

TRADIÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE:
desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e
construção

Rosilaine André Isoldi

Porto Alegre

Abril 2007

ROSILAINE ANDRÉ ISOLDI

**TRADIÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: DESAFIOS
E PERSPECTIVAS DO PROJETO SUSTENTÁVEL EM
ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia

Porto Alegre

Abril 2007

ROSILAINE ANDRÉ ISOLDI

**TRADIÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE:
DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO PROJETO SUSTENTÁVEL
EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO**

Esta tese de doutorado foi julgada adequada para obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, 26 de abril de 2007

Prof. Miguel Aloysio Sattler

Ph.D. pela University of Sheffield, Inglaterra
orientador

Prof. Fernando Schnaid

Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Beatriz Fedrizzi

Ph.D. pela Swedish University of
Agricultural Studies, Suécia

Prof. Heitor da Costa Silva

Ph.D. pela Architectural Association School
of Architecture, Grã-Bretanha

Profa. Ester Gutierrez

Dra. pela Pontífica Universidade Católica-RS

Prof. Ioshiaqui Shimbo

Dr. pela Universidade Estadual de Campinas

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dizer o meu muito obrigado a todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização e *construção* desta Tese. Em especial,

à CAPES, e ao PQI (Programa de Qualificação Institucional), pelo apoio sem o qual não seria possível a realização deste trabalho;

ao professor Miguel Aloysio Sattler, pela palavra amiga, sábia e indispensável; pelo seu conhecimento e abertura à aprendizagem e às diferenças; pelo seu exemplo e pelas inúmeras oportunidades de aprendizado que me proporcionou;

à professora Ester Gutierrez pela preciosa contribuição e auxílio na elaboração da Tese;

à professora Nirce Medvedovski pela colaboração inicial e incentivo;

aos colegas professores da FAUrb/UFPEL, por oportunizarem minha liberação para realização da Tese;

aos funcionários do PPGEC/UFRGS e do NORIE pela atenção recebida e profissionalismo;

ao Denis pelo companheirismo, paciência e apoio;

à minha mãe e meus irmãos pelo apoio, compreensão e incentivo durante toda a pesquisa, mas, principalmente, nos momentos de maior incerteza e dificuldades.

“Somos responsáveis por aquilo que fazemos, o que não fazemos e o que impedimos de fazer”.

Albert Camus

RESUMO

ISOLDI, R.I. Tradição, inovação e sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

Partindo do pressuposto de que o ato de projetar deve se ajustar às transformações sociais e conceituais contemporâneas e aos novos requisitos advindos da busca pelo desenvolvimento sustentável, este trabalho realizou estudo sobre as características e princípios do projeto sustentável em arquitetura e construção. Estabeleceu como hipótese que a combinação da tradição e da inovação (voltada para tecnologia limpa) pode contribuir para que os projetos tenham como finalidade a sustentabilidade. O estudo, de abordagem qualitativa e multidisciplinar, apresentou um panorama sobre a sustentabilidade nos campos de conhecimento da arquitetura e da construção, com dados coletados através de pesquisa bibliográfica, com a utilização de pressupostos da pesquisa antropológica e dos estudos de caso. A tese revelou que a arquitetura e construção sustentável contempla várias dimensões e que o processo para sua concretização é diferenciado, incorporando novas variáveis e apresentando vários desafios e perspectivas. Tanto a tradição (antigos saberes) como a inovação (novos saberes) podem fornecer lições e referenciais que rompam com as práticas usuais em arquitetura e construção e possibilitar a eleição de alternativas mais sustentáveis para os edifícios e assentamentos humanos, uma vez que propiciam uma melhor adequação ao meio natural e cultural, às necessidades e potencialidades locais e às necessidades e exigência dos usuários. Os achados da tese se propõem a integrar o conhecimento acumulado sobre o tema, na expectativa de que as conclusões alcançadas, mesmo se constituindo em um olhar sobre a realidade específica, possam ser úteis para a teoria e a prática de projetos sustentáveis em arquitetura e construção, contribuindo, assim, para a criação de *habitats* mais humanos.

Palavras-chave: edificações sustentáveis, arquitetura sustentável, projeto sustentável de edificações, ensino superior, sustentabilidade

ABSTRACT

ISOLDI, R.I. Tradição, inovação e sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

Considering the assumption that the design act should respond to social and conceptual contemporary changes and the new requirements of achieving sustainability, this work studied characteristics and principles of sustainable design in architecture and construction. The hypothesis established by this study was that the combination between tradition and innovation (looking for an alternative technology) can contribute for sustainable design. This was a qualitative and multidisciplinary study and presented a panorama on sustainability in architecture and construction knowledge fields, with updated from the literature added with contributions from the anthropologic sciences and including a case study. The thesis showed that sustainable architecture and construction requires the consideration of many dimensions and the process for their materialization is differentiated, incorporating new variables and presenting many challenges and perspectives. Both, tradition (old knowledge) and innovation (new knowledge) can contribute with lessons and references that break up with the usual practices in architecture and construction and make possible the election of more sustainable alternatives for buildings and human environments, since they are more suited to value social and cultural aspects and the environment, to better exploit local potentialities and supply user's needs. The thesis findings intend to integrate the accumulated knowledge on the theme, in the expectation that the conclusions, even if restricted to a specific point of view, can be a useful addition to the theory and the practice of sustainable architecture and construction, thus contributing for the creation of more human *habitats*.

Key-words: sustainable building, sustainable architecture, sustainable design, superior education, sustainability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sustentabilidade na arquitetura e na construção.....	p. 74
Figura 2: Painéis de células fotovoltaicas	p. 90
1 –Telhas fotovoltaicas	
2 – Painéis fotovoltaicos próximos à cobertura	
Figura 3: Turbinas eólicas (aerogeradores) Parque eólico de Osório, RS.....	p. 92
Figura 4: Superadobe	p. 96
1. protótipo de residência construída com superadobe	
2 . plasticidade propiciada pela flexibilidade do material	
Figura 5: Bambu na construção	p. 97
1 -2. Construção em Bambu	
3. Vedação em bambu (divisão interna)	
4 – 5. Muros em bambu	
Figura 6: Construção com fardos de palha	p.100
1-2-3-4. Diferentes etapas da construção com fardos de palha	
Figura 7: Construção com painéis e pilares de papel reciclado	p.104
1. Escola primária Westborough, Inglaterra	
2. Detalhe dos pilares de papel reciclado	
Figura 8: A cidade ideal de Vitruvius.....	p. 156
Figura 9: Vista aérea do tecido urbano de Trípoli – cidade islâmica	p. 157
Figura 10: Rua coberta, cidade árabe	p. 157
Figura 11: Esquema mostrando conjunto de casas na cidade árabe	p. 157
Figura 12: Iglus	p. 158
1. Esquema da construção	
2. Planta e seção	
3-4. Imagens de iglus	
Figura 13: Casas enterradas, clima ártico	p. 159
1. Perspectiva	
2. Seção	
Figura 14: Esquema de habitação subterrânea indígena	p. 160
1. Planta baixa	
2. Corte	
Figura 15: Yurtes	p. 160
Figura 16: Controle climático nas casas islâmicas	p. 162
Figura 17: Aberturas em diferentes níveis permitem a ventilação na casa-pátio oriental ..	p. 163
Figura 18: Planta de uma residência grega, segundo Vitruvius	p. 163
Figura 19: Vista de um peristilo.....	p. 164
Figura 20: Estância da Graça, Arroio Pelotas, RS	p. 166
1. Planta	
2. Vista	

Figura 21: Charqueada São João, Pelotas, RS	p.166
1. Planta	
2. Vista	
Figura 22: Presença de muxarabis.....	p. 168
1. Sobrado em Diamantina (MG)	
2. Sobrado em Olinda (PE)	
Figura 23: Grande Hotel de Ouro Preto(1939)	p. 168
1. Vista geral	
2. Esquema de insolação	
3. Detalhe sacadas	
Figura 24: Parque Guinle, Rio de Janeiro (1948-1954)	p.169
1. Vista geral	
2. Detalhe cobogós	
3. Perspectiva	
Figura 25: Ministério da Educação e Saúde (1937-1943), RJ	p. 170
1. Vista geral	
2. Detalhe brise	
Figura 26: Prédio da Associação Brasileira de Imprensa (1936-1938), Rio de Janeiro	p. 170
1. Vista geral	
2. Detalhe brise	
Figura 27: Elementos da arquitetura colonial.Cunhais e beirais.....	p.171
1- 2. Cunhal e beiral	
3. Beiral	
Figura 28: Teatro Grego, Priene	p.172
1. Vista	
2. Perspectiva (reconstituição)	
Figura 29: Igreja Le Thoronet (1160-1175)	p. 173
Figura 30: Igreja La Tourette, (1957-1960)	p. 173
Figura 31: El Capricho (1883-1885)	p. 174
Figura 32: Interpretação de Leonardo da Vinci do homem de Vitrúvio com as proporções áureas relacionadas.....	p. 177
Figura 33: Coluna e capitéis dóricos	p. 178
Figura 34: Coluna e capitéis jônicos	p. 178
Figura 35: Coluna e capitéis coríntio	p. 178
Figura 36: Folha de acanto natural e estilizada	p. 179
Figura 37: Bucrânio - ornamento inspirado em uma cabeça de boi	p. 179
Figura 38: Tribuna das Cariátides, Erecteion	p. 179

Figura 39: Detalhe de pilar - Parque Güell	p. 180
Figura 40: Parque Güell	p. 182
1. Caminho	
2. Banco	
Figura 41: Casa Kaufmann (Casa da Cascata) 1935-1939.....	p. 183
Figura 42: Interior Fábricas Johnson (1939)	p. 183
Figura 43: Modulor	p. 185
Figura 44: Arquitetura antroposófica, Rudolf Steiner	p. 187
Figura 45: Aldeia Krahô, Brasil	p. 190
Figura 46: Aldeia Kayapó-Xikrin, Brasil	p. 190
Figura 47: Aldeia Bororó,Brasil	p. 190
Figura 48: Esquema de uma cidade-jardim, segundo Ebenezer Howard	p. 197
Figura 49: Traçado de uma cidade-jardim, segundo Ebenezer Howard	p. 197
Figura 50: Broadacre City, desenho de Frank Lloyd Wright	p. 199
Figura 51: Coluna e templos com estrutura de madeira (reconstituição)	p. 200
1. Estrutura em madeira de um templo grego	
2. Planta e vista de um templo grego	
3. Coluna	
Figura 52: Tríglicos do Partenon	p. 201
Figura 53: Detalhes de construção (romana) em pedra	p. 202
Figura 54: Detalhe de edifício (romano) construído em tijolo	p. 202
Figura 55: Caminho do Parque Güell	p. 204
Figura 56: Pilares do Parque Güell	p. 204
Figura 57: - Detalhe de fragmentos de mosaicos em cerâmica, Parque Güell.....	p. 205
Figura 58: Casa Kaufmann (Casa da Cascata) 1935-1939	p. 205
Figura 59: Interior – Casa Kaufmann (Casa da Cascata)	p. 206
Figura 60: Imagem aqueduto	p. 208
1. Vista aqueduto de Nimes	
2. Seção da tubulação	
Figura 61: Átrio e impluvio, casa romana	p.209
Figura 62: Cisternas: Piscina Mirabile e de Albano.....	p.209
1. Piscina Mirabile	
2. Piscina de Albano	
Figura 63: Fontes	p. 210
1. Piazza Navona, Roma	
2. Fonte dos Contos, Ouro Preto (MG)	
3. Chafariz São José , Tiradentes (MG)	

Figura 64: Parque Güell, Barcelona	p. 211
1. Terraço	
2. Dragão (cisterna)	
3. Cabeça de serpente (fonte)	
Figura 65: Implantação geral e zoneamento – Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)	p. 214
Figura 66: Perspectiva geral do conjunto - Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)	p. 215
Figura 67: Processo participativo - Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)	p. 220
1-2. Encontros realizados com a comunidade escolar	
3-4. Desenhos realizados por alunos, ilustrativo das aspirações para nova escola, utilizados como referência pelos projetistas	
Figura 68: Pórtico de acesso a Escola Escola Frei Pacífico, Viamão (RS).....	p. 226
1. Perspectiva	
2. Foto da construção	
Figura 69: Volumetria - Escola Escola Frei Pacífico. Circularidade e centralidade.....	p. 228
Figura 70: Composição Formal Escola Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)	p. 231
1-2. Estudo das fachadas internas	
3-4. Fachadas internas em construção	
5-6. Fachadas internas com acabamentos	
Figura 71: Detalhes e acabamentos - Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)	p. 232
1-2-3. Materiais e acabamentos externos	
4-5-6. Acabamentos do interior da construção	
Figura 72: Vista Geral do Refúgio Biológico Bela Vista	p. 237
Figura 73: Implantação Geral do Refúgio Biológico Bela Vista	p. 239
Figura 74: Esquemas que representam a conceituação do Projeto do Refúgio Biológico Bela Vista	p. 240
1. Esquema conceitual:os quatro elementos: ar, terra, fogo, água	
2. Conceituação: um visão artística.Esboço produzido na charrete realizada	
Figura 75: Choupana - Refúgio Biológico Bela Vista	p. 250
Figura 76: Edifício do Sol e da Lua - Refúgio Biológico Bela Vista	p. 251
Figura 77: Estética ecológica: uso do telhado verde - Refúgio Biológico Bela Vista	p. 252
1.Cobertura da administração	
2. Cobertura do edifício do Sol e da Lua	

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação das principais características da tecnologia pesada e da tecnologia limpa	p. 84
Quadro 2 : Principais características do projeto sustentável	p. 150
Quadro 3 : Resumo da análise dos Estudos de Caso	p. 256
Quadro 4: Contribuições da inovação e tradição para projetos sustentáveis (estudos de caso)	p. 261
Quadro 5: Características e princípios da arquitetura sustentável	p.265

I85t Isoldi, Rosilaine André

Tradição, inovação e sustentabilidade : desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção / Rosilaine André Isoldi. – 2007.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2007.

Orientação : Prof. Dr. Miguel Aloysio Sattler

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Construção civil. 3. Arquitetura sustentável. I. Sattler, Miguel Aloysio, orient. II. Título.

CDU-69:658(043)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	p. 14
LISTA DE QUADROS	p. 18
INTRODUÇÃO	p. 19
PARTE 1 Caracterização da Pesquisa	
Conhecendo a pesquisa e o seu objeto de estudo	
1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	p. 24
1.1 CONSTRUÇÃO DO PROBLEMA DE ESTUDO	p. 24
1.1.1 Detalhamento da gênese do problema	p. 24
1.1.2 O enunciado do problema: questões de pesquisa	p. 26
1.2 OBJETIVOS	
1.2.1 Objetivo geral	p. 29
1.2.2 Objetivos específicos	p. 29
1.3 ELABORAÇÃO DA HIPÓTESE	p. 29
1.4 METODOLOGIA	p. 30
PARTE 2 Sustentabilidade, tradição e inovação	
Conhecendo os principais temas da pesquisa	
2 TRANSFORMAÇÕES NA SOCIEDADE E NOS CONCEITOS: A BUSCA DA SUSTENTABILIDADE E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	p. 34
2.1 CONSTITUIÇÃO DO SABER AMBIENTAL: CONCEITOS ECOLÓGICOS, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	p. 38
2.1.1 Visão sistêmica	p. 38
2.1.2 Visão Ecosistêmica	p. 39
2.1.3 Ecologia	p. 40
2.1.4 Hipótese Gaia	p. 42
2.1.5 Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável	p. 43
2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARA SUSTENTABILIDADE: UM NOVO PARADIGMA NA EDUCAÇÃO	p. 49

2.2.1 Educação ambiental	p. 52
2.2.2 Educação para sustentabilidade	p. 53
2.2.3 A educação ambiental e para sustentabilidade e o ensino superior	p. 55
3 TRADIÇÃO (ANTIGOS SABERES): INTERFACES ENTRE CULTURA, TRADIÇÃO, SUSTENTABILIDADE E ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO.....	p. 59
3.1 CULTURA	p. 60
3.1.1 Permanência e inovação	p. 62
3.1.2 Patrimônio cultural	p. 63
3.2 TRADIÇÃO	p. 64
3.2.1 Tradição em arquitetura e construção	p. 66
3.3 UMA ANÁLISE DA TRADIÇÃO EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO: UM OLHAR SOBRE AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	p. 67
<i>1^o momento: práticas pontuais de sustentabilidade</i>	p. 68
<i>2^o momento: questionamento, elaboração teórica e experiências sustentáveis</i>	p. 72
<i>3^o momento: cidade e arquitetura sustentáveis</i>	p. 73
4 INOVAÇÃO, TÉCNICA E TECNOLOGIA: NOVOS SABERES EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	p. 75
4.1 INOVAÇÃO	p. 76
4.2 TÉCNICA E TECNOLOGIA	p. 79
4.2.1 Tipos de tecnologia	p. 82
4.3 INOVAÇÃO EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO	p. 85
4.4 TECNOLOGIAS INOVADORAS NA CONSTRUÇÃO VISANDO A SUSTENTABILIDADE	p. 86
4.4.1 Utilização de fontes renováveis de energia	p. 87
4.4.1.1 Aproveitamento da energia solar: aquecimento e geração de energia elétrica	p. 87
<i>aquecimento</i>	p. 87
<i>geração de energia elétrica: células solares ou células fotovoltaicas</i>	p. 88
4.4.1.2 Aproveitamento do vento: energia eólica	p. 91
4.4.2 Materiais	p. 93
4.4.2.1 Terra (barro)	p. 95
<i>superadobe</i>	p. 95

4.4.2.2 Bambu	p. 96
4.4.2.3 Materiais com aproveitamento de resíduos	p. 98
<i>reciclagem de entulho proveniente da construção e demolição</i>	p. 98
<i>biokreto</i>	p. 99
<i>fardos de palha</i>	p. 100
<i>tijolos (blocos) para alvenarias</i>	p. 101
- <i>com cinza proveniente da queima da casca de arroz</i>	p. 101
- <i>com cinza de carvão mineral</i>	p. 101
<i>telhas</i>	p. 101
- <i>telhas com fibras vegetais</i>	p. 101
- <i>biotelha</i>	p. 102
- <i>telhas ecológicas</i>	p. 102
<i>coberturas: telhados verdes ou “vivos”</i>	p. 102
<i>papel reciclado</i>	p. 104
4.4.3 Incorporação de zonas de produção de alimentos em projetos	p. 105
4.4.3.1 Permacultura	p. 105
4.4.3.2 Paisagismo produtivo	p. 108
4.4.3.3 Aqüicultura	p. 109
4.4.4 Produção social do habitat e participação da comunidade na elaboração	p. 109
4.4.5 Reuso da água, tratamento de efluentes	p. 111
4.4.5.1 Recuperação das águas pluviais	p. 112
4.4.5.2 Tratamento de esgotos	p. 112

PARTE 3 Arquitetura e construção sustentável

Desvendando as interfaces entre sustentabilidade e arquitetura/construção

5 PROJETO SUSTENTÁVEL EM ARQUITETURA E CONTRUÇÃO	p. 113
5.1 ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	P. 114
5.2 PROJETO SUSTENTÁVEL	p. 116
5.2.1 Dimensões do projeto sustentável	p. 119

5.2.1.1	Dimensão social	p. 120
5.2.1.2	Dimensão econômica	p. 121
5.2.2.3	Dimensão política	p. 121
5.2.2.4	Dimensão ambiental ou ecológica	p. 122
5.2.1.5	Dimensão cultural	p. 123
5.2.1.6	Dimensão tecnológica	p. 124
5.2.1.7	Dimensão espacial	p. 124
5.2.1.8	Dimensão formal/estética	p. 125
5.3	TEORIAS SOBRE O PROJETO SUSTENTÁVEL	p. 126
5.3.1	Projeto ecológico: ênfase na dimensão ambiental	p. 126
5.3.2	<i>Green Development</i> : integração da dimensão ambiental, social e cultural	p. 130
5.3.3	Projetos Regenerativos: ênfase em sistemas regenerativos	p. 134
5.3.4	Estética da arquitetura sustentável: ênfase na dimensão formal/estética	p. 136
	<i>uma estética baseada na natureza</i>	p. 137
	<i>uma estética ecológica</i>	p. 138
	<i>uma estética orgânica</i>	p. 139
	<i>uma estética pedagógica</i>	p. 140
	<i>uma estética baseada na tradição</i>	p. 141
	<i>uma estética para todos os tempos</i>	p. 142
5.3.5	Projetar ambientes saudáveis, que proporcionem satisfação aos usuários: ênfase na dimensão espacial	p. 146
6	LIÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA E NA CONSTRUÇÃO: A BUSCA DE PRINCÍPIOS ORIENTADORES PARA O PROJETO SUSTENTÁVEL	p. 153
6.1	ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	p. 154
6.1.1	Conforto térmico	p. 154
6.1.1.1	Cidades	p. 154
6.1.1.2	Tipologia dos edifícios	p. 157
6.1.2	Conforto acústico	p. 172
6.2	ESPÍRITO DO LUGAR (GENIUS LOCI)	p. 174

6.3	INSPIRAÇÃO NA NATUREZA	p. 176
6.4	CONCEITOS GERADORES DO PROJETO	p. 186
6.4.1	Analogia com o orgânico	p. 186
6.4.2	Analogia antropológica	p. 186
6.4.3	Analogia biológica antropomórfica	p. 187
6.4.4	Analogia com os cinco elementos da natureza	p. 188
6.4.5	Analogia com sensações: igualdade, coletividade	p. 189
6.5	UTOPIAS	p. 191
6.5.1	Modelo progressista	p. 192
6.5.1.1	Robert Owen	p. 192
6.5.2	Modelo Culturalista	p. 192
6.5.2.1	Jonh Ruskin (1818-1890)	p. 193
6.5.2.2	William Morris (1834-1896)	p. 194
6.5.2.3	Camilo Sitte	p. 194
6.5.2.4	Ebenezer Howard (1850-1928) e as cidades-jardim	p. 195
6.5.3	Modelo Naturalista – <i>Broadacre City</i>	p. 198
6.6	USO DE MATERIAIS LOCAIS	p. 200
6.7	UTILIZAÇÃO DA ÁGUA (PLUVIAL)	p. 208
7	ANÁLISE DE CASOS	p. 212
7.1	ESCOLA FREI PACÍFICO	p. 213
7.1.1	Caracterização do Projeto	p. 213
7.1.1.1	Conceituação	p. 213
7.1.1.2	Partido	p. 214
7.1.1.3	Princípios orientadores do projeto	p. 216
7.1.2	Análise do projeto	p. 216
7.1.2.1	Base de conhecimento	p. 216
7.1.2.2	Dimensão social	p. 218
7.1.2.3	Dimensão política	p. 220
7.1.2.4	Dimensão econômica	p. 221

7.1.2.5 Dimensão ambiental	p. 222
7.1.2.6 Dimensão cultural	p. 225
7.1.2.7 Dimensão espacial	p. 227
7.1.2.8 Dimensão tecnológica	p. 229
7.1.2.9 Dimensão formal/estética	p. 230
7.2 REFÚGIO BIOLÓGICO BELA VISTA	p. 233
7.2.1 Caracterização do Projeto	p. 234
7.2.1.1 Conceituação	p. 234
7.2.1.2 Princípios orientadores do projeto	p. 235
7.2.1.3 Partido	p. 236
7.2.2 Análise do projeto	p. 238
7.2.2.1 Base de conhecimento	p. 238
7.2.2.2 Dimensão social	p. 239
7.2.2.3 Dimensão política	p. 241
7.2.2.4 Dimensão econômica	p. 242
7.2.2.5 Dimensão ambiental	p. 243
7.2.2.6 Dimensão cultural	p. 245
7.2.2.7 Dimensão tecnológica	p. 246
7.2.2.8 Dimensão espacial	p. 248
7.1.2.9 Dimensão formal/estética	p. 251
7.3 PRINCIPAIS ACHADOS DAS ANÁLISES: CONCLUSÕES PRELIMINARES	p. 253

PARTE 4 Conclusões

Finalizando a pesquisa

8 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO PROJETO SUSTENTÁVEL EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO	p. 262
9 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	p. 284
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	p. 285

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa se insere na temática *sustentabilidade do ambiente construído*, dentro da linha de pesquisa *Edificações e Comunidades Sustentáveis*¹. Mais precisamente, estuda as características do projeto sustentável em arquitetura e construção e as suas vinculações com a tradição e a inovação. Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa e multidisciplinar que apresenta um panorama sobre a *sustentabilidade* nos campos de conhecimento da arquitetura e da construção. É resultado de um longo processo de estudos, reflexões, avanços e retrocessos, dúvidas e incertezas e de construção de conhecimentos pelo qual passamos, e que, sem dúvida, foi transformador e enriquecedor, não só pela oportunidade de nos aprofundarmos em um assunto fascinante, mas, principalmente, pelo desafio de contribuímos para o avanço de conhecimento em um universo tão pouco explorado e extremamente rico como o das edificações sustentáveis.

