficiência energética e conforto dentro do edifício em todas as estações devido ao adequado comissionamento.                                                                                | Conceder 1 ponto onde ficar demonstrado que será feito um comissionamento de pós-ocupação do edifício monitorando durante 12 meses após início de sua utilização para revisão e ajuste de desempenho. | 1        | 0       |
| G3                    | Manual de operações e desempenho ambiental    | Encorajar a criação de um manual de operações para que os usuários do edifício possam alcançar e melhorar o desempenho ambiental previsto em projeto e gerenciar futuras alterações promovendo eficiência e qualidade ambiental. | Conceder 1 ponto onde se demonstre a existência de um simples guia para o gerente e usuários do edifício que forneça informações relevantes para a operação e desempenho ambiental do edifício.       | 1        | 0       |
| TOTAL                 |                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       | 3        | 0       |

Tabela 54 – Pós-Graduação Unicenp – Inovação.

| INOVAÇÃO              |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |          |         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |          |         |
| REF                   | TÍTULO                                                                                            | OBJETIVO                                                                                                     | REQUISITO                                                                                                                                                                                                           | CRÉDITOS | PROJETO |
| I1                    | Inovações de projeto que melhorem o desempenho ambiental do edifício acima dos índices requeridos | Encorajar e reconhecer a difusão de iniciativas que melhorem os índices de desempenho ambiental do edifício. | Conceder crédito onde se demonstre que a estratégia ou tecnologia inovadora tem significativo benefício ambiental. Demonstrar quais são os requisitos a serem alcançados e como mensurar os benefícios da inovação. | 1        | 0       |
| TOTAL                 |                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     | 1        | 0       |

Tabela 55 – Pós-Graduação Unicenp – Classificação.

| <b>CLASSIFICAÇÃO</b>         |                               |                  |                       |                   |                      |
|------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| <b>PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP</b> |                               |                  |                       |                   |                      |
|                              |                               | PONTOS AVALIADOS | PORCENTAGEM CATEGORIA | PONTOS ALCANÇADOS | PORCENTAGEM RELATIVA |
| 1                            | LOCAL                         | 4                | 7,5%                  | 2                 | 50,0%                |
| 2                            | ÁGUA                          | 7                | 13,2%                 | 1                 | 14,3%                |
| 3                            | ENERGIA                       | 8                | 15,1%                 | 2                 | 25,0%                |
| 4                            | MATERIAIS                     | 10               | 18,9%                 | 1                 | 10,0%                |
| 5                            | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | 11               | 20,8%                 | 8                 | 72,7%                |
| 6                            | TRANSPORTE                    | 3                | 5,7%                  | 2                 | 66,7%                |
| 7                            | POLUIÇÃO                      | 6                | 11,3%                 | 3                 | 50,0%                |
| 8                            | GERENCIAMENTO                 | 3                | 5,7%                  | 0                 | 0,0%                 |
| 9                            | INOVAÇÃO                      | 1                | 1,9%                  | 0                 | 0,0%                 |
| <b>TOTAL</b>                 |                               | <b>53</b>        | <b>100,0%</b>         | <b>19</b>         | <b>35,8%</b>         |

|                      |     |             |
|----------------------|-----|-------------|
| CLASSIFICAÇÃO BÁSICA | 35% | 18 - 22 pts |
| CLASSIFICAÇÃO BRONZE | 45% | 23 - 31 pts |
| CLASSIFICAÇÃO PRATA  | 60% | 32 - 39 pts |
| CLASSIFICAÇÃO OURO   | 75% | 40 - 53 pts |

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| NOME DO EDIFÍCIO | PÓS-GRADUAÇÃO UNICENP |
| CLASSIFICAÇÃO    | BÁSICA                |

#### 5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO 2

Após avaliação do edifício segundo o método proposto percebe-se que a pontuação final foi baixa – com 19 pontos dos 53 possíveis, um aproveitamento de 35,8% que posiciona o edifício no limite para ser considerado como *classificação básica*.

Alguns quesitos obtiveram aproveitamento razoável, como *local* (50%), *qualidade do ambiente interno* (72%), *transporte* (66,7%) e *poluição* (50%). Os demais temas de desempenho avaliados como *água* (14,3%), *energia* (25%), *materiais* (10%), *gerenciamento* (0%) e *inovação* (0%) ficaram com aproveitamento abaixo da média.