Em 2003, ao apresentarmos o projeto de pesquisa para a seleção de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (UFRGS), nossa preocupação já se dirigia aspectos da sustentabilidade na arquitetura e na construção. Aspectos de qualificação do ambiente construído e da relação do ambiente construído com o ambiente natural. A intenção era desvendar a aplicação do conceito de sustentabilidade na arquitetura e na construção e a incorporação deste conceito no ato de projetar. Igualmente, nosso interesse se centrava na possibilidade de levar e difundir estes conhecimentos junto à prática de ensino de Arquitetura e Urbanismo que realizávamos.

Percebíamos, no contexto mundial, que cada vez mais estava presente a constatação da necessidade da implantação de princípios do desenvolvimento sustentável, principalmente diante da questão da escassez de recursos e da degradação do meio ambiente.

¹ Do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Núcleo Orientado para Inovação da Edificação (NORIE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Acreditávamos que a inclusão de elementos e princípios de sustentabilidade no dia a dia do homem era imprescindível e que a arquitetura e a construção como um importante elo entre o homem e o meio ambiente seria de vital importância neste processo. Nossa indagação se centrava em como a arquitetura e a construção poderia incorporar esses referenciais da sustentabilidade.

Refletindo sobre a trajetória deste estudo é possível perceber que não nos afastamos muito da idéia inicial que tínhamos, nem da proposta inicialmente apresentada. Esse texto é a finalização de um ciclo de estudos e resultado de um processo de amadurecimento, de reflexões e de construção de conhecimentos que permitiram olhar para as questões que inicialmente se tinha sob um novo enfoque, deslocando problemas de uma área para outra, inaugurando novas possibilidades de contemplar aquela intenção inicial que tínhamos e permitindo uma melhor delimitação do nosso objeto de estudo. Com certeza, as disciplinas cursadas no PPGEC-UFRGS, na área de *Edificações e Comunidades Sustentáveis* foram determinantes nesta trajetória. Em especial, as que possibilitaram exercitar a prática de projeto: *Projetos Regenerativos e Projetos Regenerativos em Prática*, ministrados pelo Professor Miguel Aloysio Sattler. Estas oportunizaram várias discussões e, igualmente, permitiram que as discussões e reflexões teóricas fossem direcionadas para a solução de problemas reais, o que mostrou, ao mesmo tempo, o potencial, a beleza, as dificuldades e complexidades da realização de um *projeto sustentável*, onde variáveis ambientais, culturais e sociais estivessem inseridas. Foi possível, assim, perceber os grandes desafios e possibilidades de um projeto dentro de um *enfoque sustentável*.

Igualmente importante, foi a realização do trabalho do *Seminário de Tese*, que além de permitir a pesquisa dentro de uma perspectiva histórica, da sustentabilidade na arquitetura e da construção, ampliou os conhecimentos nesta área, confirmando algumas expectativas e permitindo um novo olhar sobre as questões que tínhamos.

A elaboração do *Projeto de Tese* e a *Qualificação* do mesmo, em setembro de 2005, permitiu avançar e delimitar mais ainda o foco do estudo. A banca examinadora do trabalho apresentou sugestões e contribuições de extrema relevância, orientando para a continuação e complementação dos escritos e estudos do Projeto de Tese. A idéia era não abdicar do trabalho já realizado, mas incorporá-lo às reflexões da Tese. Outra idéia lançada, também bastante desafiadora, foi a de buscar um *caráter pedagógico* para a Tese,

transformando-a em um compêndio (sistemizado) de reflexões, análises e informações sobre sustentabilidade na área de arquitetura e da construção, que pudesse ser consultado por profissionais, professores, alunos e todos os interessados e curiosos sobre o tema, não como um *manual* ou *guia*, com *fórmulas* e soluções a serem reproduzidas, mas como uma referência que buscou avançar na construção de conhecimentos desta área.

A Tese, tendo como pano de fundo as questões ambientais e sociais, se propôs, por conseguinte, a desvendar os *desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção*. E teve como foco de estudo a análise das relações entre a *tradição, a inovação e a sustentabilidade* na arquitetura e na construção. Como, afinal, *a tradição* - entendida como a transmissão de sabedoria, de conhecimentos, a continuidade e permanência de valores, hábitos e práticas de geração em geração - *e a inovação* - o novo e a ruptura com o usual - na arquitetura e na construção, poderiam contribuir para a elaboração de projetos de edificações dentro de uma perspectiva sustentável? A consciência da importância destes três pólos: *inovação, tradição e sustentabilidade* para a arquitetura e a construção e a dificuldade de estabelecer as relações e as conexões entre eles, definem a intencionalidade e a importância de nosso estudo.

A Tese foi estruturada em quatro grandes partes, contendo nove capítulos no total, conforme esquema da página a seguir:

Parte 01 **Caracterização da pesquisa**

... conhecendo a pesquisa e o seu objeto de estudo

Capítulo 1 Caracterização da Pesquisa

Parte 02 **Tradição, Inovação e Sustentabilidade**

... conhecendo os principais temas que envolvem a pesquisa

Capítulo 2 Transformações na sociedade e nos conceitos

Capítulo 3 Tradição (antigos saberes): interfaces entre cultura, tradição, sustentabilidade e arquitetura e construção

Capítulo 4 Inovação, técnica e tecnologia: novos saberes em arquitetura e construção

Parte 03 **Arquitetura e construção sustentável**

... desvendando as interfaces entre sustentabilidade, arquitetura e construção

Capítulo 5 Projeto sustentável em arquitetura e construção

Capítulo 6 Lições de Sustentabilidade

Capítulo 7 Análise de casos: estudo de projetos sustentáveis contemporâneos

Parte 04 **Desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção**

... concluindo a pesquisa

Capítulo 8 Considerações Finais: Desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção

Capítulo 9 Sugestões para trabalhos futuros

Na **primeira parte** do trabalho buscamos conhecer *a pesquisa e o seu objeto de estudo*, tecendo considerações sobre aspectos gerais da pesquisa e definindo a construção do problema de estudo. Também, enunciamos o problema de estudo, definimos os objetivos (gerais e específicos) e apresentamos a hipótese da tese e a metodologia adotada. Nesta parte se buscou pôr em evidência os aspectos que caracterizavam a pesquisa.

Na **parte 2**, optamos por revelar *os principais temas que envolviam a pesquisa: sustentabilidade, tradição e inovação*. Partindo de uma abordagem ampla que trata das transformações conceituais e sociais e estudando os conceitos de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, tradição e inovação.

A relação entre arquitetura, construção e sustentabilidade foi analisada na **parte 3** da Tese. Nela, buscamos conhecer as características e princípios do projeto sustentável em arquitetura e construção, analisando exemplos e lições de práticas sustentáveis ao longo da história e em dois projetos recentes (estudos de caso) orientados para sustentabilidade.

A **parte 4** compreendeu os capítulos conclusivos, onde foi realizada a reflexão e a análise dos dados obtidos nos capítulos anteriores, revelando os desafios e as perspectivas da arquitetura e da construção sustentável e contendo sugestões para trabalhos futuros.

Convidamos, portanto, à exploração conjunta deste caminho percorrido e dos seus achados, com a certeza de que foi apenas um, dentro das tantas possibilidades que se fizeram presentes ao longo do processo desta pesquisa, e que se configura em apenas *um olhar* sobre as questões levantadas.

"Assim que você pensar que sabe como são realmente as coisas, descubra outra maneira de olhar para elas".

Robin Willians

1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

1.1 CONSTRUÇÃO DO PROBLEMA DE ESTUDO

1.1.1 Detalhamento da gênese do problema

Nas últimas décadas do século XX a emergência da questão ambiental contribuiu para aumentar a visibilidade das limitações do conhecimento estabelecido, suscitando questionamentos, inserindo novas idéias e ampliando perspectivas em várias áreas do conhecimento. Dentro da problemática ambiental encontram-se processos naturais e sociais de diferentes ordens e que não podem ser compreendidos em sua complexidade, nem resolvidos com eficácia sem a integração de campos diversos do saber. A análise da questão ambiental exigiu, portanto, uma visão sistêmica e um pensamento holístico para a reconstituição da realidade e iniciou-se, a partir deste momento, a busca por um método capaz de reintegrar esses conhecimentos dispersos em um campo unificado do saber (Leff, 2001, p.58).

A arquitetura e a construção, enquanto manifestações culturais e atividades que se ocupam da produção dos espaços – edificados e urbanos, utilizados na prática das múltiplas atividades humanas - causam grande influência no meio ambiente e geram impactos ambientais. O espaço construído é resultado da sobreposição de inúmeras adaptações sobre o espaço natural ao longo do tempo. Essas adaptações ocorreram de diferentes maneiras, sendo direcionadas pelos valores presentes no momento, pelos recursos disponíveis, pelos problemas enfrentados e pelas necessidades impostas. Quando o místico e o religioso preponderavam, a arquitetura mantinha um respeito e uma adaptação ao meio natural, revelando exemplos de construções integradas ao entorno e às condições geográficas e climáticas. Com a substituição do místico pelo racional e científico, esta relação se alterou e o

homem passou a exercer e mostrar seu domínio sobre a natureza, revelando um distanciamento do espaço construído com o ambiente natural. Isto é revisto com os problemas enfrentados pela sociedade industrial, no século XIX e a busca de soluções para o enfrentamento destes problemas levou a um retorno à preocupação com as questões ambientais e sociais. No século XX, a partir da década de 70, principalmente, as preocupações com as questões ambientais e o destino do homem na Terra se intensificaram, agora sob um novo enfoque: a necessidade de manutenção dos recursos da terra. A crise ambiental se apresentou, assim, como uma crise da civilização, determinando novos rumos na relação entre a natureza e o ambiente construído.

O debate sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável no meio científico emergiu com mais intensidade neste momento e se apresentou como uma possibilidade para uma questão que parecia sem solução: a permanência do homem no planeta. No atual contexto mundial torna-se imprescindível garantir a sobrevivência dos recursos necessários à vida na Terra, o que exige a criação de manejos inteligentes, planejamentos racionais no intuito de evitar a depredação, a curto, médio e longo prazos dos recursos existentes. Segundo Vietler (1999, p.17), trata-se de encontrar *modalidades de sustentabilidade* que viabilizem a continuidade de um mínimo de diversidade das formas de vida do planeta.

O termo sustentabilidade teve sua própria evolução se associando a diversos campos do conhecimento, sempre suscitando curiosidade e não se apresentando como um conceito unitário, sofrendo, assim, várias interpretações. Na arquitetura e na construção, o conceito de sustentabilidade aparece de variadas formas e sem uma linguagem unitária: construção sustentável, arquitetura sustentável (*sustainable architecture*), edifícios verdes (*green building*), construção energeticamente eficiente, construção de baixo impacto ambiental, arquitetura ecológica, arquitetura biológica, arquitetura verde (*green architecture*) ou Gaia arquitetura. A motivação em todas estas atividades é a redução do consumo de energia e perdas, a proteção da biodiversidade dos sistemas naturais existentes, uma maior integração do ambiente construído com o meio ambiente e o bem estar e saúde do homem.

Se considerarmos este contexto apresentado, percebemos que há necessidade, cada vez maior, de uma reflexão sobre a postura, as práticas e ética humanas. Dentro disso, rever as práticas atuais em arquitetura e construção e a maneira de conceber os projetos torna-se imperativo. É necessário rever valores e princípios, envolvendo e agregando cada vez mais variáveis. É necessário uma concepção holística e multidisciplinar. É necessário uma nova ética e uma nova postura profissional.

Vários questionamentos surgem a partir destas considerações e se configuram a *gênese* deste trabalho: há uma forma diferenciada de conceber os projetos dentro desta realidade? O que é um projeto sustentável em arquitetura e construção? Quais suas características, princípios e dimensões? Quais seus desafios e perspectivas? Como ele ocorre e o que ele engloba? Como se apresentam as dimensões da sustentabilidade em um projeto de uma edificação? Quais os caminhos que devem trilhar a arquitetura quando se opta por um projeto sustentável? Quais as interfaces entre sustentabilidade e arquitetura e construção? Movidos inicialmente por estes questionamentos, partimos para a delimitação do nosso objeto e problema de estudo.

1.1.2 O enunciado do problema: questões de pesquisa

A pesquisa perpassou questões relativas à temática ambiental, educacional, antropológica e ética, com o intuito de analisar as relações que se estabelecem entre sustentabilidade, arquitetura e construção. O foco de estudo é o questionamento de *como o ato de projetar pode incorporar elementos de sustentabilidade* e dentro disso nosso interesse está em desvendar as interfaces entre a tradição, inovação e sustentabilidade.

A tradição pode ser entendida como conjunto dos valores dentro dos quais estamos estabelecidos, não se tratando apenas das formas do conhecimento ou das opiniões que temos, mas a totalidade do comportamento humano. A tradição em arquitetura pode ser considerada como um conjunto de precedentes conhecidos e de usos consagrados parcialmente repetidos, parcialmente modificados, os quais são utilizados em determinada

edificação. É o produto de vários períodos de desenvolvimento, ao longo dos quais se incorporaram à arquitetura a destilação e a combinação de muitas experiências que deram certo, de técnicas construtivas, de soluções referentes a problemas de clima, de modos de vida, de crenças, etc. (Stroeter, 1986, p.111). É possível constatar que os homens, através da história, têm utilizado uma grande variedade de recursos e técnicas em meios muito diversos. As sociedades humanas criaram, ao longo dos séculos, segundo os lugares e a cultura, tipos de habitação muito variados e adaptados aos ecossistemas e ao clima (Sachs, 1986, p.23). Muitos destes conhecimentos foram abandonados em função da priorização de conceitos como globalização, padronização, modernização e pela fixação de idéias nem sempre comprovadas e passíveis de questionamentos. Concordamos com Lages (1999, p.70) quando diz que este conjunto de conhecimentos e de comportamentos, herança da tradição, constitui um patrimônio cultural que é transmitido de geração em geração e que merece a devida atenção na definição de estratégias de sustentabilidade.

A inovação, por sua vez, é tida como qualquer pensamento, comportamento ou coisa que é nova por ser qualitativamente diferente das formas em vigor, caracterizando ruptura com o existente e questionando as bases epistemológicas vigentes. Pode ser considerada como um processo de construção permanente, a partir da busca original para o “melhoramento” de algum aspecto anterior. As aplicações práticas da ciência e do progresso tecnológico, assim como a busca pela inovação, tem sido na sua grande maioria, orientadas pelas demandas da racionalidade econômica e científica dominantes, o que estabeleceu uma mentalidade e levou a idéia de que a evolução da humanidade estaria subordinada ao avanço técnico que visasse unicamente o lucro e que servisse aos propósitos do crescimento econômico. Em arquitetura e construção isso não fugiu a regra e as edificações passaram a representar não tanto a aplicação da tecnologia como instrumento da arquitetura, visando o conforto e bem estar do usuário, mas a submissão da arquitetura ao controle da própria tecnologia. A arquitetura e a construção segundo Stroeter (1986, p.111) perseguiu o objetivo de simbolizar essa nova época de inovação e crescimento, com poucos questionamentos a respeito até bem pouco tempo.

Nossa reflexão caminha na direção de que é importante questionar os reais objetivos da inovação e ver com senso crítico as conseqüências do seu uso e procurar encontrar formas de subordinar o avanço técnico não somente a economia e a técnica, mas aos valores éticos e objetivos sociais. Uma inovação assentada e direcionada dentro de um *novo paradigma*. Uma inovação multicultural, aberta a novas configurações de conhecimento e à tolerância pode, igualmente, ter muita importância para a definição de estratégias de sustentabilidade.

Assim, questionamos:

Como a tradição e a inovação podem contribuir na definição de estratégias sustentáveis na arquitetura e na construção?

Como um projeto de arquitetura pode incorporar aspectos da tradição e da inovação, tendo em vista a sustentabilidade do ambiente construído?

Dentro das diferentes dimensões da sustentabilidade, como são incorporados aspectos da tradição e da inovação, em um projeto de arquitetura?

E, delimitando ainda mais, o problema de estudo para a futura tese foi enunciado como segue:

Quais as fronteiras e combinações possíveis entre a tradição e a inovação na arquitetura e construção sustentável e quais os *desafios e perspectivas* de um projeto orientado neste sentido?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as contribuições da tradição e da inovação na arquitetura e na construção sustentável.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar as interfaces entre sustentabilidade e arquitetura e construção;

Analisar as características e princípios de um projeto sustentável em arquitetura e construção;

Identificar a presença e selecionar exemplos ilustrativos de práticas sustentáveis na história da arquitetura e construção no Brasil e no mundo;

Identificar as principais dimensões que envolvem o projeto sustentável em arquitetura;

Analisar contribuições da inovação (novos saberes) e da tradição (antigos saberes) para projetos sustentáveis;

Analisar desafios e perspectivas do projeto sustentável.

1.3 ELABORAÇÃO DA HIPÓTESE

A hipótese que defendemos nesta tese pode ser enunciada da seguinte maneira:

A combinação da tradição e da inovação (voltada para uma tecnologia limpa) na arquitetura e na construção pode contribuir para que os projetos tenham como finalidade a sustentabilidade, uma vez que estarão mais adequados ao meio natural e cultural, às necessidades e potencialidades locais e às necessidades e exigência dos usuários.

Assim, assumimos a idéia de que para a realização de projetos sustentáveis, é importante:

- o conhecimento da tradição (antigos saberes) em arquitetura, tendo em vista a sustentabilidade;

- o conhecimento da inovação (novos saberes) em arquitetura, tendo em vista a sustentabilidade;

e a aliança e combinação de ambas.

1.4 METODOLOGIA

Pautados nos objetivos expostos, coube buscar uma estratégia geral para o desenvolvimento da pesquisa, *um caminho para realizar o estudo*. Utilizamos a palavra caminho, porque remete a idéia de processo, de continuidade. A opção foi por realizar uma *pesquisa qualitativa*, à qual prevê *a construção e reconstrução do próprio estudo na medida em que ele avança*, no seu processo de realização. Um confronto entre a realidade percebida e referencial teórico, um “amadurecimento” e uma reavaliação constante fazem parte deste processo.

Os dados foram coletados através de *pesquisa bibliográfica*, com a utilização de pressupostos da *pesquisa antropológica* e dos *estudos de caso*. Os pressupostos da *pesquisa antropológica* foram utilizados como estratégia para a análise das lições de sustentabilidade e projetos sustentáveis e os pressupostos do estudo de caso como estratégia para a análise de dois projetos (contemporâneos): Refúgio Biológico Bela Vista (Foz do Iguaçu, Paraná) e Escola Frei Pacífico (Viamão, Rio Grande do Sul), ambos incorporando, desde a sua concepção inicial, diretrizes de sustentabilidade.

A *pesquisa antropológica* orientada para antropologia cultural, segundo Bernardi (1974, p.19), *é utilizada quando se pretende indagar e estudar o significado e as estruturas da vida do homem como expressão da sua atividade mental*. Acredita-se que as manifestações

da atividade mental do homem são expressão de escolhas determinadas que o homem faz para organizar a própria vida e são elas que *constituem a cultura*. Nas suas escolhas o homem é condicionado pela sua constituição de indivíduo, pelas relações com os outros indivíduos e pela natureza. Segundo Titiev (1969, p.14) as sociedades humanas são os únicos grupos do reino animal que delinearão formas de cultura. Cada sociedade diferenciou formas de executar diferentes funções e desenvolver o conhecimento, a crença, a arte, moral, as leis e todas as outras capacidades e hábitos, estabelecendo uma cultura própria. A cultura aparece, portanto, como mediadora e como um elemento relacional entre as sociedades humanas e a natureza, o meio natural. A cultura é o que civiliza e humaniza esse meio natural transformando-o em um conjunto de recursos. Assim, no intuito de compreender e estudar as escolhas que o homem fez relativas a um aspecto específico da realização humana: *as edificações*, buscando um olhar sobre a sustentabilidade, utilizamos como base os pressupostos da pesquisa antropológica.

Como fonte de pesquisa, para esta análise, utilizamos livros, artigos e periódicos.

O método de pesquisa, nesse momento, compreendeu:

- seleção de bibliografia relativa ao tema;
- leitura minuciosa e atenta no sentido de identificar exemplos de práticas sustentáveis e projetos sustentáveis ao longo do tempo;
- comparação de diferentes bibliografias referente a cada exemplo identificado;
- avaliação e seleção de imagens dos exemplos;
- organização dos exemplos de lições de sustentabilidade por ordem cronológica;
- comparação com bibliografia relativa a projetos sustentáveis em arquitetura e construção;
- identificação e organização dos dados por categorias que revelam princípios orientadores do projeto sustentável.

Também, utilizamos pressupostos dos *estudos de caso* para a análise de dois projetos contemporâneos que se pautaram pela lógica da sustentabilidade. Os estudos de caso, segundo Yin (2003, p.21), estão sendo cada vez mais utilizados como ferramentas de pesquisa em várias áreas do conhecimento - psicologia, sociologia, ciências políticas, administração, trabalho social, no planejamento entre outras - *por serem uma estratégia de pesquisa abrangente e permitirem uma investigação que preserva as características holísticas e significativas dos eventos da vida real*. O estudo de caso, como estratégia de pesquisa, compreende um método que abrange tudo – com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e análise de dados (Yin, 2003, p.33). Optamos por utilizar os pressupostos da análise de casos no intuito de *esclarecer as decisões ou um conjunto de decisões de projeto, explorando o motivo pela qual foram tomadas e como foram implementadas* (Yin, 2003, p.33). Na tese desenvolvida esta análise serviu como alimentadora do processo de pesquisa e através dela pudemos avaliar e conhecer aspectos práticos de projetos que tiveram por estratégia a busca da sustentabilidade. O constante relacionamento entre o referencial teórico e os achados dos estudos de caso auxiliou no desvendar de nossos questionamentos.

Como fontes de pesquisa utilizamos artigos, memoriais descritivos, relatórios de trabalho e documentação gráfica (plantas relativas aos projetos).

Nesse momento as etapas da pesquisa compreenderam:

- seleção e leitura das fontes de pesquisa;
- conhecimento das características dos projetos;
- conhecimento das intenções e escolhas que guiaram a realização dos dois projetos;
- análise dos projetos segundo as dimensões da sustentabilidade;
- análise dos projetos segundo a tradição e inovação;
- comparação das características dos dois casos analisados.

Cabe salientar que, em todo o processo de pesquisa, procuramos:

- ✓ ter uma noção clara das questões e objetivos da pesquisa;
- ✓ assumir uma postura flexível e *aberta* com relação aos dados obtidos, vendo-os como oportunidades e não ameaças;
- ✓ estar aberto ao *novo* que surgia;
- ✓ ter sensibilidade e atenção ao dado obtido;
- ✓ conceber as “*verdades*” como “*acrobatas*”.

“Para experimentar a realidade, é preciso vê-la na corda bamba. Quando as verdades se fazem acrobatas, então podemos julgá-las”.

Oscar Wilde

2 TRANSFORMAÇÕES NA SOCIEDADE E NOS CONCEITOS: A BUSCA DA SUSTENTABILIDADE E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Estamos vivendo um momento de grandes transformações. Essas transformações estão ocorrendo em diversos níveis, resultado de reflexões cada vez mais profundas sobre as “verdades” que tínhamos como referência. Reflexões e revisões sobre os limites da ciência, da tecnologia e do desenvolvimento, aliados a preocupações com o meio ambiente e com o futuro do homem e da Terra e do homem na Terra. Estamos, portanto, no fim de um ciclo de hegemonia de uma certa ordem científica: a ordem científica da modernidade. E, tudo isso requer uma mudança radical em nossas percepções, na nossa visão de mundo, no nosso pensamento e maneira de agir e nos nossos valores (Santos, 1987, p.9).

A visão do mundo e o sistema de valores que estão na base de nossa cultura científica e que têm sido reexaminados foram formulados, em linhas essenciais, nos séculos XVI e XVII a partir da revolução científica e desenvolvidos nos séculos seguintes basicamente no domínio das ciências naturais. Entre 1500 e 1700 houve uma mudança drástica no modo de pensar. Essa maneira de pensar tornou-se a base da ordem científica predominante da nossa cultura (Capra, 1982, p.49). Esta ordem científica preponderante trouxe consigo uma cisão entre as diferentes áreas do conhecimento científico, negando o caráter racional de todas as formas de conhecimento que não se pautaram por seus princípios epistemológicos e por suas regras metodológicas (Santos, 1987, p.10).

Durante dois séculos e meio, os cientistas se apoiaram em uma visão mecanicista de mundo. Pensava-se que a matéria era a base de toda existência e o mundo material era visto como uma profusão de objetos separados, pertencentes a uma gigantesca “máquina”. Por consequência, acreditava-se que os fenômenos complexos podiam ser sempre entendidos desde que fossem reduzidos a seus elementos básicos e se investigassem os mecanismos através dos quais esses componentes interagem (Capra, 1982, p.44).

Esse *paradigma² da modernidade*, mecanicista e totalitário, que dominou por muitos anos e ainda domina parcialmente a nossa cultura científica, apresenta características bem específicas: é dicotômico; objetivo; acredita em verdades duradouras e permanentes; não tolera interferência de valores humanos. Nesta perspectiva, conhecer significa quantificar, dividir e classificar. Dá ênfase às partes, que adquirem maior importância que o todo. Distingue o conhecimento científico do conhecimento do senso comum, que desconsidera como conhecimento válido³. Acredita no progresso material ilimitado, obtido por intermédio do crescimento econômico e tecnológico e vê a vida em sociedade como uma luta competitiva pela existência.

A ciência moderna, ao mesmo tempo em que provocou uma indiscutível expansão dos horizontes do conhecimento, vem apresentando sinais de crise. No sistema moderno, a razão, o método analítico e a separação sujeito-objeto, considerados pilares das conquistas científicas, tornaram-se inadequados para explicar fenômenos sociais e naturais. Novas formas de ver a realidade consideraram que a “rigidez” da ciência moderna representava um sério obstáculo a um conhecimento profundo e verdadeiro do mundo social e natural (Cidade, 2001, p. 100). Assim, novos paradigmas vêm sendo construídos na relação entre sociedade e ambiente natural e novos métodos estão sendo experimentados na busca da construção do conhecimento científico (Merico, 2002, p.15).

Vários autores⁴ têm comentado e analisado a esgotabilidade do modelo científico da modernidade, as limitações da visão de mundo mecanicista e a mudança de paradigmas que direciona este processo. Afirmam que têm ocorrido de diferentes formas e com diferentes velocidades, nos vários campos científicos, não se tratando de um processo uniforme. Resultado de uma pluralidade de condições teóricas e de condições sociais, a mudança de paradigma leva a uma visão diferenciada do conhecimento e da realidade que acredita orgânica e ecológica. O universo, nesta lógica, deixa de ser visto como uma “máquina”, composta de uma grande quantidade de objetos distintos, para apresentar-se como um todo

² Paradigma, segundo Morin (2006) é uma escolha de visão de mundo em função de um princípio lógico que une conceitos fundamentais. São princípios que se impõe ao pensamento e que determinam a visão do conhecimento válido.

³ A modernização e a crença na ciência positiva conduziram por muito tempo a uma percepção de que o conhecimento autóctone e o senso comum eram obstáculos ao desenvolvimento. Que se constituíam em algo atrasado, irracional, mítico ou mágico (Cuéllar, 1997, p.276).

⁴ Santos (1987); Capra (1996); Cuéllar, 1997; Morin (2006).

harmonioso e indivisível. Uma rede de relações dinâmicas que incluem o observador humano e sua consciência como um fator essencial. A realidade baseia-se na consciência do estado de inter-relação e interdependência entre os fenômenos físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais (Capra, 1982, p.44 e 259).

Nesse sentido, a emergência da questão ambiental nas últimas décadas do século XX contribuiu para aumentar a visibilidade das limitações do conhecimento estabelecido. A problemática ambiental – a poluição e a degradação do meio ambiente, a crise de recursos naturais, energéticos e de alimentos – surgiu como uma “crise de civilização”, questionando a racionalidade científica, econômica e tecnológica dominantes. Pela primeira vez na história da humanidade, não por efeito de armas nucleares, mas pelo descontrole da produção, pode-se destruir toda a vida no planeta. Alertas vem sendo dado por cientistas e filósofos. Passou-se do modo de produção para o modo de destruição e, cada vez mais, confronta-se com o desafio de reconstruir o planeta. O capitalismo, as conquistas tecnológicas e a industrialização aumentaram mais a capacidade de destruição, do que o bem-estar e a prosperidade (Gadotti, 2006, p.1).

Uma das principais causas da problemática ambiental foi atribuída a todo esse processo histórico, que destruiu o caráter sistêmico da percepção pré-científica das sociedades tradicionais e fracionou o conhecimento, compartimentalizando a realidade em campos disciplinares distintos, com o propósito de incrementar a eficácia do saber científico e a eficiência da cadeia tecnológica de produção. Isso levou a uma visão reducionista da realidade (Junges, 2004, p.55). Dentro da problemática ambiental encontram-se processos naturais e sociais de diferentes ordens e que não podem ser compreendidos em sua complexidade nem resolvidos com eficácia sem a integração de campos diversos do saber. A análise da questão ambiental exigiu, deste modo, uma *visão sistêmica e um pensamento holístico* para a reconstituição da realidade e iniciou-se, a partir deste momento, a busca por um método capaz de reintegrar esses conhecimentos dispersos em um campo unificado do saber (Leff, 2001, p.58). Ou como diz Gadotti (2006, p.1), *de um novo paradigma que tenha a Terra como fundamento*.

A emergência de um *novo paradigma* de percepção e compreensão da realidade se fez necessário a fim de superar a visão estreita e limitada da realidade (Junges, 2004, p.55). O *novo paradigma* convida a ver e analisar a realidade a partir de novas fundamentações

(Gutierrez; Prado, 2000, p.29). A *ecologia*, como *ciência das relações* e o *pensamento sistêmico*, *superador do mecanicismo*, são considerados como grandes responsáveis pelas transformações da forma de conceber o conhecimento.

Os autores acreditam que o momento que nos encontramos é um momento de *transição paradigmática*. Transição do *paradigma dominante da modernidade* para o *paradigma emergente, pós-moderno, ecológico⁵, holístico⁶ ou sistêmico*.

O *novo paradigma* percebe o mundo dentro de uma visão holística e o concebe como um todo integrado e não como uma coleção de partes dissociadas (Capra, 1996, p. 25). É um paradigma *de conhecimento prudente para uma vida decente* (Santos, 1987, p.37). Nele a distinção dicotômica entre ciências naturais e ciências sociais deixa de ter sentido e utilidade, bem como as distinções natureza/cultura; natural/artificial; vivo/inanimado; mente/matéria; observador/observado; objetivo/subjetivo; coletivo/individual; animal/pessoal. O conhecimento do *paradigma emergente* se funda na superação destas distinções. Enquanto na ciência moderna o conhecimento científico avança pela especialização, o conhecimento no novo paradigma é total e local e dialoga com outras formas de conhecimento como o conhecimento do senso comum, o conhecimento vulgar e prático o conhecimento do cotidiano, que orienta nossas ações e dá sentido à nossa vida (Santos, 1987, p.37). Pela via da própria mudança científica também estamos começando a redescobrir o valor dos elementos presentes na cultura, que antes era considerada mis como um empecilho e um obstáculo para a modernidade (Gutierrez; Prado, 2000, p.29).

O momento de transição paradigmática é um momento de transformações na sociedade e nos conceitos. Novos conceitos emergem sob uma nova perspectiva. A mudança de paradigmas requer uma expansão não apenas de percepções e maneiras de pensar e agir,

⁵ Segundo Junges (2004, p.55), o paradigma ecológico é uma crítica radical à modernidade e uma proposta de compreensão da realidade em suas inter-relações e não como uma pura soma de entidades individuais.

⁶ De acordo com Schumacher (1988, p.200) há diferenças importantes entre os termos ecológico e holístico. Uma percepção holística significa que um objeto e um fenômeno estão sendo considerados como um todo integrado, em vez de ser reduzido à mera soma de suas partes. Uma abordagem ecológica enfatiza a vida, o mundo vivo de que somos parte e de que nossa vida depende. Uma abordagem holística não precisa ir além do sistema sob consideração; uma abordagem ecológica é importante quando se quer compreender como um determinado sistema está imerso em sistemas maiores.

mas também de valores. Exige novas formas de enxergar o mundo e, especialmente, a natureza (Junges, 2004, p.51).

2.1 CONSTITUIÇÃO DO SABER AMBIENTAL: CONCEITOS ECOLÓGICOS, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A globalização da degradação sócio-ambiental impôs a diversas disciplinas científicas o imperativo de internalizar valores e princípios ecológicos que podem assegurar a sustentabilidade do processo de desenvolvimento. Surge o “saber ambiental”, como um conjunto de novos paradigmas de conhecimento, disciplinas científicas, formações ideológicas, sistema de valores e crenças, se constituindo em um discurso teórico, ideológico e técnico. São alguns desses conceitos:

2.1.1 Visão sistêmica

A emergência do pensamento sistêmico representou uma profunda revolução na história do pensamento científico ocidental, pois deu origem a um novo modo de pensar em termos de conexidade, de relações e de contexto (Capra, 1996, p.40).

A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores (Capra, 1982, p.260). Em uma abordagem sistêmica do mundo todos os elementos, incluindo as sociedades humanas, interagem em uma gigantesca rede de relações. Natureza e sociedade fundem-se numa totalidade organizada. Essa apreensão da natureza dissocia-se das concepções mecanicistas e busca sua identidade nos modelos biológicos mais do que nas construções físicas. O pensamento sistêmico é, portanto, *contextual*, o que é oposto do pensamento analítico, que isola alguma coisa para poder entendê-la. Em uma visão sistêmica, não se isola o objeto de estudo, mas procura-se considerar as interações no sistema em que ele se encontra. O pensamento sistêmico coloca o objeto de estudo no contexto de um todo mais amplo.

Uma compreensão sistêmica baseia-se no pressuposto de que a vida é dotada de uma unidade fundamental, e que diversos sistemas vivos apresentam padrões de organização semelhantes. Os sistemas vivos criam-se ou recriam-se continuamente mediante a

Rosilaine André Isoldi - Porto Alegre: PPGEC/UFRGS, 2007

transformação ou a substituição de seus componentes. Esse pressuposto é confirmado pela observação de que a evolução operou durante bilhões de anos sem deixar de usar reiteradamente os mesmos padrões. A medida em que a vida evolui, esses padrões tendem a tornar-se cada vez mais elaborados. O padrão em rede (*network pattern*) é um dos padrões de organização mais básicos de todos os sistemas vivos. Em todos os níveis de vida os componentes e os processos dos sistemas vivos se interligam em forma de rede (Capra, 2002, p. 93). O elemento central de qualquer análise sistêmica é a noção de organização, ou “padrão de organização”.

A aplicação da compreensão sistêmica da vida no domínio social, portanto, identifica-se à aplicação do nosso conhecimento dos padrões e princípios básicos de organização da vida – e, em específico, da nossa compreensão das redes vivas – à realidade social (Capra, 2002, p. 93).

2.1.2. Visão Ecosistêmica

Ecosistema pode ser definido como *o complexo de fatores físicos que formam o meio ambiente, os fatores do habitat no sentido mais amplo*. Os ecossistemas são unidades de organização da natureza e são das mais variadas naturezas e tamanhos. *O ecossistema é a unidade fundamental da ecologia*⁷ (Nunes, 2005, p.63-67).

Em uma visão ecosistêmica, o sistema é considerado como uma entidade complexa e organizada, formada não só por seus elementos, mas principalmente por suas relações. As relações que acontecem em um ecossistema são dinâmicas, entre as espécies das diferentes populações, que formam as diversas comunidades e o meio físico-químico (Nunes, 2005, p.69).

O conceito de ecossistema revela que os elementos da natureza não existem isolados uns dos outros, mas sim tendem a se combinar em sistemas complexos estabelecidos a partir de uma série de relacionamentos físicos e biológicos. Através desses relacionamentos os sistemas naturais adquirem uma espécie de vida coletiva própria, que os capacita para se auto-organizarem e auto-reproduzirem ao longo do tempo (Lago; Pádua, 1985, p.17). No

⁷ Ver item 2.1.3 Ecologia (p.40).

interior de um ecossistema se manifestam os princípios ecológicos fundamentais à existência e manutenção da vida na terra (Nunes, 2005, p.70).

2.1.3 Ecologia

A palavra *ecologia* é derivada do vocábulo grego *oikos*, que quer dizer *lar, casa*. Ecologia, portanto, é o estudo do Lar Terra. O estudo das “casas” ou, por extensão, dos “ambientes”. Mais precisamente, *é o estudo que permite conhecer as múltiplas relações que se estabelecem entre os seres vivos, incluindo o ser humano, e o ambiente onde vivem* (Nunes, 2005, p.58).

Ao contrário de outras áreas do conhecimento, a Ecologia tende a ultrapassar a compartimentalização do conhecimento, esforçando-se por adotar uma visão global. Por isso, é comum afirmar que a ecologia é uma ciência integrada ou de síntese. Segundo Lago; Padua (1985, p.13), há dentro da Ecologia quatro grandes áreas que se baseiam em uma perspectiva de integração: *ecologia natural, ecologia social, conservacionismo e ecologismo*. A *ecologia natural* é a área do pensamento ecológico que se dedica a estudar o funcionamento dos sistemas naturais, procurando entender as leis que regem a dinâmica da vida na natureza. A *ecologia social* nasceu a partir do momento em que a reflexão ecológica deixou de se ocupar apenas do estudo do mundo natural para estudar também os múltiplos aspectos da relação do homem e o meio ambiente, especialmente a forma pela qual a ação humana costuma incidir destrutivamente sobre a natureza. O *conservacionismo* nasceu da percepção da destruição ambiental da ação humana e, de natureza mais prática, engloba o conjunto de estratégias de ação voltadas para luta em favor da conservação da natureza e da preservação dos recursos naturais. E, o *ecologismo*, por sua vez, vem se constituindo em um projeto de transformação social, calcado em princípios ecológicos e no ideal de uma sociedade não opressiva e comunitária.

Os princípios básicos da Ecologia, que dizem respeito diretamente à sustentação da vida são: redes, ciclos, energia solar, alianças (parcerias), diversidade e equilíbrio dinâmico (Capra, 2002, p. 238).

- redes: em todas as escalas da natureza, encontramos sistemas vivos alojados dentro de outros sistemas vivos: redes dentro de redes. Os limites entre esses sistemas não são

limites de separação, mas limites de identidade. Todos os sistemas vivos comunicam-se uns com os outros e partilham seus recursos, transpondo seus limites (Capra, 2002, p. 239);

- ciclos (reciclagem permanente): todos os organismos vivos, para permanecerem vivos, têm de alimentar-se de fluxos contínuos de matéria e energia tiradas do ambiente em que vivem e todos os organismos vivos produzem resíduos continuamente. Entretanto, um ecossistema, considerando em seu todo, não gera resíduo nenhum, pois os resíduos de uma espécie são alimentos da outra. Assim, a matéria circula continuamente dentro da vida (Capra, 2002, p. 239).

- energia solar: é a energia que, transformada em energia química pela fotossíntese das plantas verdes, que move todos os ciclos ecológicos (Capra, 2002, p. 239). O sol é um sistema aberto que fornece energia abundante sem demandar nenhuma energia em troca para sobreviver (Lago; Pádua, 1985, p.21);

- alianças, interdependência (parcerias): as trocas de energia e de recursos materiais em um ecossistema são sustentadas por uma cooperação generalizada. A vida não tomou conta do planeta pela violência, mas pela cooperação, pela formação de parcerias e pela organização em redes. Na unidade funcional do ecossistema tudo está relacionado com tudo de tal maneira que não podemos tocar em um elemento isolado sem afetar o conjunto (Lago; Pádua, 1985, p. 19);

- diversidade: os ecossistemas alcançam a estabilidade e a capacidade de recuperar-se dos desequilíbrios por meio da riqueza e da complexidade de suas teias ecológicas. Quanto maior a variedade de elementos existentes em um sistema, maior será sua capacidade de se auto-regular, pois maiores serão as possibilidades com que ele contará para recombinar elementos em um novo equilíbrio (Lago; Pádua, 1985, p.20)

- equilíbrio dinâmico (homeostase): um ecossistema é uma rede flexível, em permanente flutuação. Sua flexibilidade é uma consequência dos múltiplos elos e anéis de realimentação que mantêm o sistema em um estado de equilíbrio dinâmico. Nenhuma variável chega sozinha a um valor máximo, todas as variáveis flutuam em torno de um valor ótimo (Capra, 2002, p. 239). Se o sistema sofre algum dano ou modificação ele tem capacidade para se reordenar e se adaptar à nova situação, estabelecendo um novo equilíbrio (Lago; Pádua, 1985, p.20);

Uma das principais contribuições da Ecologia como área de conhecimento para as discussões de cunho ambiental, foi o conceito de *capacidade suporte* dos recursos naturais, que expressa os limites para utilização dos recursos e para assimilação dos subprodutos originados do processamento e do uso dos mesmos. Esse conceito contém as premissas do conceito de desenvolvimento sustentável. A evolução do conceito de capacidade de suporte até o conceito de desenvolvimento sustentável é resultado de três décadas de discussões sobre o tipo de desenvolvimento adequado à satisfação das necessidades do homem e a manutenção do meio ambiente (Sedrez, 2004, p. 24).

2.1.4 A Hipótese Gaia

As civilizações antigas e as indígenas imaginavam que a natureza era tão viva quanto eles próprios. Sentiam-se, assim, como seus próprios filhos. Ainda hoje, alguns povos que vivem em ambientes naturais tendem a não dividir a natureza em coisas vivas e não vivas. Na Grécia Antiga, este ser vivo era chamado de *Gaia*. *Gaia* não era uma força criadora externa a natureza, mas sua própria força criadora.

A visão ecossistêmica chegou à escala planetária, no início da década de 1970, com a publicação do livro: *Gaia: a New Look at Life on Earth*⁸, de James Lovelock. A hipótese de Lovelock considera o Planeta Terra (Gaia) um gigantesco ser vivo inteligente, do qual o homem participa como simples células de um de seus tecidos. Para ele, *Gaia* cria, mantém, altera e transforma o seu ambiente (Junges, 2004, p. 45).

A Hipótese Gaia propõe que a vida na terra funcione como um sistema vivo de inter-relações simbióticas, auto-organizadoras. A afirmação central é que a própria vida contribui para conservar as condições para a vida na Terra. A auto-regulação é a base desta teoria. A relação entre a vida e os sistemas mantenedores do planeta leva a considerar a Terra como um grande organismo vivo, do mesmo modo que todas as células compõe o corpo humano: qualquer alteração em uma das partes do sistema produz efeitos no organismo maior. Com a Hipótese Gaia é possível vincular todos os ramos do conhecimento: desde a geologia até a microbiologia (Adam, 2001, p. 31; Junges, 2004, p. 46-47).

⁸ Gaia: uma nova visão da vida na Terra.

2.1.5 Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável têm se tornado termos comuns nos mais diversos campos da atividade humana, com inúmeras interpretações e uma quantidade significativa de literatura a respeito, sendo um ideal e uma bandeira do final do século XX, uma vez que passaram a oferecer uma possibilidade que parecia ser bem remota e até mesmo impossível: o de sobrevivência do planeta e da nossa permanência no mesmo.

É possível perceber, no entanto, a ambigüidade e a natureza contraditória destes conceitos e da terminologia associada aos mesmos. São ambos fonte de discussões e empregados em diversas combinações e com diversos entendimentos. No intuito clarear estes conceitos e de buscar uma terminologia unificada em nosso trabalho, faremos algumas considerações a respeito.

Em termos literais, a palavra sustentabilidade significa continuação através do tempo. Sustentabilidade é tida como a qualidade de tornar as coisas permanentes ou duráveis. Etimologicamente a palavra sustentar vem do latim *sustentare* e quer dizer *subsistir, manter-se, conservar, lutar em favor ou em defesa de algo ou alguém* (Ferreira, 1999).