O tema *água* teve baixa pontuação, pois mesmo com a especificação de equipamentos de baixo consumo, como lavatórios, vasos sanitários e mictórios eficientes; alguns aspectos não foram contemplados no momento do projeto, pois ainda não eram recomendações na legislação local, caso da reutilização das águas pluviais e das águas cinzas. No tema *energia* os únicos créditos que puderam ser computados foram os relacionados à eficiência energética, em função da especificação de um conjunto de iluminação eficiente (luminárias, lâmpadas e reatores) e que representaram uma redução no consumo estimado de 15%. No item *materiais* a pontuação também foi baixa em função do grande peso que é dado ao reuso e reaproveitamento de materiais nesse item específico. *Gerenciamento* e *inovação* não alcançaram créditos.

Entre os itens que melhor pontuaram, no tema *qualidade do ambiente interno* destacam-se aspectos como aproveitamento de luz natural, e níveis adequados de iluminação e ventilação.

A análise dos resultados obtidos demonstra que o baixo aproveitamento na classificação geral está possivelmente relacionado com o fato do edifício não ter a proposta de sustentabilidade como uma premissa desde sua concepção original. Ainda assim o projeto garante ao edifício condições de utilização bastante confortáveis.

Alguns itens, principalmente na questão de eficiência no uso de energia e água, poderiam ser melhorados com pequenas adequações no edifício.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho procurou-se avançar na proposta de formatação de uma estrutura básica para o desenvolvimento de um sistema de avaliação ambiental de edifícios. A aplicação dos estudos de caso traz algumas constatações que se apresentam como sugestão para a continuidade de desenvolvimento do método:

- A estrutura de avaliação proposta consegue abranger suficientemente os principais aspectos relacionados a sustentabilidade ambiental do edifício, podendo ser mantida nos desenvolvimentos posteriores do método. No desenvolvimento do método o tema *qualidade do serviço* poderá ser integrado à estrutura de avaliação, avaliando questões como adaptabilidade, flexibilidade, funcionalidade, durabilidade e amenidades oferecidas aos usuários pelos espaços criados.
- Deve ser considerada a ampliação do escopo de avaliação, inserindo indicadores sociais e econômicos que possibilitem a avaliação da sustentabilidade de forma integral.
- A formatação do método proposto através de uma lista de verificação em planilhas do tipo Excel cumpre sua função, fornecendo uma ferramenta de fácil utilização e aplicação pelos profissionais envolvidos no desenvolvimento do projeto.
- Para os critérios de pontuação pode ser criada uma coluna para pontos a serem confirmados, pois alguns itens só podem ser averiguados após a execução do edifício, como, colocação de equipamentos de monitoramento

de consumo, níveis de eficiência no consumo, restauração de áreas vegetais, controle dos níveis de ruído.

- É necessário avançar a aplicação em um número maior de estudos de caso para que se possa determinar uma ponderação mais adequada ao peso dos critérios avaliados.
- Em alguns temas de desempenho, os critérios de consenso que foram selecionados necessitam passar por reavaliação, que possibilite uma adequação maior às características e necessidades locais brasileiras. Como por exemplo, o tema local, onde metade dos pontos são atribuídos a questões envolvendo reuso e recuperação de áreas anteriormente ocupadas, característicos de países com áreas urbanas mais antigas e consolidadas; como sugestão poderia ser dado maior peso à questão de implantação do edifício, onde a correta orientação em relação ao sol e ventos influi diretamente nos índices de consumo de energia para condicionamento do edifício. No tema materiais, quatro dos seis itens avaliados se relacionam à reciclagem e reutilização de materiais, prática comum em países com modelo de construção mais desenvolvido e uso de sistemas pré-fabricados, o que dificulta a pontuação durante a avaliação, pois estes itens ainda não fazem parte do processo construtivo brasileiro; em contra-partida poderiam ser incluídos critérios que estimulassem a redução do desperdício de materiais e de produção de resíduos durante a execução do edifício.
- A necessidade da utilização de softwares de simulação para alguns itens, como iluminação e conforto térmico, torna sua utilização mais complexa.
- A estrutura de avaliação pode incluir critérios de pré-requisitos e de bônus. Alguns itens avaliados podem ser transformados em pré-requisito, para que

se garanta uma condição mínima de desempenho ambiental ou ainda para critérios que sejam exigência na legislação local, como por exemplo, questões relacionadas à coleta e reuso de águas pluviais e cinzas. Outros critérios poderiam ser caracterizados como bônus, para que se possa assim incentivar a melhoria contínua dos níveis de desempenho ambiental do edifício.