No debate científico, o conceito de sustentabilidade tem um sentido bastante amplo e aparece relacionado a uma pluralidade de aspectos, segundo alguns autores⁹ faltando precisão e consenso a seu respeito, uma vez que:

- há uma grande diversidade de áreas do conhecimento envolvidas no escopo da sustentabilidade, que muitas vezes apresentam conceitos ou idéias que enfatizam o próprio campo de atuação;

- há uma origem contraditória entre os conceitos e teorias que permeiam as esferas ecológica, sociológica e econômica. Enquanto as duas últimas ganham um destaque em um momento onde o impulso é o modelo da modernidade através da industrialização, a Ecologia em situação inversa, busca a identificação dos problemas relacionados à esse modelo de desenvolvimento;

- é um conceito que está em seu estágio inicial de elaboração e, como tal, em contínuo processo de construção.

⁹ Ver Ascelrad, 1999; Costa, 1999.

Segundo Gibberd (2003, p.49) os diferentes entendimentos de sustentabilidade tem em comum dois aspectos. O primeiro aspecto é a preocupação e crença de que o desenvolvimento, o meio ambiente e os sistemas devem ser planejados e mantidos para prover a existência humana atual e futuras, e o segundo aspecto é que, simultaneamente, deve integrar a área social, econômica e ambiental, envolvendo interconexões entre outros sistemas: ecológicos, sociais e econômicos.

De acordo com Merico (2002, p.15) a mudança paradigmática em curso, ao questionar a realidade existente, aparece como um elemento reorganizador dos processos sociais e econômicos, tendo como eixo principal à busca da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável.

Ascelrad (1999, p.1) explica que sustentabilidade é uma noção a que se pode recorrer para tornar objetivas diferentes representações e idéias e por isso diversas matrizes discursivas tem sido associadas à noção de sustentabilidade, entre elas a matriz da *eficiência*, que pretende combater o desperdício da base material do desenvolvimento; da *escala*, que propõe um limite quantitativo para o desenvolvimento econômico; da *equidade* que articula princípios de justiça e ecologia; da *auto-suficiência*, que prega a desvinculação de economias nacionais e sociedades tradicionais dos fluxos de mercado mundial como estratégia de autoregulação comunitária das condições de reprodução da base material do desenvolvimento; da *ética*, que estabelece um debate sobre valores de bem e de mal, evidenciando as interações da base material do desenvolvimento com as condições de continuidade da vida no planeta.

A espécie humana é o foco principal do debate sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. A fundamental preocupação é manter as condições favoráveis do planeta para a vida humana a nível global e local. Sustentabilidade é a condição ou estado que permite a continuidade da espécie humana e proporciona uma vida segura, saudável em harmonia com a natureza e com valores locais, culturais e espirituais e, um objetivo a ser alcançado.

Sustentabilidade pode, portanto, ser compreendida como *a arte e a ciência do entendimento, desenvolvimento e implementação de sistemas que permitam ao homem e a futuras gerações viver de acordo com a capacidade de sustentação da terra* (Gibberd, 2003, p.72).

O conceito de sustentabilidade, segundo Newman; Kenworthy (1999, p.4) emergiu de um processo político global que tentou agrupar as maiores necessidades de nosso tempo:

- a necessidade do desenvolvimento econômico para combater a pobreza;
- a necessidade de proteção ambiental do ar, água, solo e biodiversidade;
- a necessidade de justiça social e diversidade cultural.

O conceito de sustentabilidade carrega em si um caráter multidisciplinar e está submetido à lógica de práticas. Práticas que objetivam ser compatíveis com a qualidade futura postulada como desejável. A idéia central é de que a civilização humana é parte do mundo natural e que este deve ser preservado e perpetuado a fim de garantir a sobrevivência de futuras gerações (Ascelrad,1999). Sustentabilidade supõe, deste modo, a habilidade para perdurar no tempo, evitando o colapso das civilizações, sociedades, economias e organizações. A estratégia para isso é a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza. Para ser sustentável, uma prática precisa fazer uso do conhecimento humano, temperado por valores como a prudência ecológica e a precaução, avaliando os impactos das ações nos domínios da produção e do consumo (Ribeiro).

Desenvolvimento Sustentável, por sua vez, é entendido como um processo que assegurará a sustentabilidade. É tido como um *modelo de desenvolvimento que necessitamos perseguir de maneira a alcançar a sustentabilidade*, ou seja, um de desenvolvimento que deve proporcionar melhorias na qualidade de vida humana e ao mesmo tempo conservar a vitalidade do Planeta Terra. O objetivo é o desenvolvimento que satisfaça esses requisitos de uma maneira sustentável (UICN/PNUMA/WWF, 1991). É uma tentativa de utilizar o capital natural de uma maneira racional, mantendo-o por muitas gerações dentro de um processo que viabiliza a manutenção de um equilíbrio dinâmico entre as necessidades das pessoas de equidade, prosperidade e qualidade de vida e o que é ecologicamente possível.

A definição de desenvolvimento sustentável se oficializa em 1987, no relatório da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento¹⁰, como a *capacidade de atender*

¹⁰ Relatório Brundtland.

as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades.

Duas características são fundamentais no conceito de Desenvolvimento Sustentável. Primeiro o Desenvolvimento Sustentável é uma *busca* e não é possível afirmar que possa ser alcançado em pouco tempo, nem que se tenha um referencial preciso para avaliar o grau de Desenvolvimento Sustentável de um país. O conceito de Desenvolvimento Sustentável *está em construção*. Não se sabe ainda, claramente, o que é uma economia, uma cultura, uma política ou *uma construção sustentável, mas sabe-se que é um processo multidimensional que ainda deve ser desvendado pela ciência*. Segundo, o Desenvolvimento Sustentável não pode ser alcançado por um único país. Desenvolvimento Sustentável é um processo que requer a colaboração de vários países para a solução dos problemas interligados do desenvolvimento. Essas duas características impõem que a formulação de políticas, planos, programas e projetos de desenvolvimento estejam no marco de uma *sustentabilidade restrita*, isto é, parcial, no tempo e no espaço, que pode contribuir para um processo a longo prazo (Zancheti, 2004, p.4).

A realização do desenvolvimento sustentável envolve muito mais que assegurar a preservação do meio ambiente. Há dimensões culturais, institucionais e econômicas da sustentabilidade que não estão necessariamente relacionadas com o meio ambiente. Mas, o meio ambiente e a necessidade de se controlar a sua exploração é o ponto de partida e o mobilizador principal para propiciar um modelo de desenvolvimento mais holístico, sendo chamadas também de: Proteção Ambiental, Gestão de Recursos, Ecodesenvolvimento e Economia Política do Ambiente. O conceito de Desenvolvimento Sustentável é uma síntese de compromissos entre vários conceitos, quatro deles fundamentais: o de desenvolvimento, o de necessidade, o de preservação da natureza e o de transmissão de riqueza (Zancheti, 2004, p.4):

- o de desenvolvimento: o crescimento da riqueza e sua distribuição de forma mais justa;

- o de necessidade: o que é necessário para as pessoas varia no tempo e no espaço. É difícil precisar o que será necessário para as gerações futuras;

- o de preservação da natureza: a natureza tem capacidade de regeneração limitada face ao crescimento econômico e populacional dos países, dentro dos padrões tecnológicos da atualidade. Está claro que é preciso diminuir a degradação dos ecossistemas da Terra.

- o de transmissão de riqueza: as gerações atuais buscam deixar para as gerações futuras o atual padrão de riqueza de valores (econômicos, políticos, culturais e ambientais), acumulados ao longo de séculos de civilização. Existe por trás do conceito de Desenvolvimento Sustentável uma nova postura ética que procura garantir a equidade entre as pessoas.

Ambos os conceitos, de *sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável*, são conceitos em construção. Inicialmente ligados a questões da esfera ambiental, extrapolam, posteriormente para os campos econômicos, sociais, políticos, culturais, fazendo com que sua conceituação e aplicação se tornassem ainda mais ampla e complexa.

A classificação proposta por Ignacy Sachs (Sachs, 1993, p.37) na qual a sustentabilidade possui cinco dimensões tem sido uma das mais utilizadas entre os pesquisadores da área. Segundo esta classificação, a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável só são atingidos se englobarem os seguintes aspectos:

- **sustentabilidade social:** entende-se pela criação de um processo de desenvolvimento sustentável com melhor distribuição de renda e redução das diferenças entre classes ricas e pobres;

- **sustentabilidade econômica:** busca um gerenciamento mais eficiente dos recursos e maiores investimentos tanto nos setores públicos como privados, além de se procurar maior eficiência econômica em termos macrossociais e não apenas através do critério macroeconômico do empresariado;

- **sustentabilidade ecológica ou ambiental:** é a utilização dos recursos naturais, quando possível, renováveis, com maior eficiência, redução da utilização de combustíveis fósseis, redução do número de resíduos e de poluição, promovendo a autolimitação do consumo, intensificação nas pesquisas para obtenção de 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 econômicos legais e administrativos necessário para seu cumprimento;

- **sustentabilidade espacial:** baseia-se em 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 através de técnicas modernas e regenerativas, exploração da industrialização descentralizada, criação de uma rede de reservas naturais e da biosfera para *proteção da biodiversidade*;

- **sustentabilidade cultural:** é a procura por manter as raízes culturais e as tradições em todos os processos de modernização, agricultura, indústria; preservando as características locais e particulares de cada região;

A estas cinco dimensões associa-se a **sustentabilidade tecnológica**, apontada por Pearce (2006, p.3), que, segundo o autor, é muito significativa e importante, uma vez que interage diretamente com e no meio ambiente. As tecnologias voltadas para a sustentabilidade devem viabilizar a redução riscos e impactos ambientais, imprimindo processos eficientes ecologicamente e criando processos, produtos e serviços ambientalmente benéficos ou benignos. A dimensão tecnológica da sustentabilidade, portanto, deve buscar:

- a minimização do uso de energias não renováveis e recursos naturais;
- a satisfação das necessidades e aspirações humanas com sensibilidade ao contexto cultural onde se insere;
- o mínimo impacto negativo aos ecossistemas da terra.

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, portanto, fazem parte de um novo e emergente paradigma de relações entre os humanos entre si e com o entorno, tendo como objetivo promover o entendimento e supondo uma mudança de mentalidade e de objetivos sociais e ecológicos e uma rehierarquização de valores. A busca da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável passa necessariamente pela mudança. Formar um pensamento sustentável significa induzir a uma mentalidade de mudança, ou seja, predispor a subversão e transformação de valores já superados de forma a gerar novas atitudes (Pesci et al, 2002, p.84).

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARA A SUSTENTABILIDADE: UM NOVO PARADIGMA PARA A EDUCAÇÃO

O panorama apresentado anteriormente, associado a razões de como estabilizar a população mundial; como estabilizar e reduzir a emissão de gases, que desestabilizam o clima da terra; como proteger a biodiversidade; como reverter a destruição de florestas e conservar o solo levam à busca de alternativas e caminhos para a superação destes problemas. Devemos aprender como usar a energia e os materiais com maior eficiência e como utilizar a energia solar de outras formas; devemos reconstruir a economia de maneira a eliminar perdas e poluição; devemos aprender como administrar recursos renováveis por muito tempo; devemos começar o trabalho de reparar, tanto quanto possível, os danos causados na terra pelos anos de industrialização. Devemos *aprender a cuidar do planeta* (Junges, 2004, p.108). E, devemos fazer isso tudo, em consonância com a redução das injustiças sociais e raciais (Orr, 1994, p.26). Devemos, portanto, buscar a *educação do futuro e para o futuro*. Isso significa (re)pensar a educação que temos hoje e é uma mobilização e responsabilidade de todos.

Adaptada ao paradigma da modernidade, a educação atual, segundo Orr (1994, p.8), se baseia em alguns pressupostos ou “mitos” que são:

- *a ignorância é um problema solucionável*: não é, na medida em que se acredita que o avanço do conhecimento sempre carrega o avanço de alguma forma de ignorância;
- *com conhecimento e tecnologia é possível administrar o planeta terra*: depende o tipo de conhecimento e tecnologia associada;
- *o conhecimento está aumentando, crescendo*: é correto em algumas áreas do conhecimento, mas vem sendo perdido em outras. Importantes conhecimentos têm sido perdidos em função de uma supervalorização do conhecimento em áreas mais lucrativas e cientificamente mais valorizadas;
- *podemos restabelecer adequadamente o que desmantelamos*: exemplo de que isso não ocorre facilmente são os currículos atuais, fragmentados em disciplinas e subdisciplinas. Muitos estudantes completam os cursos sem senso de integração e de unidade;

- *o propósito da educação é dar mobilidade e sucesso aos estudantes: e não capacidade de questionamento, criatividade, autonomia, independência;*

- *a cultura representa um pináculo, um “enfeite” da atividade humana.*

A educação necessária para o novo paradigma que se estabelece exige a inclusão de novas categorias que explicitam a realidade: planetaridade, sustentabilidade, virtualidade e comunicabilidade (Gadotti, 2006). Trata-se de um câmbio moral, social, ético e ecológico (Junges, 2004, p.109).

Donald Schön (1992, p.17, 20) adverte, também, para a importância do conhecimento sistêmico para perceber a complexidade da realidade. Cada vez mais os problemas a solucionar não se apresentam como estruturas bem organizadas, mas como estruturas complexas e singulares. Isso exige do profissional não só teoria e técnica, mas criatividade aliada ao conhecimento técnico, artístico e intuitivo, na busca de soluções.

As propostas de *educação para o futuro* apresentam certas características comuns e objetivam não o domínio dos conteúdos, mas a formação integral da pessoa e a condução à formação de uma consciência ecológica e ambiental. Edgar Morin (2006) estabelece os saberes que devem guiar a *educação do futuro*:

- *o conhecimento: é importante e necessário ter consciência e ensinar que todo o conhecimento é uma tradução seguida de uma reconstrução. O conhecimento, portanto, pode ser concebido baseado em “erros e ilusões”. O que as pessoas acreditavam ser conhecimentos verdadeiros e certos podem se tratar apenas de ilusões. O conhecimento comporta sempre riscos de “erros e ilusões”. Devem-se explorar as possibilidades de “erro” para se ter condições de ver a realidade, porque não existe verdade absoluta nem receitas milagrosas. Possuímos, também, o que se convencionou chamar de paradigmas, ou seja, uma escolha de visão de mundo em função de um princípio lógico que une conceitos fundamentais. São princípios que se impõe ao pensamento e que determinam a visão do conhecimento válido. Esses devem ser questionados e repensados.*

- *o conhecimento pertinente: um conhecimento não é pertinente porque contém uma grande quantidade de informações, mas sim porque possui a capacidade de colocar as informações em um contexto. A questão reside em como organizar a informação e contextualizá-la. O saber deve ser contextualizado. É a contextualização que torna possível o*

conhecimento pertinente. O conhecimento pertinente tenta situar as informações em um contexto global, geográfico e histórico. É um conhecimento analítico e sintético das partes religadas ao todo e do todo religado às partes.

- *a identidade humana*: é necessário ensinar o que é a condição humana, ou seja, qual é nossa identidade de ser humano. O conhecimento da condição humana é imprescindível nas ciências, mas também na literatura, na poesia, na arte. O homem como razão e emoção, na sua multiplicidade e complexidade. Daí a necessidade de inscrever a possibilidade do estudo da condição humana na religação dos conhecimentos e das disciplinas.

- *a compreensão humana*: em nenhum lugar é ensinado a compreendermos uns aos outros. A palavra *compreendere* vem do latim e significa *colocar junto todos os elementos de uma explicação*. Mas a compreensão humana vai, além disso, porque comporta empatia e identificação. A compreensão visa entender o ser humano não apenas como objeto, mas como sujeito. O ensino da compreensão é fundamental. A redução do outro, a visão unilateral e a falta da compreensão da complexidade humana são grandes empecilhos da compreensão. A compreensão vai permitir um *novo olhar* sobre os fatos.

- *a incerteza*: o que se ensina hoje são certezas. É necessário mostrar em todos os domínios, sobretudo na história, o surgimento do inesperado. O inesperado aconteceu e acontecerá, porque não temos certeza nenhuma sobre o futuro. A incerteza é uma incitação à coragem. A aventura humana é desconhecida. Dispomos apenas de dois instrumentos para evitar o inesperado: a consciência do risco e da chance; e a estratégia, que implica ser capaz de modificar o comportamento em função das informações e dos conhecimentos novos que o desenvolvimento da ação nos propicia.

- *a condição planetária*: faz-se urgente a construção de uma consciência planetária. Este ponto é importante porque há um destino comum para a humanidade. O crescimento da ameaça letal, da ameaça nuclear, da ameaça ecológica, da degradação da vida planetária se expande. Ainda que haja uma tomada de consciência sobre esses problemas, ela é tímida e não conduziu ainda a nenhuma decisão efetiva. É preciso mostrar que a humanidade vive uma comunidade de destinos comuns e que as decisões de hoje determinam o futuro e o amanhã para todos.

- *antropo-ética*: é a ética em escala humana. Cabe ao ser humano desenvolver, ao mesmo tempo a ética e a autonomia pessoal (as nossas responsabilidades sociais), desenvolver a participação social (as responsabilidades sociais), ou seja, a nossa participação no gênero humano, pois compartilhamos um destino comum.

2.2.1 Educação ambiental

A *educação ambiental* pode ser vista como uma prática sociocultural que visa a criação de uma cultura que conduza à formação da consciência ecológica e ambiental na sociedade (Nunes, 2005, p.34-35). Baseia-se em uma ética ecológica e na crença de que os problemas ecológicos não dependem somente de uma solução técnica; pedem, igualmente, uma resposta ética. Requer uma mudança na vida de todos e de cada pessoa em particular, na convivência social, na produção de bens de consumo e no relacionamento com a natureza (Junges, 2004, p. 8).

Vários autores¹¹ vêm elaborando princípios e definindo características e prioridades da *educação ambiental*. Dentro dessa perspectiva surgem propostas como a *ecopedagogia* (Francisco Gutierrez); *alfabetização ecológica* (Fritjof Capra), alfabetização ambiental (Edgar Gonzalez Gaudiano); *consciência ecológica* (Edgar Morin).

A *ecopedagogia* é uma pedagogia para a *promoção da aprendizagem do sentido das coisas a partir da vida cotidiana*. Encontramos o sentido ao caminhar, vivenciando o contexto e o processo de abrir novos caminhos; não apenas observando o caminho. É, por isso, uma pedagogia democrática e solidária (Gadotti, 2006, p.89).

A *alfabetização ecológica*, segundo Capra (1996, p. 231) busca o entendimento de organização das comunidades ecológicas - ecossistemas - e usa esses princípios na criação de comunidades humanas sustentáveis. O autor mostra a necessidade de nos tornarmos ecologicamente alfabetizados. A *alfabetização ecológica* significa uma mudança do paradigma cultural que regeu as relações entre os seres humanos até então.

¹¹ Ver Shon (1992), Orr (1994), Capra (1996); Gutierrez ; Prado (2000), Capra (2002) , Gadotti (2006) , Morin (2006).

A *alfabetização ambiental*, segundo Gaudiano (2006[a], p.4), busca a construção de uma cidadania ambientalmente responsável e contribui para a conscientização individual, resultando em uma cultura ambiental.

Tanto a *ecopedagogia*, como a *alfabetização ecológica* ou a *alfabetização ambiental*, segundo Nunes (2005, p. 39), correspondem a base da *educação ambiental* que objetiva:

- a consciência ecológica e maior sensibilidade da importância do ambiente e dos problemas conexos;
- o conhecimento indispensável à compreensão básica do ambiente em sua totalidade, dos problemas conexos e da presença e função da humanidade nele;
- atitudes e valores sociais e interesse pelo ambiente, que impulsionem a participação ativa em sua proteção e melhoria;
- aptidão para resolver problemas ambientais, prevenindo a ocorrência de novos problemas;
- capacidade de avaliação, para determinar a validade das ações de preservação ambiental, em função da sua relação à situação ecológica, política, econômica, social, educacional e paisagística da realidade;
- responsabilidade crítica.

2.2.2 Educação para sustentabilidade

O conhecimento carrega a responsabilidade de como será utilizado no mundo. A cultura da sustentabilidade ou uma educação para a sustentabilidade deve nos levar a saber selecionar o que é realmente sustentável em nossas vidas, em contato com a vida dos outros (Gadotti, 2006, p.126)

Uma pedagogia voltada para a sustentabilidade:

- implica uma reorientação dos currículos para que estes incorporem princípios e conteúdos voltados a sustentabilidade, ética e educação ambiental;

- reconhece que as formas (vínculos e relações) são também conteúdos. Os conteúdos relacionais, as vivências, as atitudes e os valores adquirem expressiva relevância;

- defende a valorização da diversidade cultural, a garantia para a manifestação ético-político e cultural das minorias étnicas, religiosas, políticas e sexuais, a democratização da informação e a redução do tempo de trabalho, para que todas as pessoas possam participar dos bens culturais da humanidade. É uma pedagogia multicultural;

- não é só uma pedagogia escolar e não se dirige somente a educadores, mas à todos os habitantes da terra. A educação para um desenvolvimento sustentável não pode ser unicamente uma educação escolar. A escola pode contribuir muito, mas a educação deve ir além da escola, ela deve impregnar a sociedade;

- tem uma abordagem comunitária, insistindo nas possibilidades abertas pelo trabalho comunitário em favor do desenvolvimento sustentável, da proteção ambiental e da construção de uma comunidade saudável;

- persegue uma consciência ética. A pedagogia tradicional, centrada, sobretudo no escolar e no professor, não consegue dar conta de uma realidade dominada pela globalização das comunicações, da cultura e da própria educação. Novos meios e uma nova linguagem precisam ser criados. E é necessário fundamentar esses meios e essa linguagem numa *ética* e em uma *estética*. O uso intensivo da comunicação audiovisual, da educação à distância e das redes se impõe e exige uma nova *mediação pedagógica*.

Steele (1997, p.244) complementa que a educação para a sustentabilidade:

- deve trabalhar com problemas atuais;
- se estabelecer com esforços colaborativos, mais que individuais;
- perseguir um ponto de vista holístico;
- enfatizar o contexto social, ecológico e cultural;
- estudar tipologias históricas relevantes;
- valorizar questões sociais, históricas e culturais.

Um processo de ensino aprendizagem orientado para a *educação ambiental ou para a educação para a sustentabilidade* requer novas capacidades (Gutierrez; Prado, 2000, p. 65):

- sentir, intuir, vibrar emocionalmente (emocionar);
- imaginar, inventar, criar e recriar;
- relacionar e inter-conectar;
- informar-se, comunicar-se, expressar-se;
- localizar, processar e utilizar a imensa informação da *aldeia global*;
- buscar causas e prever conseqüências;
- criticar, avaliar, sistematizar e tomar decisões;
- pensar em totalidade (holisticamente).

2.2.3 A educação ambiental e para a sustentabilidade e o ensino superior

A Universidade conserva, memoriza, integra e ritualiza uma herança cultural de saberes, idéias e valores, porque ela se incumbe de reexaminá-la, atualizá-la e transmiti-la, o que acaba por ter um efeito regenerador. A Universidade gera saberes, idéias e valores que, posteriormente, farão parte da mesma herança. Por isso ela é simultaneamente conservadora, regeneradora e geradora (Almeida; Carvalho, 2002, p.13).

A Universidade que conhecemos é uma instituição que acompanhou os paradigmas da modernidade, cujos sistemas educativos foram moldados por um tipo único de conhecimento: o conhecimento científico, e por um tipo único da sua aplicação, a aplicação técnica (Santos, 1996, p. 18). O ensino superior, portanto, é caracterizado pela compartimentalização do saber. É um modelo tradicional, caracterizado pela *fragmentação* e pelo *tecnicismo* (Lucarelli, 1995, p. 7). A maioria das Universidades inspira-se neste modelo, que cria estabelecimentos de ensino cuja estrutura e funcionamento estão calcados ou centrados sobre o desmembramento e sobre um agrupamento de disciplinas específicas, bem como sobre a formação profissional. O que predomina são conhecimentos isolados uns dos outros, onde os diversos domínios do ensino encontram-se separados uns dos outros (Japiassu, 1976, p.98). A excessiva especialização da ciência, restrita a disciplinas tradicionais dificultou a construção de um diálogo entre as diferentes áreas científicas. As fronteiras entre os campos de conhecimentos são, ainda, de difícil transposição (Serrão; Almeida, 2004, p.10).

Com as transformações sociais e conceituais que vem ocorrendo, a Universidade se depara com novos desafios, principalmente devido à necessidade de novas formas de atuação por parte do meio acadêmico, que exige que o profissional se dê conta dos desafios que as questões ambientais, sociais e culturais. Assim, é necessário que a formação profissional não seja concebida como uma atividade especializada e estanque. Um passo fundamental para essa alteração que se faz necessária seria a incorporação da dimensão ambiental em todas as áreas do conhecimento (Serrão; Almeida, 2004, p.10).

A questão que se instaura é: como as instituições de nível superior vêm resolvendo e podem responder, de maneira mais adequada, a demanda por uma formação que incorpore a dimensão ambiental e sustentabilidade nos currículos? Falando especificamente dos cursos de arquitetura e de engenharia, uma rápida análise nos currículos destes cursos revela que as questões ambientais são minimamente abordadas, e quando ocorrem ainda aparecem muito mais vinculadas à questão técnica do que à questão perceptiva, ambiental, social, histórica e cultural. De acordo com Sorrentino (1998, p.287) as respostas mais comuns dos cursos têm sido a incorporação de disciplinas optativas ligadas à gestão ambiental. O ideal, segundo o autor, seria uma profunda reforma, contemplando a formação do especialista em um contexto multidisciplinar, desde o primeiro ano do Curso. Além da incorporação das disciplinas com enfoque ambiental, exigiria a articulação entre as demais disciplinas do curso, com outros cursos, com a pós-graduação, com o ensino e a extensão. Como esse é um processo complexo e longo, outras respostas à demanda da incorporação da dimensão ambiental seriam (Sorrentino, 1998, p.293):

- professores universitários atuando como questionadores e problematizadores.
- professores universitários desenvolvendo comportamentos (ética ambiental) e não só conhecimentos;
- trabalho com alunos buscando múltiplas soluções, ao invés de soluções únicas;
- trabalho conjunto de professores e alunos, assumindo a idéia de conhecimento como uma produção coletiva. Intensificação do trabalho em equipe, em grupo e com o entorno, dentro da extensão universitária.

Além disso, a exigência por parte das Diretrizes Curriculares dos Cursos, está determinando a inclusão destas dimensões nos currículos. O parecer CNE/CES, de

06/04/2005, que informa as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, estabelece que os cursos deverão buscar:

- a) a qualidade de vida dos habitantes dos assentamentos humanos e a qualidade material do ambiente construído e sua durabilidade;
- b) o uso da tecnologia em respeito às necessidades sociais, culturais, estéticas e econômicas das comunidades;
- c) *o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento sustentável do ambiente natural e construído;*
- d) a valorização e preservação da arquitetura, do urbanismo e da paisagem como patrimônio e responsabilidade coletiva.

E dentro das competências e habilidades pretendidas para a formação profissional, estabelece, no seu item segundo que é necessário que o profissional tenha *compreensão das questões que informam as ações de preservação da paisagem e de avaliação dos impactos no meio ambiente, com vistas ao equilíbrio ecológico e ao desenvolvimento sustentável.*

Nos *Cursos de Engenharia Civil*, o anteprojeto de Resolução das Diretrizes Curriculares prevê que as competências e habilidades profissionais do Engenheiro Civil incluam *a avaliação do impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.* E, que, todo curso de engenharia, independente de sua modalidade, deva possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, sendo um dos tópicos as *Ciências do Ambiente: Ecologia e a preservação e utilização de recursos naturais: poluição, impacto ambiental e desenvolvimento sustentado; Reciclagem e Legislação.*

Assim, por normativa, conteúdos vinculados à dimensão ambiental e à promoção e criação da cultura da sustentabilidade devem ser incorporados ao currículo destes cursos. Por exigir uma abordagem multidisciplinar, fugindo dos limites das tradicionais disciplinas, a incorporação destes conteúdos nos Cursos de Graduação coloca em questão a própria filosofia do ensino universitário (Sorrentino, 1998, p. 288).

É uma proposta desafiadora, onde a *“promoção da vida”*, *os conteúdos relacionais, as vivências, as atitudes, os valores e a ética, a “prática de pensar a prática”* (Freire, 1997) *adquirem expressiva importância e relevância* (Gadotti, 2006, p.94) e requer

mudanças tanto nas posturas individuais, como dos grupos formuladores e avaliadores dos currículos, projetos e programas.

No entanto, os processos educativos não se restringem à educação formal. A *educação para o futuro* requer que se articulem *espaços formais e não formais de educação* (Loureiro, 2000, p. 45). No caso da educação não-formal as *metodologias participativas* são as mais propícias e devem buscar (Loureiro, 2000, p.44):

- o comprometimento com a democracia, com o exercício da cidadania e melhoria da qualidade de vida, vinculados à justiça social, distribuição equitativa de bens e pautados pela ética, que respeite as especificidades culturais e identidades dos diferentes grupos sociais;
- a condução dos problemas educacionais de maneira integrada, em processos participativos das forças sociais locais, em uma perspectiva de educação permanente, a partir da formação de consciência crítica;
- a condução da ação educativa de modo a apoiar e estimular a manifestação de indivíduos e grupos na transmissão e recriação do patrimônio cultural;
- a vinculação dos processos educativos com outras práticas sociais, principalmente com as atividades econômicas e políticas;
- articulação com a educação não-formal, através de um planejamento integrado de atividades curriculares e extracurriculares.

A ação educativa é um meio importante e *transformador*, pelo qual é possível questionar a realidade, estabelecer negociações, aprofundar a aprendizagem e encontrar coletivamente as melhores alternativas para cada situação concreta que se apresente (Loureiro, 2004, p.49). Quando se trata de desenvolvimento sustentável é impossível que ele se estabeleça sem uma *educação para a sustentabilidade*. O desenvolvimento sustentável apresenta, assim, um *componente educativo* formidável: *a preservação do meio ambiente depende de uma consciência ecológica e a formação da consciência depende da educação* (Gutierrez, 2000). A *educação para o futuro, educação ambiental ou para a sustentabilidade* é um novo paradigma para a educação e um campo de conhecimento em construção. Possui ainda uma estrutura precária, instável e em constante modificação. Mas, por isso mesmo, apresenta uma configuração aberta e grandes possibilidades, na medida em que pode estabelecer múltiplas articulações – conceituais, estratégicas, profissionais, institucionais, etc – com outros campos de conhecimento, tradicionais e/ou emergentes (Gaudiano, 2006 [b]).

3 TRADIÇÃO (ANTIGOS SABERES): INTERFACES ENTRE CULTURA, TRADIÇÃO, SUSTENTABILIDADE E ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO

O conhecimento próprio da arquitetura e da construção, como qualquer outra modalidade cognitiva, resulta de uma aquisição cultural. A prática edificatória é resultado de um processo evolutivo, sendo um comportamento nitidamente cultural, aprendido com o acúmulo da experiência humana (Silva, 1994, p.103). A arquitetura é, portanto, *uma manifestação cultural* (Colin, 2000, p.85).

O ambiente construído resulta de escolhas feitas entre todas as alternativas possíveis. Essas escolhas refletem a cultura de determinado povo (Rapoport, 1986, p.26). O que foi escolhido como válido ou adequado é produto de vários períodos de experimentação, de tentativas, acertos e erros, os quais incorporaram à arquitetura e à construção, experiências de técnicas construtivas, materiais, formas, tipologias, estruturas e soluções referentes a questões climáticas, adaptações com o entorno natural, modos de vida, crenças, etc. (Stroeter, 1986, p.111). O reconhecimento destas escolhas, que emergem em circunstâncias específicas no tempo e no espaço e são transmitidos de geração em geração, são um importante conjunto de conhecimentos, saberes e comportamentos que merecem a devida atenção quando se pensa em estratégias de desenvolvimento sustentável (Bastos Filho, 1999, p.70).

Sachs (1986, p.23) sugere que se faça uma releitura do passado à luz de novas sensibilidades, e se aproveite à experiência histórica e de *antigos saberes* de outras civilizações para definir projetos de futuro. Sachs (1986, p.46) complementa, que *o projeto deve ser uma resposta criativa e que não a reprodução simples do modelo histórico. O arquiteto deve estudar a História na busca de antimodelos a serem superados e não de soluções a serem copiadas.*

Este capítulo teve por intuito compreender as interfaces entre arquitetura/construção e cultura, tradição e sustentabilidade, fazendo uma revisão dos principais conceitos e propondo uma *leitura* histórica de práticas sustentáveis na tradição da arquitetura e da construção.

3.1 CULTURA

A palavra cultura, em sua origem, designa um processo. De raiz latina, a palavra cultura deriva da palavra *colo*, que significa *cultivar a terra*. É um conceito romano de caráter prático e quer dizer o cultivo do solo (*colo*), cujo passado é *cultos* e o presente *culturus*, ou seja, aquilo que se pretende cultivar. A noção de cultura para os romanos está ligada ao trabalho árduo, a um trabalho de conquista como o próprio espírito da civilização romana (Bornheim et al, 1987, p. 38 e 39). No século XVI o sentido da palavra recebeu uma extensão metafórica e passou a designar o *cultivo da mente humana*. No fim do século XVIII ela adquiriu um novo sentido, *o do modo particular de um povo* (Capra, 2002, p.98).

O conceito de cultura, atualmente, é usado em diversos campos do conhecimento com significado diverso e às vezes confuso (Capra, 2002, p.99). Segundo Candeas (1999, p.139), o termo cultura possui múltiplos entendimentos, embora os sentidos predominantes sejam o *erudito*, o *filosófico* e o *antropológico*.

No primeiro sentido, a palavra cultura designa a *expressão erudita e esteticamente refinada do gênio humano*; no sentido filosófico, a cultura constitui a *capacidade intelectual de apreender o real de forma abstrata, representá-lo por símbolos e conferir-lhe um sentido, tornando a realidade sócio ambiental inteligível ao homem* e sendo esta, a etapa preliminar da ação transformadora; e, no sentido antropológico, a cultura compreende o *conjunto de elementos responsáveis pela organização socioeconômica e pela fixação da identidade social*. A cultura define as *capacidades humanas adquiridas em sua experiência histórica e que constituem o fundamento das realizações e do patrimônio* (Candeas, 1999, p.139).

Cultura, portanto, pode ser caracterizada como um referencial, tanto consciente, quanto inconsciente, presidindo as modalidades mais significativas do comportamento dos seres humanos (Viertler, 1999, p.18). Dentro da cultura estão assuntos relacionados com política, religião, arte, moral, lei, costumes e quaisquer outras capacidades e hábitos adquiridos pelo homem enquanto membro da sociedade (Mello, 1986, p.37). À cultura também cabe o domínio do meio ambiente, a garantia de sobrevivência e do conforto humanos, bem como a satisfação humana, seja no domínio da estética, da inteligência, da biologia ou do sobrenatural. A cultura, portanto, não é apenas a mediadora intelectual e

cognitiva que torna a realidade inteligível ao homem, é, também, o recurso fundamental para a identificação e transformação do meio ambiente em um patrimônio humanizado (Mello, 1982, p. 61).

Falar de cultura é falar igualmente de referenciais mentais que conferem sentido ao comportamento social dos indivíduos, que se associam a manifestações materiais e espirituais, conferindo um estilo ou modo de vida, valores e aspirações dos mais diversos (Viertler, 1999, p.18).

Os elementos que definem a cultura podem, segundo Candeas (1999, p.140), ser agrupados em duas categorias:

- modelos conscientes e inconscientes e as estruturas da percepção do real: visão de mundo, valores, ideologias, conhecimentos, crenças, símbolos e significados;

- manifestações imateriais nos comportamentos e na organização da sociedade: estilos de vida, costumes, instituições e técnicas, ou manifestações materiais: artefatos, documentos e monumentos.

A cultura pode ser caracterizada em *cultura objetiva e cultura subjetiva; cultura material e cultura não-material; cultura real e cultura ideal* (Mello, 1986, p.44-45).

Diz-se *subjetiva* a cultura quando se refere a um conjunto de valores, conhecimentos, crenças, aptidões, qualidades presentes em cada indivíduo, fornecendo padrões individuais de comportamento. É *objetiva* quando exteriorizada.

A *cultura material* é a soma de artefatos – bens manufaturados e invenções de toda a sorte – que resultam da utilização de uma tecnologia. A *cultura não-material* compreende ações, hábitos, aptidões, significados, crenças, conhecimentos, etc.

Por fim, a *cultura real* é a que concretamente fazem as pessoas na sua vida cotidiana e social, enquanto a *ideal* é aquela que as pessoas dizem e acreditam que deveriam ter.

Sendo o conteúdo da cultura, em qualquer ponto do seu desenvolvimento, determinado em grande parte por acontecimentos do passado, todo o estudo que nos permita estabelecer estes acontecimentos tem grande valor para a compreensão do presente (Linton, 1981, p.349).

3.1.1 Permanência e inovação

A cultura representa o esforço de adaptação do homem frente à realidade que o cerca e está sempre em movimento (Mello, 1982, p.61). A cultura muda e se transforma ao longo do tempo. Não se constitui um patrimônio fixo de bens e formas culturais, mas sim um conjunto de referências mentais que podem ou não inspirar manifestações materiais por meio da criatividade dos indivíduos, conforme o contexto em que se encontrem (Bastos Filho, 1999, p.20). A cultura é, portanto, um *continuum* que vai desde o começo da existência humana até os dias atuais. E, em todo o decorrer desse *continuum*, certos aspectos são acrescentados e outros dispensados (Linton, 1981, p.287).

Em momento algum as diversas culturas humanas são referenciais estáticos, já que, em sua origem histórica, emergem de uma grande variedade de processos sociais, associando-se a uma grande variedade de condições geográficas e históricas muito específicas (Bastos Filho, 1999, p.19). O ambiente, mesmo que condicione as soluções práticas e os modos de vida humanos, nunca subjuga completamente a atividade mental e inventiva do homem para novas soluções. Pode-se dizer que as adversidades ambientais estimulam a capacidade de adaptação do homem (Bernardi, 1974, p.69). A manutenção de um rol de bens e formas culturais, por sua vez, só tem sentido para membros de determinada sociedade enquanto representarem códigos de solidariedade e cooperação e contribuirão para o processo de produção e reprodução da sociedade (Bastos Filho, 1999, p.21).

A mudança e a inovação, em geral, se justificam pelo avanço da ciência, da técnica e da produção industrial. A mudança e a inovação são fomentadas pela sociedade de consumo, que dita moda e idéia de status social ligado a posse de objetos. A permanência está respaldada pelas instituições religiosas, políticas, sociais, que necessitam da permanência para existir e cumprir seus fins de ordem e continuidade (Tedeschi, 1978, p.25-26).

3.1.2 Patrimônio cultural

A noção de *patrimônio* evoca significados distintos relacionados à herança, a legado e a transmissão e, conseqüentemente, à posse, pessoal e coletiva. Associa-se à transmissão e recepção do passado, ao cabedal individual construído, à responsabilidade em relação às gerações futuras, relacionando-se à ética, a moral, a solidariedade, associando-se também ao futuro, na medida em que se constitui no ato de transmitir. *É o passado a estruturar o presente, que influenciará o futuro* (Ramalho Filho, 1999, p. 182).

Patrimônio cultural compreende desde os grandes monumentos, sítios históricos, obras de arte, construções (populares e eruditas) até a idéia de construção social, reunindo indivíduos e grupos em torno de um sentimento de identidade. O patrimônio cultural é construído a partir de referências: história, tradições, oralidade, valores, saberes locais (Ramalho Filho, 1999, p.183). É, segundo Pantaleón (2000, p.6), o conjunto de bens materiais e imateriais que herda uma sociedade de seus ancestrais.

A *herança cultural* é um componente forte para a conformação dos hábitos, dos costumes e *da tradição* e para o modo de pensar e de comportar-se do homem (Mello, 1982, p.58). O homem é herdeiro de um *padrão de cultura*, estabelecido por um longo processo acumulativo que reflete o conhecimento e experiência adquiridos pelas numerosas gerações que o antecederam.

Segundo Lemos (1981, p.8-10) O patrimônio cultural pode ser dividido em três grandes categorias de elementos:

- elementos pertencentes à natureza, ao meio ambiente;
- conhecimentos, técnicas, saber e saber fazer (elementos não tangíveis do patrimônio cultural);
- bens culturais: objetos, artefatos e construções obtidas a partir do meio ambiente e do saber fazer.

A utilização do *patrimônio*, natural ou construído, é uma consequência da necessidade de intervenção do homem no meio. Em particular, a reutilização do *patrimônio construído* pode ser uma alternativa viável e sustentável à construção de novos edifícios. A manipulação adequada e criativa do *patrimônio cultural* permite a utilização de soluções aprovadas e testadas ao longo do tempo (Laraia, 1986, p.46), além de se constituir em uma modalidade vinculada à memória e identidade de um povo, podendo se configurar em uma solução de menor custo financeiro e ambiental (Pantaleón, 2000, p.6).

3.2 TRADIÇÃO

A palavra tradição vem do latim: *traditio*. O verbo é *tradire* e significa essencialmente *entregar*. Designa o ato de passar algo para outra pessoa ou de passar de uma geração para outra geração. Os dicionários referem à relação do verbo *tradire* com o conhecimento oral e escrito. Assim, pode-se dizer que através da tradição, algo dito, pensado, escrito ou feito é *entregue*, passando de geração em geração, constituindo a tradição e nos constituindo (Bornhein et al, 1987, p.18).

Pode-se dizer que tradição é um produto do passado que tem uma atualidade e uma permanência. O Dicionário de Ciências Sociais (1986, p. 1254), dá, assim, de tradição, a seguinte definição: “*o que, de um passado persiste no presente, onde é transmitido e continua a ser atuante e aceite por aqueles que a recebem e que, por sua vez, com o passar das gerações, a transmitem*”.

Assim como a cultura, a tradição adquire um caráter dinâmico, de apreensão e transmissão, uma vez que se refere à soma das regras, dos costumes e das inovações recolhidas ao passar do tempo e transmitidas de geração em geração. É um ressurgir contínuo e fluente do aprendizado de uma geração nas experiências das gerações seguintes (Stroeter, 1986, p.109). Bernardi (1974, p.64), afirma que a transmissão hereditária da cultura cristaliza-se na tradição.

A tradição tem, igualmente, um caráter de permanência. Enfatiza as noções de continuidade, estabilidade e venerabilidade. A tradição consiste, portanto, na vontade de se manter permanente. E é justamente a permanência que mantém a tradição. Isso, no entanto, não exclui seu próprio desenvolvimento nem a possibilidade de transformações. Mesmo a

permanência tem sua própria evolução histórica. A tradição renova-se dia a dia e não tem regras. É orgânica e está em lenta e eterna mudança. E, o mais importante: *não impõe restrições ao trabalho de criação* (Bornhein et al, 1987, p. 25).

No passado as modificações aconteciam de modo mais lento e a permanência cedia menos às transformações. Por maior que fossem o intercâmbio e as influências sofridas, antes, as formas tendiam invariavelmente a regionalizar-se. O globo terrestre não era entendido como unidade espacial e temporal. O relativo isolamento em que viviam as culturas tradicionais garantia a unidade e a preservação de um estilo, técnicas e materiais.

Atualmente verifica-se justamente o contrário: a pluralidade e internacionalização de estilos em um processo de renovação constante. O mundo se tornou uma *aldeia global* e perdeu-se com isso muito do caráter regional das culturas. Este processo de universalização teve como resultado um inevitável e contundente desarraigamento dos valores que constituíam o passado, ou seja, os valores que constituíam a tradição (Bornhein et al, 1987, p. 25 e 26).

A tradição pode ser compreendida, portanto, *como conjunto dos valores dentro dos quais estamos estabelecidos, não se tratando apenas das formas do conhecimento ou das opiniões que temos, mas a totalidade do comportamento humano, que só se deixa elucidar a partir do conjunto de valores constitutivos de determinada sociedade* (Bornhein et al, 1987, p. 20).

A *memória*¹² é o centro vivo da tradição, é o pressuposto de cultura no sentido do trabalho produzido, acumulado e refeito através da história (Bornhein et al, 1987, p. 53). Memória e tradição estão sempre juntas. As imagens familiares são absorvidas e formam em nós um depósito, um sedimento, um terreno próprio para as sementes da produção do novo.

¹² Memória é subjacente à condição humana e se fundamenta na necessidade de auto-conservação, na possibilidade de manter e transmitir a tradição (Pantaleón, 2000., p.6).

3.2.1 Tradição em arquitetura e construção

As construções são um aspecto essencial da cultura material, que é parte da interação do homem com o entorno. Ao aprender a construir e ocupar edifícios, o homem diminuiu a necessidade de fazer ajustamentos biológicos com relação ao clima. As habitações estabilizaram as condições ambientais de proteção, temperatura, iluminação, ventilação. Os valores culturais ditaram qual a qualidade de materiais disponíveis, formas e tipologias arquitetônicas, técnicas construtivas (Titiev, 1969).

Tradição, em arquitetura e construção, é o conjunto de precedentes conhecidos e de uso consagrado, parcialmente repetido, parcialmente modificado, utilizado em determinada edificação. É um conhecimento próprio das diferentes culturas e que já se fez em um passado recente ou longínquo, tornando possível o conhecimento de prioridades, acertos e erros, possibilidades e limitações. É o produto de vários períodos de desenvolvimento, ao longo dos quais se incorporaram à arquitetura e a construção a destilação e a combinação de muitas experiências, de técnicas construtivas, de soluções referentes a problemas de clima, de modos de vida, de crenças, etc. (Stroeter, 1986, p.111).