- O critério de classificação final de desempenho ambiental do edifício seguiu uma média entre os sistemas avaliados, mas através de um maior número de estudos de caso deverá se estabelecer um referencial de desempenho ambiental dos edifícios que baliza o critério de classificação e que seja mais compatível ao contexto brasileiro.

A proposta de desenvolvimento de um método de avaliação ambiental que possa ser facilmente aplicado na fase de projeto foi iniciada. Este é um processo que demanda uma série de ajustes e revisões, e as considerações acima apresentadas devem contribuir para a continuidade da pesquisa. O trabalho desenvolvido não tem a pretensão de ser conclusivo, espera-se sim, que possa servir como contribuição à desenvolvimentos futuros que ajudem a consolidar novos patamares de sustentabilidade para a arquitetura e as cidades brasileiras.

## 7 REFERÊNCIAS

ARGAN, C. **História da arte como história da cidade**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1992.

BALDWIN, R.; LEACH, S. J.; DOGGART, J. V.; ATTENBOROUGH, M. P. **BREEAM 1/90: an environmental assessment for new office designs**. BRE Report. Garston: CRC, 1990.

BICCA, P.R.S. **Brasília: Mitos e realidades**. In: PAVIANI, Aldo (org.) Brasília, Ideologia e realidade: Espaço Urbano em questão. São Paulo: Projeto, 1985.

BOLETIM PMC. **Plano de urbanização – Plano Agache**. Ano II, nº 12, 1943.

BREEAM – BRE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD. **BRE – Assessment Estimator – Design & Procurement**. [www.breeam.org](http://www.breeam.org) (acessado em 03/10/2006).

BRITANNICA. Ilustração retirada do site [www.britannica.com](http://www.britannica.com) (acessado em 05/05/2007).

CASA-NEL-VENETO. Ilustração retirada do site [www.casa-nel-veneto.com](http://www.casa-nel-veneto.com) (acessado em 05/05/2007).

CASBEE - COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY. **CASBEE for New Construction**. [www.ibec.or.jp/CASBEE](http://www.ibec.or.jp/CASBEE) (acessado em 03/10/2006).

CHOAY, F. **A regra e o modelo**. São Paulo: Perspectiva, 1985.

COELHO, E. C. (coord.). **Dimensões do planejamento urbano: O caso de Curitiba**. Rio de Janeiro: Minter / Iuperj, 1974.

COLE, R. J.; LARSSON, N. **Green Building Challenge'98**. In: Second International Conference Buildings and the Environment. Proceedings. Paris, 1997.

COLE, R. J. **Sustainable Building: Indicators of progress**. Sustainable Building, nº4, 2002.

COLE, R. J. **Building Environmental Assessment methods: Redefining Intentions**. Vancouver: University of British Columbia, School of Architecture, 2005.

COLLEGI D'ARQUITECTES DE CATALUNYA – DEMARCACIÓ DE BARCELONA. **Planeamiento y Sostenibilidad**. Barcelona, 2000.

CONSÓRCIO PARCERIA 21; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Cidades sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira**. Brasília, 2000.

COOK, J. **Millennium Measures of Sustainability: Beyond Bioclimatic Architecture**. In: Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment. Florianópolis, 2001.

EDWARDS, B. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

ERAS. Ilustração retirada do site [www.eras.free.fr](http://www.eras.free.fr) (acessado em 05/05/2007).

FONDATIONLECORBUSIER. Ilustração retirada do site [www.fondationlecorbusier.asso.fr](http://www.fondationlecorbusier.asso.fr) (acessado em 05/05/2007).

GAUZIN-MÜLLER, D. **Arquitectura ecológica – 29 ejemplos europeos**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

GIRARDET, H. **The Gaia Atlas of Cities**. Gaia Books, 1992.

GONSALES, C.H.C. **Cidade moderna sobre cidade tradicional: movimento e expansão**. Portal Vitruvius, arqutexto 059, Artigo, 2005.

GREEN STAR - GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA (GBCA). **Green Star – Office Design V2** [www.gbcaus.org](http://www.gbcaus.org) (acessado em 03/10/2006).