A tradição em arquitetura e construção é feita de formas, materiais e técnicas, mas de formas que têm identidade e muitos pontos de referência. A tradição constitui um repertório, uma base, um depósito, um sedimento, um terreno próprio que pode servir para a produção do novo (Stroeter, 1986, p.111).

A análise da tradição em arquitetura e construção pode possibilitar o estabelecimento de padrões e suas correlações, o que pode auxiliar a lidar com a questão da alteração e da constância. Se o homem faz certas escolhas e realiza coisas por um período de tempo considerável, deve haver motivos para tal. Se pudermos compreender essas razões e os processos que elas representam, então poderemos redescobrir formas, materiais, técnicas, sistemas e alternativas mais adaptados e integrados às características locais e ambientais (Rapoport, 1984, p. 40). Para Stroeter (1986, p.111), enquanto o antigo e o tradicional não forem incorporados no processo de projeção, as formas e soluções arquitetônicas correm o risco de serem apenas excêntricas.

Segundo Stroeter (1986, p.114) as formas novas, bem como as novas soluções podem se originar de formas e referências familiares e tradicionais, que fazem parte do nosso

ambiente e que são *pontos de apoio* a partir dos quais é possível chegar ao *novo*. É importante perceber quais formas tradicionais podem auxiliar na solução de problemas reais e atuais. Tal discernimento faz com que uma solução que empregue elementos familiares possa vir a ser original, na medida em que a engenhosidade e a criatividade se associem buscando uma releitura de exemplos e adaptação dos mesmos a realidade atual. Assim, quando se fala em tradição em arquitetura não significa a apropriação e a cópia de modelos, mas o reexame e a busca de inspiração e conhecimento para a realização do *novo*.

3.3 UMA ANÁLISE DA TRADIÇÃO EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO: UM OLHAR SOBRE AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Se olharmos sob o enfoque da sustentabilidade, podemos perceber que na tradição arquitetônica existem numerosos exemplos de uma maior integração do ambiente construído com a natureza. Ao longo dos séculos, as sociedades humanas criaram, segundo os lugares e as culturas, tipos de construção muito variados e bem adaptados aos ecossistemas e aos climas. Utilizaram materiais disponíveis no entorno imediato. Por décadas também adaptaram edifícios a novos usos e reutilizaram materiais. Utilizaram, portanto, princípios sustentáveis presentes na cultura e na tradição da arquitetura e da construção.

Os homens, através da história, têm utilizado uma grande variedade de recursos e técnicas em meios muito diversos. Esse conjunto de conhecimentos e de comportamentos constitui um *patrimônio cultural* que é transmitido de geração em geração e que merece a devida atenção nos programas de gestão ambiental e na definição de estratégias para desenvolvimento sustentável (Lages, 1999, p.71).

Tanto na arquitetura vernacular¹³ como na arquitetura oficial é possível perceber a presença de práticas sustentáveis¹⁴, que, de maneira geral, podem ser separadas em três momentos distintos. *No primeiro momento, as práticas sustentáveis se apresentam de*

¹³ Por arquitetura vernacular entende-se àquelas que não respondem a um projeto “consciente” de arquitetura, sendo suscetíveis a diferenciar-se segundo as culturas, meio ambiente e clima (Oliver, 1978, p. 11).

¹⁴ Por práticas sustentáveis foram consideradas as práticas que revelassem uma preocupação com o homem, com a natureza, com o meio ambiente, que, por opção ou por um motivo específico (místico, religioso, filosófico, social, etc), de maneira intencional ou não, pudessem nos oferecer lições de uma maior integração entre a arquitetura e o meio natural.

maneira bastante pontual, quase sempre relacionadas a aspectos místicos e religiosos, não abrangendo todas as categorias da sustentabilidade e quase sempre se concentrando em aspectos de arquitetura bioclimática. Neste momento, é possível notar que não há pretensão do domínio do homem sobre a natureza, mas sim um respeito e uma adaptação às forças e características do meio ambiente natural. Isto ocorre praticamente até o Renascimento, onde a arte da arquitetura toma um curso divergente do domínio da natureza. Há, a partir deste momento, uma alteração na maneira de pensar o mundo, o homem e o seu posicionamento frente à natureza, resultando em um distanciamento entre arquitetura e meio ambiente natural e uma interrupção nos exemplos de práticas sustentáveis. Isto acontece até o século XIX, onde é possível identificar o ressurgimento de práticas sustentáveis, agora com um novo sentido: o de preocupação com as questões ambientais, aliado a um questionamento das situações reais que estavam sendo vivenciadas na sociedade Industrial. A partir daí, então, vai sendo elaborado um corpo teórico mais consistente e são colocados alguns exemplos em prática. É o que caracterizamos de um *segundo momento*, onde surgem as propostas como as das cidades jardins e da arquitetura orgânica, *que buscavam a integração da arquitetura e da cidade com a natureza e abrangiam, além de questões arquitetônicas e urbanísticas, aspectos mais amplos da sociedade*. No final do XX, novos conceitos emergem sob uma nova perspectiva. É um momento de transição paradigmática, que se baseia em uma visão interdependente e interativa entre campos acadêmicos cientificamente distintos. Conceitos ecológicos, de sustentabilidade, de engenharia ambiental aliam-se à arquitetura, além da percepção e a constatação da esgotabilidade dos recursos naturais e da crise energética por que passamos. *A sustentabilidade é intencional e necessária*, caracterizando, assim, o *terceiro momento* de nosso estudo.

1º momento : práticas pontuais de sustentabilidade

Neste primeiro momento, é possível perceber que as práticas sustentáveis estão ligadas a aspectos místicos, religiosos e a própria filosofia, ou seja, a forma preponderante do pensamento em cada momento. Não são práticas abrangentes, se concentrando, quase sempre, em um aspecto da sustentabilidade (como o conforto ambiental do edifício ou da cidade, relações de proporcionalidade, etc). Como a arquitetura está conectada com o meio ambiente natural, exemplos de *arquitetura bioclimática* são comuns, demonstrando que a preocupação do homem com o conforto ambiental das cidades e dos edifícios não é recente, e mesmo que

aliado a razões de saúde pública, revelam a disposição do homem em “aproveitar” os recursos naturais e harmonizar os edifícios e espaços abertos ao clima e as características locais.

Na Antiguidade Grega, Platão acreditava que todas as coisas fluíam e mudavam na natureza, mas eram definidas por padrões imutáveis e eternos, formas ou idéias que eram a verdadeira realidade. Aristóteles, fundador da visão científica, utilizava a observação para compreender e classificar a natureza. Geometria, perfeição, harmonia, elementos inspirados na natureza e no homem caracterizaram a arquitetura e a cidade neste momento, que apresentaram lições de sustentabilidade em função, quase sempre, como já foi dito, de aspectos místicos, religiosos e de saúde pública. É possível perceber, neste momento, que as cidades gregas, respeitavam as características e o caráter individual dos sítios na sua implantação, aproveitando e integrando o desenho urbano e a arquitetura à paisagem natural, conseguindo um perfeito equilíbrio das cidades com a natureza. Isto, aliado à preocupação com a orientação dos principais espaços, edifícios e vias, revelam um modelo de desenho urbano que, em momentos posteriores, vai ser considerado e tido como “ideal” por sua perfeita integração com o entorno imediato e por suas relações de proporcionalidade com o homem. A arquitetura grega, por sua vez, na busca da perfeição e harmonia, utilizou as medidas e as proporções do corpo humano como referência. Utilizou, portanto, a escala humana, uma relação harmoniosa existente na natureza que assegura beleza e excelência a sua arquitetura. Ainda da natureza, tomaram como referência suas formas, inspirando elementos de arquitetura (como as ordens), materiais locais e a própria configuração dos sítios, permitindo uma integração entre arquitetura e a paisagem natural. Outro aspecto, como já nos referimos, é a preocupação com o conforto ambiental – acústico e térmico – que baseada em considerações de saúde e conforto, definiam a orientação e a configuração dos edifícios, espaços abertos e cidades. Um perfeito exemplo de arquitetura e urbanismo adequado e harmonizado às condições climáticas e locais.

Em Roma, é possível perceber a influência da cultura grega e de outras culturas que os romanos absorveram e adaptaram. Vitruvius nos informa sobre tudo isso em seus *Dez Livros de Arquitetura*¹⁵ – colocando que os romanos, a exemplo dos gregos, também utilizaram como referência o homem e as proporções de seu corpo como ideal expresso da

¹⁵ POLIÃO, Marco Vitruvius. **Da Arquitetura**. São Paulo: Hucitec, 1999.

unidade da natureza. O caráter místico e religioso também moveu as opções dos romanos no que diz respeito às práticas sustentáveis. O *Genius Loci* ou espírito do lugar, qualidade holística que expressa a identidade, o caráter e a qualidade de um lugar é um conceito, em sua origem, romano, revelando a sintonia com o mito e a magia, com o espiritual e o tradicional, na implantação das cidades romanas. Também presentes, a preocupação com a orientação dos ambientes, aliado a um desenvolvimento técnico-construtivo, principalmente no que diz respeito a tipologias estruturais e infra-estrutura das cidades. Mas, por seu caráter e sentido monumental, a arquitetura romana se destacou muito mais do que se integrou a paisagem, a não ser em casos específicos como as *villas* e palácios romanos.

Na Idade Média, a estrutura das culturas da antiguidade se desfaz e uma nova ordem econômica, política e social se estabelece sendo a religião preponderante, definindo os caminhos das práticas e lições sustentáveis. Um caráter espontâneo e orgânico definiu o crescimento das cidades, revelando uma integração e adaptação com a paisagem e com a natureza. A tendência, rural, o caráter espontâneo, a escala humana e a presença de práticas sustentáveis - como o reaproveitamento dos detritos, transformando-a em matéria orgânica para a terra - fizeram da cidade medieval um modelo bastante discutido e buscado ao longo do tempo. Segundo os autores, superior até aos que a seguiram posteriormente, por isso a cidade medieval é considerada como um verdadeiro “deleite para os sentidos”: odores, sons e visão eram mais naturais, menos mecânicos, menos “agressivos” ao homem.

A arquitetura medieval, por sua vez, absorveu elementos da geometria grega e romana e criou novas formas e elementos relacionados principalmente com aspectos simbólicos, culturais, estruturais/construtivos e perceptivos. Exemplo disso é a solidez do românico, representando a existência de um local seguro sobre a terra e a integração da arquitetura com o entorno imediato, do gótico, possibilitado - graças a uma evolução técnica - e que objetivava transmitir ao ambiente circundante o espaço espiritualizado do interior do edifício. Materiais e técnicas locais foram empregadas, já que a mão de obra geralmente provinha do campo, trazendo consigo suas tradições construtivas. A Idade Média nos fornece, dessa forma, lições importantes de práticas sustentáveis, práticas de como aliar o tradicional e o local à arquitetura e a cidade.

Essas práticas sustentáveis aliadas ao místico e ao religioso aconteceram de maneira pontual, de maneira geral, até o Renascimento. No Renascimento se estabelece um novo relacionamento do homem com a natureza, fruto de novas teorias, de uma visão mecanicista do mundo e da instauração do método científico moderno que prevê o domínio e imposição do homem sobre a natureza. Neste período, em virtude desta nova maneira de pensar, raros são as lições de sustentabilidade. Há um hiato, uma pausa, uma cisão, uma interrupção que vai até o século XIX, quando há um questionamento da “eficácia” e do sentido deste modelo e desta maneira de pensar e encarar o mundo e o relacionamento homem e natureza. Pode-se dizer que no Renascimento a arquitetura e a cidade se “desatam da natureza”

Com o Renascimento veio um novo interesse nas teorias clássicas de proporções baseadas na forma humanas. O conceito de natureza da renascença tinha o homem como medida de todas as coisas. Michelangelo coloca que o conhecimento da figura humana era vital para a compreensão da arquitetura. Alberti observa que um edifício deve ter a aparência de um organismo e Leonardo da Vinci faz o seu famoso desenho do “homem de Vitruvius” (Pearson, 2001, p.32). Prédios e jardins colocaram o homem em posição preponderante ao meio ambiente, e assim surgiu uma nova concepção da relação do homem com a natureza. O esquema axial e a geometria dos jardins do renascimento expressam esse novo relacionamento entre o homem e a natureza claramente. Expressa a imposição humana sobre os menores detalhes, uma ordem que não permite desvios ou evolução. Mas a Renascença também trouxe uma nova ciência, o método científico moderno, junto com a “*era da razão*”. A arquitetura, neste momento, se afasta do emocional e da natureza.

O Barroco retoma o “emocional” na arquitetura e alguns conceitos anteriores sob uma nova perspectiva. No que diz respeito à integração com a natureza se nota uma significativa alteração com os momentos anteriores. Se antes o homem havia se concentrado nos aspectos cósmicos da natureza e os assentamentos humanos representavam uma imagem ideal e uma interação com as forças naturais do lugar, no barroco esse conceito foi substituído pela idéia de um mundo “fantástico” e misterioso. E a natureza regular substituída pela natureza caprichosa, cheia de imprevistos e invenções. Isto influencia a concepção dos espaços abertos e dos edifícios. Espaços dinâmicos agora são concebidos segundo o caráter do lugar, só que agora de uma maneira diferenciada. O *genius loci* aspira uma unificação dos diferentes

lugares em um sistema de caracteres independentes, não considerando os lugares como uma unidade independente. A arquitetura barroca, resultado de uma composição rica e complexa, apresenta, igualmente, os conceitos de continuidade e unidade espacial, revelando a busca de integração do interior com o exterior, do edifício com o meio natural.

Como reação à visão mecanicista de mundo, e a idéia da arquitetura e a cidade como um sistema matemático e como resultado de um processo industrial, surgem os movimentos que buscam uma maior relação com a natureza e o meio ambiente. Isto à partir de meados do século XIX.

2º momento: questionamento, elaboração teórica e experiências “sustentáveis”

No século XIX, momento que chamamos de pré-modernismo, inicia-se um processo de questionamento e se começa a pensar em grandes mudanças qualitativas, envolvendo planejamento, edificação e construção social. As propostas e idéias incluíam o desenvolvimento social, técnico, artístico e estavam de acordo com os condicionamentos apresentados pela sociedade, pela natureza e pela história. Propostas como a Colônia Agro-Industrial, de Robert Owen; as idéias de John Ruskin, William Morris e Camillo Sitte; as cidades-jardim de Ebenezer Howard buscavam alternativas ao modelo industrial de cidade. E, mais do que a alteração no traçado das cidades buscavam alterar a maneira de pensar a vida em sociedade. As idéias desses homens foram consideradas por vezes utópicas e românticas, uma vez que, de certa forma, foram capazes de perceber a possibilidade de escassez dos recursos naturais e a necessidade de buscar referências na natureza, em um momento em que era implementada, a todo o vapor, a revolução industrial, que pressupunha a inesgotabilidade dos recursos da terra. O que estes homens falavam ia justamente na direção contrária da grande onda que se formava.

Já na arquitetura surge o *gothic revival*, do Movimento Arts and Crafts, e, finalmente o *Art Nouveau*, todos buscando a libertação das regras clássicas do Renascimento e retornando os valores emocionais, holísticos e espirituais. Inspiravam-se na natureza e nos processos naturais. Antônio Gaudí apresenta soluções originais, ergonômicas e sustentáveis que têm como base a observação e interpretação da natureza, fornecendo preciosos exemplos das possibilidades de integração entre o homem, a natureza e a arquitetura.

No século XX, paralelo ao funcionalismo, cujo caráter era demasiadamente mecânico e racional, recusando qualquer tipo de adaptação às condições locais, surge o organicismo que proclama que o edifício, qual um organismo vivo, deveria se adaptar às condições concretas do ambiente em que se integrava, tendo em vista a paisagem, luz, calor, materiais e o bem estar físico e psicológico dos usuários. Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto, Oscar Niemeyer e Lúcio Costa tiveram trabalhos relacionados com esta corrente arquitetônica e através de uma união entre a técnica e a natureza, apresentaram soluções adaptadas ao clima e características específicas dos locais.

Em termos de urbanismo, Frank Lloyd Wright propõe a cidade ideal de *Broadacre*, um conceito de cidade de certa forma sustentável, integrada a paisagem natural e aos fluxos da natureza.

3º momento: cidade e arquitetura “sustentáveis”

A partir da década de 70, começa a surgir à percepção dos graves problemas ambientais e a compreensão de que as reservas e a saúde do planeta estavam ameaçadas. Dentro de uma nova visão, pautada por novas teorias e calcada na necessidade de buscar soluções mais responsáveis e sustentáveis, que não comprometessem mais as futuras gerações, é que surgem as propostas da *arquitetura sustentável* -objeto de nosso estudo - e *das cidades sustentáveis*.

A Figura 1, na página a seguir, demonstra estes momentos graficamente, constituindo-se uma síntese de nossos achados.

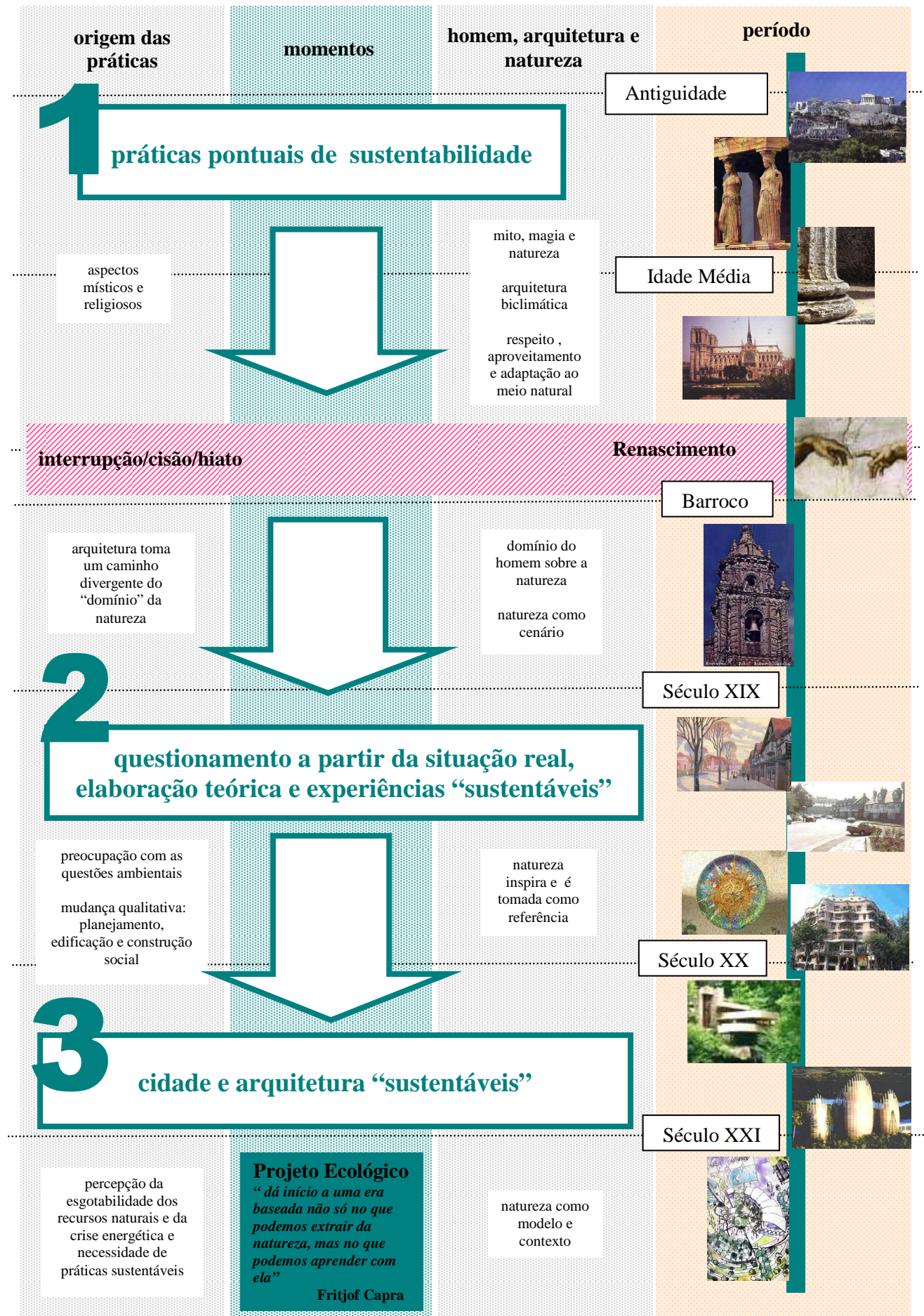


Figura 1: Sustentabilidade na arquitetura e construção

4 INOVAÇÃO, TÉCNICA E TECNOLOGIA: NOVOS SABERES EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A eleição dos elementos técnicos de projeto, os materiais, os métodos construtivos, os sistemas e instalações, dependem de razões econômicas e das intenções que se tem com determinado projeto. A inovação na indústria da construção civil se caracterizou, principalmente após a Revolução Industrial, pela utilização de novos materiais, em detrimento de materiais tradicionais e locais e pela industrialização da construção, com a modulação, pré-fabricação e padronização de elementos e materiais. A Revolução industrial abriu caminho para o que se convencionou chamar *progresso tecnológico*, que, em parte, representou o desejo de liberação das “limitações” impostas pela natureza, sendo orientado pela busca da diminuição de custos financeiros da construção, pela busca da diminuição do tempo de execução, pela necessidade de suprir a carência crescente e o déficit de edificações e pela busca de uma maior racionalização e perfeição na construção de edifícios (Behling, 2002, p.21; Tedeschi, 1978, p.108-109).

As discussões e debates que se instalaram sobre as questões ambientais e sobre a consciência da influência das atividades humanas nos sistemas do meio ambiente, tem levado cada vez mais, ao questionamento sobre o que se considera *progresso tecnológico* e sobre as soluções tecnológicas que vem sendo adotadas pelo homem, inclusive no campo da construção civil e arquitetura.

Novas alternativas tecnológicas ou *inovações* surgem, vinculadas ao uso de tecnologias mais inteligentes (alternativas), com um maior respeito aos recursos naturais e a utilização de práticas renováveis e auto-suficientes. Estas rompem com as práticas usuais, buscando um caráter mais sustentável dos edifícios e assentamentos humanos. *As novas tecnologias devem ajudar a buscar o equilíbrio ambiental, ao invés de tentar dominá-lo ou instrumentalizá-lo* (Behling, 2002, p.12).

Nossa intenção, neste capítulo, foi discutir alguns desses aspectos e de explorar os conceitos de inovação, técnica e tecnologia, estabelecendo as vinculações destes conceitos com a sustentabilidade na arquitetura e na construção.

4.1 INOVAÇÃO

De acordo com Pessanha (1987, p.61), vivemos em um tempo marcado pela ênfase às noções de ruptura, de diferença, de pluralidade. Bornhein (1987, p.16) complementa dizendo que a experiência da inovação, hoje em dia, suplanta, muitas vezes, a vigência da tradição. O mundo se faz uma “aldeia global” e é possível notar uma profunda modificação no caráter regional da cultura. A análise do porque deste fato e do porque da “supervalorização” da inovação em nossa sociedade é o ponto de interesse de nossa reflexão. Antes, porém, cabe compreender o que se entende por inovação. Considera-se *inovação*:

- a introdução, com êxito, no mercado, de produtos, serviços, processos, métodos e sistemas que não existiam anteriormente ou contendo alguma característica nova e diferente do padrão em vigor (Políticas Operacionais FINEP, 2005);

- a solução de um problema tecnológico, utilizada pela primeira vez, descrevendo o conjunto de fases que vão desde a pesquisa básica até o uso prático, compreendendo a introdução de um novo produto no mercado em escala comercial, tendo, em geral, fortes repercussões socioeconômicas (Longo, 2005);

- a introdução no mercado de produtos, processos, métodos ou sistemas não existentes anteriormente ou com alguma característica nova e diferente da até então em vigor (Guimarães, 2005);

A inovação, por conseguinte, é qualquer pensamento, comportamento ou coisa que é nova por ser qualitativamente diferente das formas anteriores existentes (Dicionário de Ciências Sociais, 1986, p. 607). De acordo com Mello (1986, p.97), é muito mais fácil perceber as inovações no campo da tecnologia do que nos demais campos de conhecimento. No entanto, é possível falar em inovações em diversas atividades, sejam científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras, comerciais, mercadológicas, etc. Segundo o autor, a essência da inovação é a idéia nova e nesse sentido a inovação confunde-se com a noção de *invenção*.

Tanto a *invenção*, como a *inovação* não tem o compromisso com o ineditismo. A *invenção* é toda nova aplicação de conhecimento. É a produção de algo novo e que represente um avanço com relação a práticas anteriores, mas não necessariamente inédito. Para o autor

somente a *descoberta* pressupõe o ineditismo, uma vez que é considerada como *todo o acréscimo de conhecimento* (Mello, 1986, p.99).

Linton (1981, p.304) classifica a invenção, ou inovação em *básica* e de *aperfeiçoamento*. A *invenção ou inovação básica* é a que envolve a aplicação de um novo princípio ou de uma nova combinação de princípios, mesmo que não inéditos. É básica no sentido em que abre novos potenciais e se apresenta como fundamento de outras invenções. A *invenção ou inovação de aperfeiçoamento* é a modificação de algum invento anterior, feita, normalmente, com a finalidade de aumentar eficiência ou tornar aplicável a um novo fim ou a um novo momento.

Mas como se pode caracterizar o “novo”? Como caracterizar uma prática inovadora?

Uma prática inovadora, segundo Pessanha (1987, p.61), não se caracteriza por introdução acrítica do novo no velho e sim por guardar em si o germe da *ruptura*. A *ruptura*, ou seja, o rompimento com o existente é o que caracteriza a prática inovadora. É a ruptura que questiona as bases epistemológicas vigentes. A inovação não é um ente abstrato e toda a ruptura surge em um contexto que é histórico e humano. Surge em um determinado tempo, lugar e circunstância e é condicionado pelas necessidades humanas, não só quanto à motivação, mas também, quanto à sua concepção e utilização (Mello, 1986,p.100).

Outro aspecto peculiar da inovação é que ela não existe sem a criatividade humana. É a criatividade que permite a produção e a construção do novo ou a crítica e a busca de alternativas em relação ao existente. À criatividade se associam características como a independência, disposição para aprender, autoconfiança, coragem para assumir riscos e buscar soluções (Pereira; Dresdner,1992, p.64).

Mas a inovação também pode envolver processos de mudança não espontâneos e que surgem em determinadas circunstâncias e em um ponto onde o todo e as partes se obrigam a tomar outras direções. E aí, não necessariamente a inovação se constitui em mudança total, mas pode se dar através da ruptura em patamares diferenciados.

A inovação pode ser considerada um processo de construção permanente, a partir da busca original para o “melhoramento” de algum aspecto anterior. Torna-se importante uma breve reflexão acerca desta idéia de “melhoramento”, de avanço do conhecimento e *progresso tecnológico*, e como estes se estabeleceram ao longo do tempo.

A Revolução Industrial imprimiu uma importante transformação na história universal. Muitos países, até então agrícolas, se converteram em sociedades industriais. Aliado a isso surgiu o pensamento da ilustração e o desejo de romper com a história e com a tradição em um caminho para o progresso, modernização e emancipação do ser humano. A razão, baseada na ciência objetiva, proporcionou uma nova lógica para o projeto da era moderna. A separação da religião e da ciência possibilitou novas formas de organizações sociais racionais que justificaram o domínio científico da natureza. Logo após a mecanização houve a cientifização dos processos produtivos mediante a produção e aplicação integrada de diferentes áreas do conhecimento técnico e científico. Esta aliança do conhecimento com a produção industrial deu um impulso significativo ao desenvolvimento das ciências e as inovações do conhecimento responderam à necessidade da acumulação de capital (Leff, 2001, p.30). O motivo preconizado era a máxima felicidade e conforto para a maior quantidade possível de seres humanos (Behling, 1996, p.128).

A partir daí as aplicações práticas da ciência foram orientadas pelas demandas da racionalidade econômica dominante (Leff, 2001, p.88). Isso estabeleceu uma mentalidade e levou a idéia de que a evolução da humanidade estaria subordinada ao avanço técnico que visasse unicamente o lucro e que servisse aos propósitos do crescimento econômico. A inovação tornou-se a “religião” do setor industrial nos séculos XIX e XX, e as empresas consideraram a inovação e o progresso tecnológico como a chave para elevar lucros e a participação no mercado. Nessa perspectiva, o desenvolvimento tecnológico ou o “melhoramento” buscado pela inovação se agrega, unicamente, a valores econômicos e puramente técnicos (Pereira; Dresdner, 1992, p.64). O afastamento com os valores tradicionais ficou cada vez mais evidente (Behling, 1996, p.194).

O projeto de modernidade, acelerado pelo progresso tecnológico e industrial, começou a decair no final dos anos sessenta. Durante muito tempo se acreditou que todas as dificuldades podiam ser superadas através das inovações orientadas nesta lógica, crescimento e progresso (Behling, 1996, p.194). E, raramente, de acordo com Pereira e Dresdner (1992,

p.64), os praticantes da inovação pararam para examinar o que faziam, como a faziam e por que faziam. A maioria simplesmente prosseguiu na tarefa de criar valor ao explorar alguma forma de modificação.

Nossa reflexão caminha na direção de que é importante questionar os reais objetivos da inovação e ver com senso crítico as conseqüências do seu uso e procurar encontrar formas de subordinar o avanço técnico não somente a economia e a técnica, mas aos valores éticos, ambientais, culturais e objetivos sociais. Uma inovação assentada e direcionada dentro de um novo paradigma. Uma inovação multicultural, aberta a novas configurações de conhecimento e à tolerância.

4.2 TÉCNICA E TECNOLOGIA

Os termos *técnica* e *tecnologia*, em geral, são empregados com sentido confuso e sem um consenso a respeito do seu significado. Nosso interesse aqui é analisar esses conceitos, relacionando-os à noção de *inovação*, apresentada anteriormente.

Técnica, segundo Vargas (1994, p.15), é *uma habilidade humana de fabricar, construir e utilizar instrumentos* e é tão antiga quanto a humanidade. Provavelmente no surgimento das técnicas comparecem tanto os instintos quanto o acaso. A princípio, as técnicas teriam sido ensinadas pelos deuses ou heróis e transmitidas de geração a geração pelos homens. No fim das civilizações míticas da Antiguidade, as técnicas vieram a compreender o conjunto de regras, invenções, habilidades relacionadas à construção de edifícios, estradas e pontes, à fabricação de instrumentos e utensílios, à agricultura, à extração e preparação de materiais para construção ou fabricação, ensinada pelos mestres a seus aprendizes. Um estágio avançado desta técnica foi aquele em que se escreveram tratados, a fim de assegurar a educação dos técnicos, dos profissionais. As técnicas “modernas” aparecem durante o Renascimento, incorporando os conhecimentos empíricos aos científicos.

A palavra *tecnologia*, por sua vez, como ciência, mudou consideravelmente de significado no decorrer dos séculos e só pôde ter vigência depois do estabelecimento da ciência moderna, implicando que o saber técnico fosse verificado pela experiência científica. Tem sua origem na palavra grega *techné*, que significa *um discurso sobre as artes*. Utilizado

pela primeira vez na língua inglesa, no século XVII, expressava a discussão sobre as artes aplicadas, ou seja, os ofícios e aos poucos passou a designar os próprios ofícios. Na segunda metade do século XIX, se começa a distinguir, no estudo das técnicas e das engenharias, uma disciplina de nome Tecnologia. Sua finalidade inicial era descrever as técnicas, os processos técnicos, as maneiras de preparação ou fabricação de produtos industriais, a extração e manipulação de materiais utilizados pela engenharia, além de formas de organização econômica do trabalho técnico. No começo do século XX esse significado foi ampliado e passou a incluir não só ferramentas e máquinas, mas também métodos e técnicas.

Assim, a tecnologia constituiu-se como o estudo ou atividade da utilização de teorias, métodos e processos científicos para a solução dos problemas técnicos, relacionados com materiais e processos construtivos, fabricação de produtos industriais, organização do trabalho e cálculos e projetos de engenharia (Vargas, 1994, p.16).

Tecnologia é, portanto, um ramo do conhecimento que trata da criação e uso dos métodos técnicos e materiais e a inter-relação destes com a vida, a sociedade e o meio ambiente (Ching, 1999, p.11). É o conjunto dos saberes práticos, métodos e técnicas utilizadas para atingir determinados objetivos. Significa os meios de se chegar a um determinado fim.

A modificação da tecnologia usada pelos homens não se deu através de um processo linear e uniforme. Na verdade existiram várias tecnologias. Diferentes sociedades desenvolveram diferentes formas de tecnologia, inclusive para enfrentar situações semelhantes. As opções tecnológicas de uma sociedade não obedecem a uma lógica natural, onde a tecnologia escolhida é sempre a única possível e viável. A escolha entre as várias alternativas possíveis, do tipo de tecnologia que será dominante nessa sociedade, está intimamente relacionado com a visão cultural e as estruturas sócio-econômicas vigentes.

Opções tecnológicas, portanto, não são opções neutras, mas sim políticas, sendo condicionadas por mecanismos de poder e interesses de classe. Os setores dominantes da sociedade procuram sempre impor e estimular as formas de tecnologia que favorecem seus interesses, difundindo que essas são as mais apropriadas e racionais (Lago; Pádua, 1985, p.62).

A tecnologia desempenhou uma importante função instrumental dentro da racionalidade econômica, estabelecendo a relação de eficácia entre conhecimento e produção.

Deste modo, a tecnologia, entendida como a organização do conhecimento para a produção, se inseriu nos “fatores da produção”, determinando a produtividade e a força de trabalho e excluindo desse processo o homem e a natureza (Leff, 2001, p.87). Assim, as aplicações práticas da ciência e do progresso tecnológico e a busca pela inovação têm sido, na sua grande maioria, orientadas pelas demandas da racionalidade econômica e científica dominantes.

Cada vez mais se torna evidente o fato de que as medidas tecnológicas, por si só, não proporcionam soluções realmente satisfatórias para os problemas ambientais, sociais e culturais ocasionados pela ação humana. O desenvolvimento do conhecimento científico-tecnológico apresentou, nas últimas décadas do século XX, com a emergência de novos paradigmas e da questão ambiental, um potencial diferenciado, fundado no conhecimento da natureza, orientando-se para o desenvolvimento de novos recursos naturais e tecnológicos, para o aproveitamento de fontes alternativas de energia e para o desenho de novos produtos, dando suporte a um projeto de desenvolvimento que incorporam as condições de conservação e o potencial ecológico, cultural e humano de diferentes formações sociais (Leff, 2001, p.88). O questionamento da nossa relação com a natureza expressa o desejo de novos valores e de novas atitudes em relação ao meio ambiente: conceitos como atenção, supervisão e cuidado para a manutenção surgem como substitutos da doutrina tradicional da superioridade do ser humano e da ciência sobre a natureza e o meio ambiente (Behling, 1996, p.195).

Leff (2001, p.89) chama de *produtividade ecotecnológica* a articulação de diferentes processos, ou seja, um sistema articulado de recursos culturais, naturais, tecnológicos e econômicos. Para ele, um processo produtivo construído sobre o conceito de produtividade ecotecnológica conduz necessariamente à análise das condições ecológicas, tecnológicas, econômicas, sociais e culturais que possibilitem o aproveitamento e a transformação dos recursos naturais, preservando e maximizando o potencial produtivo dos ecossistemas. Os conceitos de produtividade ecotecnológica, de racionalidade ambiental e manejo integrado de recursos induzem a um processo de pesquisas sobre propriedades e usos de recursos, mediante a inovação de processos mais eficientes e de novas tecnologias, materiais e fontes de energia.

Dentro desta perspectiva o que se pretende, também, é revalorizar, resgatar e melhorar um conjunto de técnicas tradicionais e desenvolver “novos” saberes práticos e

conhecimentos científicos baseados na tradição. É um potencial inovador fundado no conhecimento da natureza, que pode orientar-se para o desenvolvimento de novos recursos naturais e tecnológicos, para o aproveitamento de fontes alternativas de energia e para o desenho de novos produtos, dando suporte a um projeto de civilização e uma estratégia de desenvolvimento que incorporem as condições de conservação e o potencial ecológico e cultural de diferentes sociedades (Leff, 2001, p.88).

Sachs (1986, p. 99) diz que se trata de adotar uma nova atitude, desenhando tecnologias apropriadas às condições do ambiente natural, social e cultural em que serão utilizadas, em vez de se impor tecnologias importadas, testadas em condições ecológicas, culturais e sociais diferenciadas.

4.2.1 Tipos de tecnologia

É possível perceber que diferentes tipos de tecnologias se associam a diferentes propósitos estabelecidos socialmente. De acordo com Lago e Pádua (1985, p.62), há, em termos gerais, dois tipos de tecnologias. A chamada *tecnologia dura* ou *pesada* e a *tecnologia limpa, leve, suave, ecológica ou alternativa*.

A *tecnologia dura* ou *pesada* é reflexo da sociedade capitalista de crescimento e é aquela que contribui para a destruição ambiental, para o surgimento de injustiças sociais e territoriais e para a concentração de poder e capital. Baseia-se em:

- grande gasto de energia e recursos não renováveis;
- alto índice de poluição;
- alta especialização e divisão do trabalho,
- limites e inovações técnicas ditadas pelo lucro e não por necessidades sociais;
- conhecimento técnico restrito a especialistas;
- prioridade para o global e não o local;
- produção em massa;
- impacto destrutivo da natureza;
- trabalho alienado do prazer;
- despreocupação com valores éticos e morais.

A *tecnologia limpa* ou *alternativa*, por sua vez, é uma nova maneira de entender a escala e o esquema de funcionamento das atividades técnicas. Nesta perspectiva, o desenvolvimento tecnológico e social devem caminhar juntos, gerando tecnologias que não agredam a biodiversidade, os ecossistemas e a cultura (Adam, 2001, p.32). Os experimentos no campo da tecnologia alternativa, justamente, visam desmistificar a idéia de que a tecnologia dura é a única possível e demonstrar que outros tipos de tecnologia, mais justos socialmente e culturalmente e ecologicamente comprometidos, podem ser viabilizados na prática e voltados para facilitar e tornar a vida do homem e das comunidades humanas, mais feliz e saudável.

A Agenda 21, em seu capítulo 34, especifica que as tecnologias ambientalmente saudáveis ou alternativas são aquelas que protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir. As tecnologias ambientalmente saudáveis não são apenas tecnologias isoladas, mas sistemas totais que incluem conhecimentos técnico-científicos, procedimentos, bens e serviços e equipamentos, assim como os procedimentos de organização e manejo.

Existe uma necessidade cada vez maior e uma busca de acesso a tecnologias ambientalmente mais saudáveis, por meio de medidas de apoio que promovam a cooperação tecnológica e que permitam a transferência do conhecimento técnico-científico tecnológico necessário, assim como o aumento da capacidade econômica, técnica e administrativa para o uso eficiente e o desenvolvimento posterior da tecnologia transferida. A cooperação tecnológica supõe esforços comuns das empresas e dos Governos, ambos provedores e receptores de tecnologia. Parcerias de longo prazo bem sucedidas em cooperação tecnológica exigem necessariamente treinamento sistemático e continuado e fortalecimento institucional e técnica em todos os níveis por um extenso período de tempo.

Vale e Vale (2000, p.240), apresentam um quadro comparando as características da *tecnologia pesada* (*hard technology*) e da *tecnologia limpa* ou *alternativa* (*soft technology*), o qual reproduzimos a seguir (quadro 1). Nele é possível perceber claramente a distinção entre ambas e verificar que a tecnologia pesada foi definida e se insere na lógica do paradigma da racionalidade científica moderna, enquanto a tecnologia leve, ecológica ou

alternativa apresenta suas características orientadas dentro de um novo paradigma: o paradigma emergente da pós-modernidade, holístico, ecológico, orientado para a sustentabilidade.

tecnologia pesada	tecnologia limpa
descomprometida ecologicamente	comprometida ecologicamente
grande consumo de energia	pequeno consumo de energia
taxa elevada de poluição	baixa taxa de poluição
utilização única de materiais e fontes de energia	materiais renováveis e fontes renováveis de energia
funcional por um tempo	funcional para todos os tempos
produção em massa	indústria artesanal
alta especialização	baixa especialização
família nuclear	comunidades
alienação da natureza	integração com a natureza
limites tecnológicos definidos pela riqueza	limites tecnológicos definidos pela natureza
destrutivo com a cultura local	compatível com a cultura local
altamente destrutivo com outras espécies	dependente do bem estar das outras espécies
inovação regulada pelo lucro e pela guerra	inovação regulada pela necessidade
capital intensivo	trabalho intensivo
centralista	descentralista
modos de operação complicados para compreensão geral	modos de operação compreensíveis a todos
soluções únicas para problemas técnicos e sociais	múltiplas soluções para problemas técnicos e sociais
agricultura com ênfase na monocultura	agricultura com ênfase na diversidade
quantidade é critério de alto valor	qualidade é critério de alto valor
objetivo do trabalho é a renda	objetivo do trabalho é a satisfação
pequenas unidades totalmente dependentes das outras	pequenas unidades auto-suficientes
forte distinção entre trabalho e lazer	fraca ou não existente distinção entre trabalho e lazer
ciência e tecnologia alienada da cultura	ciência e tecnologia integrada com a cultura
ciência e tecnologia realizadas por uma elite de especialistas	ciência e tecnologia realizadas por todos
ciência e tecnologia separada de outras formas de conhecimento	ciência e tecnologia integradas com outras formas de conhecimento
objetivos técnicos válidos somente para uma porção limitada da terra por um limitado período de tempo	objetivos técnicos válidos para todos os homens para todos os tempos

Quadro 1: Comparação das principais características da tecnologia pesada e da tecnologia limpa

Fonte: Vale, Brenda; Vale Robert (2000, p.240)

As preocupações com os recursos ambientais e com as questões culturais e sociais deveriam nortear os processos de invenção de tecnologias alternativas, de aperfeiçoamento das tradicionais e de escolha e adaptação de tecnologias importadas. Atualmente, a maior parte da pesquisa tecnológica feita por organizações comerciais dedica-se a criar e processar inovações que tenham valor de mercado. O que é necessário de fato, são tecnologias que produzam “bens sociais” – como melhor qualidade do ar e produtos duráveis – ou solucionem problemas que geralmente não entram no cálculo das empresas (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991, p.65). Mas, o grande desafio, sem dúvida, está em assegurar que essas novas tecnologias cheguem a todos que precisem delas, superando problemas de falta de informação e em muitos casos a impossibilidade de acesso às tecnologias desenvolvidas comercialmente.

4.3 INOVAÇÃO EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO

A origem e extensão da inovação na construção, como a própria construção, é muito diferente de outras indústrias. Ambas dependem da natureza física da construção e sua organização econômica e social. Ou seja, essas condições dependem de circunstâncias geográficas e históricas específicas (Wharton; Payne, 2003, p.76-79).

Os edifícios são manifestações das inovações técnicas. Nos dão cobertura, podem adaptar-se às nossas necessidades de vida e trabalho, expressam desejos e representam a cultura. As tecnologias empregadas para projetar e executar os edifícios tem conseqüências imediatas em relação ao consumo de energia, por exemplo. Arquitetura e tecnologia nunca se desenvolveram de maneira independente e os avanços arquitetônicos e construtivos foram determinados pelo desenvolvimento técnico e da engenharia (Behling, 1996, p. 21).

Antes da Revolução Industrial se usavam, basicamente, fontes de energia renováveis. Povos e cidades se assentavam segundo considerações do microclima local. Com o advento dos combustíveis fósseis, as pessoas abandonaram a luz natural e os ganhos solares térmicos nos projetos e orientação das edificações. Abandonaram energia da água, vento, biomassa, força animal e humana para a energia mecânica (Strong, 1999, p.89). Os

combustíveis fósseis foram indispensáveis nesse momento e do ponto de vista tecnológico, significaram um grande passo adiante e uma grande inovação (Behling, 1996, p.18).

As novas tecnologias ofereceram a possibilidade a arquitetos e engenheiros de superar os limites impostos pelo padrão humano. Os edifícios passaram a representar não tanto a aplicação da tecnologia como instrumento da arquitetura, mas a submissão da arquitetura ao controle da própria tecnologia. A arquitetura, a construção e o urbanismo perseguiram o objetivo de simbolizar essa nova época de inovação e crescimento (Behling, 1996, p.128). Essa foi a orientação dos projetos usados por muito tempo ao redor do mundo. Chegando ao momento atual, onde, segundo dados de Edwards (2004, p.1), a indústria da construção absorve 50% dos recursos mundiais. Isso revela o quão pouco sustentável é, ainda, esta atividade para o planeta.

No entanto, toda a discussão que se instalou sobre as questões ambientais e a consciência da esgotabilidade dos recursos na terra levou a repensar e buscar “novas” alternativas tecnológicas para a construção (Strong, 1999, p.89).

O uso de tecnologias mais inteligentes (alternativas), um maior respeito aos recursos naturais e a utilização de práticas renováveis e auto-suficientes podem ser, portanto, consideradas como uma *inovação*, uma vez que rompem com as práticas e utilizações usuais, buscando um caráter mais sustentável dos edifícios e assentamentos humanos.

4.4 TECNOLOGIAS INOVADORAS NA CONSTRUÇÃO VISANDO A SUSTENTABILIDADE

As tecnologias alternativas ou limpas dizem respeito a tecnologias ambientalmente saudáveis e responsáveis com relação ao meio ambiente, à natureza, à cultura e à sociedade, impulsionadas pela insatisfação com o progresso tecnológico moderno.

Nosso objetivo, neste momento, foi selecionar alguns exemplos de tecnologias alternativas inovadoras utilizadas na construção de edificações, buscando classificá-las em *inovações básicas ou de aperfeiçoamento*, de acordo com o referencial de Linton (1981, p.304). Dentro desta análise pretendemos identificar os princípios (*inovação básica*) ou as conexões e vinculações com experiências e tecnologias utilizadas anteriormente (*inovação de aperfeiçoamento*).