GUIMARÃES, R. P. **Do desenvolvimento (in)sustentável à sociedade sustentável**. In: Rio 92 – 5 anos depois. Rio de Janeiro: Fase, 1997.

HAGAN, S. **Taking Shape – A new contract between Architecture and Nature**. Oxford: Architectural Press, 2001.

HALL, P. **Cidades do amanhã. Uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos no século XX**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2002 (ed. orig. *Cities of Tomorrow*. Basil Blackwell, 1988).

HQE - BATIMENTS TERTIAIRES – DÉMARCHE HQE. **Referentiel Technique de Certification / 2006**. [www.assohqe.org](http://www.assohqe.org) (acessado em 03/10/2006).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br) (acessado em 01/08/2006).

IDEARAREMAPS. Ilustração retirada do site [www.idealaremaps.com](http://www.idealaremaps.com) (acessado em 05/05/2007).

IISBE – INTERNACIONAL INITIATIVE FOR A SUSTANABLE BUILT ENVIRONMENT. **GBTool User Manual – Green Building Challenge 2002**. [www.greenbuilding.ca/gbc2k/gbtool](http://www.greenbuilding.ca/gbc2k/gbtool) (acessado em 03/10/2006).

IISBE – INTERNACIONAL INITIATIVE FOR A SUSTANABLE BUILT ENVIRONMENT. **GBC'98 – 2002 Process Overview**. [www.greenbuilding.ca/gbc2k/gbtool](http://www.greenbuilding.ca/gbc2k/gbtool) (acessado em 03/10/2006).

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Revista Espaço Urbano** (Volume 6). Curitiba, 2004.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Ilustrações e dados retirados do site [www.ippuc.org.br](http://www.ippuc.org.br) (acessado em 05/05/2006).

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Buildings and constructed assets – Sustainability in Building – Sustainability indicators. ISO AWI 21932 (ISO TC59/SC3/N469)**, 2002.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Buildings and constructed assets – Sustainability in Building – Framework for assessment of environmental performance of buildings. ISO CD 21931 (ISO TC59/SC3/N501)**, 2003.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Sustainability in building construction – Sustainability indicators, Framework for the development of indicators for buildings. ISO/TS 21929-1**, 2006.

ISL. Ilustração retirada do site [www.isl.uni.karlsruhe.de](http://www.isl.uni.karlsruhe.de) (acessado em 05/05/2007).

JONES, D. L. **Arquitectura y entorno**. Barcelona: Blume, 2002.

JOHN, V.M.; AGOPYAN, V.A.; ABIKO, A.K.; PRADO, R.T.A.; GONÇALVES, O.M.; SOUZA, U.E. (2000). **Agenda 21 for the Brazilian construction industry – a proposal**. In: **Construction and Environment: from theory into practice**. Proceedings. São Paulo: CIB/PCC.USP, 2000.

JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. **Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro**. In: II Encontro nacional e I Encontro latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Anais. Canela – RS: ANTAC/UFRGS, 2001.

KOSMOGRAPH. Ilustração retirada do site [www.kosmograph.com](http://www.kosmograph.com) (acessado em 05/05/2007).

LERNER, J. **Ação local, sobrevivência global**. Rio de Janeiro: Revista Ecologia e Desenvolvimento, nº14, 1992.

LIBRARY. Ilustração retirada do site [www.library.cornell.edu](http://www.library.cornell.edu) (acessado em 05/05/2007).

LIPPIAT, B. **BEES 2.0: Building for environmental and economic sustainability. Technical manual and user guide**. NISTIR 6520. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2000.

LYLE, J. T. **Design for Human Ecosystems: Landscapes, Land Use and Natural Resources**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1985.

LYLE, J.T. **Regenerative design for sustainable development**. Califórnia: Polytechnic University Pomona, John Wiley & Sons, 1994.

MARCONDES, M. J. A. **Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. São Paulo: Studio Nobel, Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 1999.

MCA – MANOEL COELHO ARQUITETURA E DESIGN. Dados, projetos e ilustrações utilizados no trabalho. Curitiba, 2006.

MELKOT. Ilustração retirada do site [www.melkot.com](http://www.melkot.com) (acessado em 05/05/2007).

MEMBROS. Ilustração retirada do site [www.membros.aveiro-digital.net](http://www.membros.aveiro-digital.net) (acessado em 05/05/2007).

MENEZES, C. L. **Desenvolvimento urbano e meio ambiente: A experiência de Curitiba**. Campinas: Papirus, 1996.

MORE, T. **A utopia**. Lisboa: Guimarães Editores, 1996.

MÜLFARTH, R. K. **Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 2002.

MÜLFARTH, R. K. **O papel da arquitetura na redução dos impactos ambientais**. São Paulo: Nova Técnica, Revista Sistemas Prediais, nº 1, Artigo, 2007.

MUNFORD, L. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. São Paulo: Martins Fontes, 1982.

MUVTOR. Ilustração retirada do site [www.muvtor.btk.ppke.hu](http://www.muvtor.btk.ppke.hu) (acessado em 05/05/2007).

NRCAN - NATIONAL RESOURCES CANADA; CANMET ENERGY TECHNOLOGY CENTRE (Ed.). **Green Building Challenge'98: an international conference on the**

**Performance Assessment of Buildings.** Proceedings. NRCan/CANMET, Vancouver, 1998.

O DEZENOVE DE DEZEMBRO. 29 de outubro de 1856.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment.** Environment Monographs, 1993.

PEREIRA, M.; SANTOS, A. C. **Vilas e cidades do Paraná do século XIX.** 1995.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta.** Barcelona: Gustavo Gili, 1997.

ROSENAU, H.A. **Cidade ideal.** Lisboa, Presença, 1988.

RUANO, M. **Ecourbanismo – entornos humanos sostenibles: 60 proyectos.** Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI.** In “Para Buscar o Desenvolvimento Sustentável”. Bursztyn, M. (Org) et al. Brasília: Editora Brasiliense, 1994.

SANT’ANNA, M.J.G. **A cidade como objeto de estudo: diferentes olhares sobre o urbano.** Artigo, 2002. Site [www.comciencia.br](http://www.comciencia.br) (acessado 01/08/2006).

SANTOS, M. **1992: a redescoberta da natureza.** In “Estudos Avançados”, São Paulo: Edusp, 1992.

SEQUINEL, M.C.M. **O modelo de sustentabilidade urbana de Curitiba, um estudo de caso.** Florianópolis: Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação 2002.

SILVA, V. G. **Avaliação desempenho ambiental de edifícios.** Revista Qualidade da Construção, nº25, Artigo, 2000.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. **Avaliação desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para o desenvolvimento no Brasil.** Artigo, 2002.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Tese de Doutorado, 2003.

SILVA, V. G. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para o desenvolvimento no Brasil.** Porto Alegre: Ambiente Construído, Artigo, 2007.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito.** São Paulo: Edusp, 1995.

STUCKENBRUCK, D. C. **O Rio de Janeiro em questão: o Plano Agache e o ideário reformista dos anos 20.** Rio de Janeiro: IPPUR, 1996.

SZABO, L.P. et al. **Sistema de Análise e Avaliação Sócio-Humano-Ambiental, SAASHA.** São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackensie, Artigo, 2005.

TAFURI, M. **Projeto e Utopia.** Lisboa: Editorial Presença, 1985.

THOMAS, K. **O homem e o mundo natural**. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

TODD, J. A.; JOHN, C. **Draft List of Potential Indicators os Sustainability or Environmental Performance for Discussion by GBC International Framework Committee Indicators Work Group**. 2001.

TRINDADE, E. M. C. **Cidade, homem e natureza: uma história das políticas ambientais de Curitiba**. Curitiba: Unilivre, 1997.

USGBC - US GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED – Rating System / version 2.0 - including the project checklist / 2001**. [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) (acessado em 03/10/2006).

USGBC - US GREEN BUILDING COUNCIL. **Aplication Guide for Lodging / using the LEED Green Building Rating System / 2001**. [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) (acessado em 03/10/2006).

VASCONCELOS, Z. G. **Relatório de Governo**. 1º de maio de 1855.

VITRUVIUS. Ilustração retirada do site [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br) (acessado em 05/05/2007).

YEANG, K. **Projectar con la naturaleza**. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

ZIMMERMANN, A. ; AHO, I.BORDASS, B. ; GEISSLER, S.; JAANISTE, R. **Proposed Framework for Environmental Assessment of Existing Buildings**. In: Sustainable Building 2002. Proceedings. IISBE/ CIB. Oslo: Biggforsk, 2002.