4.4.1 Utilização de fontes renováveis de energia

A energia é um elemento essencial na busca da sustentabilidade. O consumo de combustíveis fósseis nos edifícios representa aproximadamente a metade de toda a energia que se consome no mundo. A calefação, iluminação e ventilação dos edifícios se baseiam, principalmente, na combustão do petróleo, gás ou carvão. Para redução dos níveis de consumo energético é possível utilizar: a energia nuclear, a transformação do carbono ou a energia renovável (Edwards, 2004, p.24). É sobre essa última que iremos centrar nosso estudo.

A energia renovável pode substituir os combustíveis fósseis na calefação, refrigeração, ventilação e iluminação dos edifícios. As principais fontes de energia renovável na arquitetura e na construção são a energia solar, eólica e geotérmica (Edwards, 2004, p.28). Pode se perceber que quase toda a totalidade das energias renováveis deriva direta ou indiretamente da energia solar. Diretamente, no caso da luz e calor produzidos pela radiação solar, e indiretamente no caso das demais - energia eólica e geotérmica-.

4.4.1.1 Aproveitamento da energia solar: aquecimento e geração de energia elétrica

O poder do sol deveria ser entendido e respeitado por projetistas de edificações, que deveriam se valer da energia solar passiva para fornecer energia para as edificações (Roaf, 2006, p.166). As tecnologias que aproveitam a energia que recebemos do sol já existem há bastante tempo e podem ser encontradas em vários momentos da história da arquitetura e da construção (Behling, 2002, p.18).

aquecimento

Os sistemas solares passivos de aquecimento envolvem a transmissão da radiação solar, através de camadas de vidraças protetoras do lado ensolarado de uma edificação para um espaço da edificação onde a radiação é absorvida e armazenada pela massa térmica. (Roaf, 2006, p.170). Há diversos tipos de aquecimento solar passivo que podem ser utilizados:

- sistemas de ganho direto: a radiação solar entra através de aberturas na edificação – janelas e clarabóias - e é absorvida por materiais da edificação – paredes, tetos -. A armazenagem térmica é feita durante o dia e liberada gradativamente à noite.

- sistemas de ganho indireto: podem ser caracterizados pela colocação de uma lâmina de vidro na frente e bem perto de uma parede de alvenaria sólida¹⁶ ou outro elemento da construção que tenha alta capacidade de armazenamento térmico (paredes Trombe-Michel¹⁷, parede de água¹⁸, parede Barra-Constantine¹⁹)

- estufas solares ou jardim de inverno: área anexa à edificação cujo aquecimento solar passivo se dá pela transmissão d radiação solar através de vidraças e absorção por superfícies internas. O principal objetivo das estufas é liberar calor aos espaços adjacentes da edificação.

Utilizando a energia do sol para geração de eletricidade, como uma *inovação de aperfeiçoamento*, pode-se citar a *utilização de células ou painéis solares ou fotovoltaicos*. Segundo Moura; Schmid (2006) as células e painéis fotovoltaicos podem ser considerados um novo conceito tecnológico voltado para a sustentabilidade energética dos edifícios e cria a possibilidade de uma proposta estética, refletindo o seu tempo. Portanto é uma nova tecnologia, baseada em um princípio já utilizado anteriormente: o aproveitamento da energia solar em edificações.

geração de energia elétrica: células solares, ou células fotovoltaicas

A radiação solar é a principal fonte de energia renovável. A energia do sol é uma fonte praticamente inesgotável de eletricidade, disponibilizada diariamente e sem custos, e podendo ser captada e utilizada na construção através de células e painéis fotovoltaicos.

¹⁶ Quando uma parede é usada para armazenagem térmica de energia, é denominada parede solar ou parede de massa térmica.

¹⁷ Também conhecida como parede Trombe é uma parede de massa térmica com tomadas e saídas de ar reguláveis na parte superior e inferior para permitir a transferência de calor por convecção.

¹⁸ É uma parede de massa térmica em que a água substitui a parede sólida. A água tem maior capacidade térmica relativa do que o tijolo e o cimento. Assim, para um mesmo volume, uma parede de água funciona de forma mais eficiente do que uma parede sólida.

¹⁹ Usa coletores leves de vidro instalados em uma parede. Dutos na edificação fazem o ar quente circular por convecção em tetos, paredes, pisos.

As células fotovoltaicas, ou os painéis fotovoltaicos convertem a luz do sol em energia elétrica. A designação solar *fotovoltaica* vem do que se chama *efeito fotovoltaico*, ou seja, a transformação da energia solar "*fotão*" em energia solar "*volt*", descoberto em 1839 pelo físico A. Becquerel (Monteiro, 2006).

A produção de eletricidade a partir da energia solar dentro desse sistema surgiu na década de 30, inicialmente com células de óxido de cobre e, posteriormente, de selênio. Mas, somente na década de 50, com a realização das primeiras células fotovoltaicas de silício que se vislumbra a possibilidade de fornecer energia para utilização em edificações. No decorrer dos anos 80, a tecnologia fotovoltaica se desenvolveu regularmente através da instalação de várias centrais e essa passou a ser utilizada em diferentes produtos de baixa potência tais como: relógios, calculadoras, iluminações de jardim, instalações meteorológicas, bombas de água e frigoríficos solares. A utilização em carros solares contribui bastante também para a divulgação desta tecnologia, principalmente devido à imagem de alta tecnologia futurista e ecológica (Petillon, 2006).

No Brasil, a tecnologia fotovoltaica foi introduzida em 1978, mas o uso foi intensificado em 1992. O Ministério de Minas e Energia incentivou a energia elétrica fotovoltaica para regiões isoladas, através de estratégias como o Programa de Desenvolvimento Energético para Estados e Municípios, além de parcerias entre Federação e Estados para beneficiar povoados desprovidos de energia. (Moura; Schmid, 2006).

Em edificações, as células solares são dispostas em painéis solares, geralmente dispostos em coberturas inclinadas. A flexibilidade dos painéis fotovoltaicos possibilita a utilização para vários fins. Pode-se obter água quente para consumo doméstico ou industrial ou para aquecer a água que circula em radiadores em edificações. Pode, igualmente, ser utilizada para aquecer a água de piscinas. A corrente elétrica gerada por um painel doméstico convencional não é suficiente para a maioria dos usos domésticos, mas acumulada ao longo do dia é uma fonte abundante e confiável, podendo suprir as necessidades de uma habitação sem a necessidade de recorrer a outras fontes (Monteiro, 2006).

A operação de sistemas fotovoltaicos não provoca qualquer tipo de poluição, pouco modifica a temperatura do seu entorno, tem uma durabilidade considerável. A

manutenção requerida é mínima e a matéria prima para sua manufatura é o silício, o segundo mineral mais abundante da terra (Petillon, 2006). Segundo Roaf (2006, p.189), os sistemas fotovoltaicos deveriam ser uma característica essencial de uma casa sustentável, uma vez que são uma fonte de energia limpa, a produção das células e painéis não são tóxicas, são silenciosas e de pouca manutenção. Também, a energia é gerada *in loco*, havendo poucas perdas com a transmissão, diferente dos fornecimentos de energia gerados a distância e que dependem de longas linhas de transmissão.

Além dos painéis fotovoltaicos colocados, em geral, na cobertura das edificações, é possível utilizar os painéis como elementos de proteção contra o sol, ou *brises*; telhas fotovoltaicas ou como cobertura translúcida, por exemplo, sobre estufas solares, conforme exemplos da figura 2 (Roaf, 2006, p. 202).

Os principais obstáculos à utilização massiva da tecnologia solar fotovoltaica são, por um lado, a disponibilização de potência produzida apenas durante o período diurno e, por outro, a competitividade econômica; para uma utilização autônoma, o primeiro obstáculo pode ser ultrapassado com recurso ao armazenamento ou com a utilização de soluções energéticas complementares (Petillon, 2006).

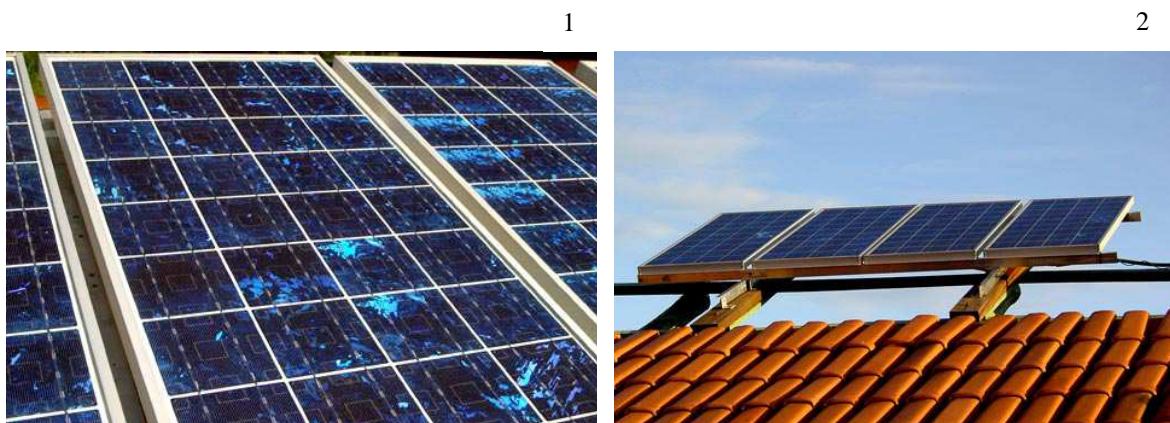


Figura 2: Painéis de células fotovoltaicas

1. Telhas fotovoltaicas

2 . Painéis fotovoltaicos próximos à cobertura

Fonte: Ecocentro IPEC

4.4.1.2 Aproveitamento do vento: energia eólica

A energia eólica permite o aproveitamento do vento para geração de eletricidade. A exemplo do aproveitamento e utilização da energia do sol, desde os primórdios o vento vem também sendo utilizado a serviço da humanidade. Dos barcos à vela dos primeiros navegadores, até os moinhos para moagem de grãos, o vento está presente em cada passo da evolução humana. A energia dos ventos é uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em muitos locais. O desenvolvimento da tecnologia deu origem às turbinas eólicas, muito utilizadas em barcos, áreas costeiras e regiões de vento constante para a geração de energia elétrica. A energia eólica ganhou popularidade justamente devido a sua capacidade de gerar energia com uma fonte renovável. Hoje, apresenta também como vantagem um custo relativamente menor que dos sistemas fotovoltaicos (Behling, 1996, p.197).

Como uma *inovação de aperfeiçoamento*, destacamos, assim, as *turbinas eólicas* geradoras de eletricidade. O aproveitamento da energia eólica ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cata-ventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água. A tecnologia das turbinas eólicas tem apresentado, nos últimos anos, grandes avanços, de maneira a aproveitar de maneira mais eficaz a velocidade do vento (Behling, 1996, P.197).

Inicialmente, surgiram turbinas de vários tipos – eixo horizontal, eixo vertical, com apenas uma pá, com duas e três pás, gerador de indução, gerador síncrono etc. Variam desde pequenos aparatos domésticos (que podem produzir 5W) a grandes turbinas (capazes de gerar mais de 1,5 MW) (Edwards, 2004, p.28).

No Brasil, embora o aproveitamento dos recursos eólicos tenha sido feito tradicionalmente com a utilização de cata-ventos multipás para bombeamento de água, algumas medições de velocidade do vento, realizadas em diversos pontos do território nacional, indicam a existência de um imenso potencial eólico ainda não explorado. Existem no Brasil turbinas eólicas de médio e grande porte, conectadas à rede elétrica, além de turbinas eólicas de pequeno porte funcionando em locais isolados da rede convencional para aplicações diversas - bombeamento, carregamento de baterias, telecomunicações e

eletrificação rural. Existem turbinas eólicas em funcionamento no Brasil em Fernando de Noronha, Recife, Fortaleza, Ceará, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina (ANEEL, 2006).

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas se constitui em uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, como a da figura 3, estas têm potencial para atender uma significativa parcela, com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos e diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios. Possui, no entanto, alguns impactos socioambientais negativos: sonoros e os visuais. Os impactos sonoros são devidos ao ruído dos rotores e variam de acordo com as especificações dos equipamentos e os impactos visuais são decorrentes do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como fazendas eólicas. Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.) Também a possível interferência nas rotas de aves deve ser devidamente considerada nos estudos e relatórios de impactos ambientais (ANEEL, 2006).



Figura 3 - Turbinas eólicas (aerogeradores), Parque eólico de Osório, RS

Fonte: foto da autora

4.4.2 Materiais

Os materiais usados na construção de edificações afetam significativamente o meio ambiente e têm um grande impacto ambiental. Sua extração, produção, transporte e eliminação consome recursos e energia. Materiais ditos “tradicionalis” como barro, terra, madeira, gesso são facilmente reutilizados ou reciclados, geram pouca ou nenhuma poluição e são mais facilmente reabsorvidos nos ciclos naturais no meio ambiente, quando finaliza seu uso como material de construção. O uso desses materiais, desde a 2ª Guerra Mundial foi reduzido pela introdução no mercado de materiais industrializados, sintéticos ou plásticos ou derivados do concreto (Pearson, 1994, p. 128).

A pesquisa de materiais de construção mais sustentáveis, que utilizem componentes e operações que suponham um menor custo ecológico em qualquer etapa do seu ciclo de vida – extração da matéria-prima, transporte, industrialização, produção, transformação, consumo, reciclagem e final de vida útil -, incorporando critérios ambientais de reciclabilidade e toxicidade pode ser considerada uma prática inovadora, uma vez que rompe com a prática vigente na produção e utilização de materiais de construção, baseada na idéia da inesgotabilidade de recursos e uso incondicional de energia e, igualmente, com a falta de compromisso das decisões tomadas e soluções adotadas em relação à escolha de materiais para construção de edifícios. O questionamento sobre a energia envolvida na produção de materiais e produtos, a emissão de gases poluentes durante o processo de produção e manufatura de materiais, os gases tóxicos e efluentes lançados no meio ambiente, e a disposição dos resíduos resultantes de uma construção são alguns tópicos que fazem parte da discussão sobre sustentabilidade na construção. Essa discussão veio ocasionar um debate e um maior questionamento sobre todos esses aspectos, avaliando o impacto ambiental causado pelos edifícios e pelos materiais de construção utilizados (Colin, 2004, p.111). Segundo Rocha; Cheriaf (2003, p. 73):

A legislação própria relacionada aos resíduos gerados pelo setor estabelece a responsabilidade pela geração ao que antes era conhecido apenas por entulho ou “bota-fora de obra”. Por outro lado, com o desenvolvimento da consciência do setor em relação aos problemas ambientais que o cercam, tem-se hoje uma consciência da necessidade de desenvolvimento de materiais e processos construtivos que não causem danos ao homem e ao meio ambiente.

De acordo com Malin (1999, p.117) a escolha de um material a ser utilizado em uma construção deve ser balizada pela resposta a uma série de questionamentos e,

complementa Edwards (2004, p.61), não existe uma única metodologia para a eleição dos materiais que serão empregados em uma construção. Alguns questionamentos que podem guiar a escolha de um material de construção para uma edificação são: o material representa um alto impacto energético se utilizado? O material pode afetar a saúde dos ocupantes da edificação? O material necessita de grande manutenção, tratamentos especiais e reparos? O processo de manufatura do material expende muita energia? O transporte do material expende muita energia? A matéria prima do material possui reservas escassas? O material é facilmente reutilizável? Resulta em perdas tóxicas no final do seu ciclo de vida?

A energia é um dos critérios para determinar o grau de sustentabilidade dos materiais de construção, mas não é o único. Há outros impactos que devem ser considerados, como a contaminação do ar e da água, os danos ao patrimônio paisagístico, ecológico e cultural e o esgotamento das reservas de recursos (Edwards, 2004, p.63).

Atualmente, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas nesta área no intuito de responder de maneira mais satisfatória a sustentabilidade dos materiais, resultando em materiais alternativos, que, são, em sua maioria *inovações de aperfeiçoamento*, uma vez que se assemelham ou possuem características inerentes a outros materiais de construção, anteriormente utilizados. Essas inovações baseiam-se em princípios de reciclagem, reutilização de resíduos ou aproveitamento de matéria-prima local. A pesquisa destes materiais mais sustentáveis poderá vir a substituir o uso de materiais que causem altos danos ao meio ambiente, diminuindo as ações predatórias causadas pela indústria da construção ao meio ambiente aliando vantagens *técnicas* (facilidade de obtenção dos materiais, solução para disposição de resíduos, aprimoramento da pesquisa na área de materiais de construção, etc), *sociais* (potencial de geração de mão-de-obra e empregos, possibilidade de formação de cooperativas, etc), *econômicas* (redução de custos, economia de matérias-primas, economia nos custos de produção, investimento, transporte e beneficiamento, etc) e *ambientais* (redução dos resíduos gerados e entulhos, minimização no uso de energia, utilização de materiais de menor impacto ambiental, etc) (Rocha; Malik, 2003, p. 83).

De maneira geral, os materiais de construção naturais são “saudáveis” e de menor impacto ambiental. No entanto foram rechaçados pelo baixo rendimento técnico e por razões estéticas. As pesquisas atuais reexaminam e retomam princípios e características destes

materiais tradicionais. Estão sendo desenvolvidas novas técnicas para utilizá-los de formas diferentes (Edwards, 2004, p.82).

4.4.2.1 Terra (barro)

A terra é um material natural importante e abundante nas maiorias das regiões do mundo e tem a grande vantagem de se obtido diretamente dos sítios em que serão realizadas as construções. Em quase todos os climas quentes, secos e temperados do mundo a terra foi o material de construção predominante durante muito tempo, datando as primeiras construções em terra mais de 9000 anos. Todas as culturas antigas utilizaram a terra não só na construção de habitações, mas também em fortalezas e edifícios religiosos (Minke, 2001, p.13).

De acordo com Minke (2001, p. 13-19), técnicas de construção com terra, recentemente desenvolvidas, demonstram o seu valor não só para a autoconstrução, mas, inclusive, para construções industrializadas. Aliam as vantagens de facilidade de obtenção do material, custo, facilidade de execução e baixo impacto ambiental, às próprias características do material de: regular a umidade do ambiente; armazenar calor; não produzir contaminação ambiental (para preparar, transportar e trabalhar o barro em um determinado sítio, se necessita somente 1% da energia requerida para a preparação, transporte e elaboração do concreto armado, por exemplo); ser reutilizável; não necessitar de transporte; preservar a madeira e outros materiais orgânicos quando em contato com ele, mantendo-os secos.

superadobe

Adobes são blocos de barro produzidos à mão e são produzidos dispendo o barro em moldes, que são secos ao ar livre. A construção com adobes é uma técnica comum no mundo todo (Minke, 2002, p.72). A técnica de superadobe, por sua vez, utiliza igualmente a terra (barro) compactada e ensacada, que, quando agrupada, devido a sua flexibilidade permite facilmente a elevação de paredes e a conformação de superfícies curvas (Lenhardt, 2006).

A técnica é extremamente econômica, pois grande parte do material da construção consiste de terra e pode ser proveniente do próprio local. No superadobe, as paredes da

Tradição, Inovação e Sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção

construção são erguidas com sacos preenchidos com subsolo local. O saco é de polipropileno com aproximadamente 50 cm de largura, podendo ser adquirido em bobinas por metro ou quilo (Lenhardt, 2006).

A terra é também um excelente isolante natural, resultando em economia nos gastos com refrigeração e aquecimento. As habitações construídas com este material e esta tecnologia têm a característica de abrandarem os níveis de temperatura e umidade relativa (Lenhardt, 2006).

Além de simples e econômica, a tecnologia de execução do superadobe é de fácil aprendizado, permitindo a realização sem grandes conhecimentos técnicos. Isso facilita a autoconstrução com este material (Ecocentro IPEC, 2006).



Figura 4: Superadobe
 1. protótipo de residência construída com superadobe
 2. plasticidade propiciada pela flexibilidade do material

Fonte: ECOCENTRO IPEC

4.4.2.2 Bambu

O bambu tem positivas propriedades sustentáveis e ecológicas comprovadas e grande produtividade (Vasconcellos, 2003, p.18). É um material renovável, com grande propriedade mecânica e possibilidades de utilização diversificadas, conforme ilustra a figura 5. Empregado isoladamente ou associado à argila apresenta potencial não apenas técnico, mas estético (Colin, 2004, p.113). Utilizado amplamente na arquitetura tradicional, hoje é alvo de pesquisas sobre suas características e novas possibilidades de utilização. As tecnologias desenvolvidas são capazes de aprimorar soluções populares e de dar forma a uma arquitetura diversificada. Portanto, os limites da engenharia e da arquitetura do material bambu estão

sendo alargados e sistematizados (Vasconcellos, 2003, p.18). Essas afirmativas caracterizam o uso do bambu como mais uma *inovação de aperfeiçoamento*.

A adoção de tecnologias construtivas adequadas com bambu substitui produtos similares, com mesma qualidade, por menor preço, facilitando, inclusive, a sua utilização em habitações de interesse social (INBAMBU, 2006).

Várias são as aplicações do bambu nas construções. Entre elas: pisos, forros, lambris, portas, estruturas (substitutivo do aço no concreto armado, tubulares, treliças, laminadas, penseis, etc.), equipamentos públicos, infra-estrutura (como tubulações para água²⁰), muros e vedações, etc. (INBAMBU, 2006).



Figura 5: Bambu na construção
 1 -2. Construção em Bambu
 3. Vedação em bambu (divisão interna)
 4 – 5. Muros em bambu

Fonte: INBAMBU, 2006

²⁰ Ver Lengen (2004, p. 604).

4.4.2.3 Materiais com aproveitamento de resíduos

Pesquisas realizadas comprovam que é possível utilizar produtos econômica e ecologicamente viáveis para substituir matérias primas não renováveis. Resultados obtidos em laboratório demonstram que materiais fabricados com resíduos como cinzas provenientes da queima de carvão ou queima da casca de arroz, palha, bambu, fibras naturais e com a reutilização de resíduos provenientes da própria construção e demolição possuem as mesmas características dos tradicionais e, muitas vezes são mais resistentes e duráveis (Domingos, 2003). Além de substituir minerais não renováveis, o aproveitamento de resíduos na produção de materiais de construção evita que estes sejam despejados em locais impróprios, reduzindo o impacto ambiental da construção civil.

reciclagem de entulho proveniente da construção e demolição

O resíduo de construção e demolição ou simplesmente entulho possui características bastante peculiares, uma vez que é gerado em setor onde há uma gama muito grande de diferentes técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente. Dessa forma, a caracterização média deste resíduo está condicionada a parâmetros específicos da região geradora do resíduo analisado (Zordan, 2006).

Segundo John; Agopyan (2006), a reciclagem de resíduos de construção e demolição não é recente, vem da Antiguidade. Foi empregada na reconstrução da Europa após a segunda guerra mundial e, atualmente, é praticada amplamente na Europa, especialmente na Holanda. O reaproveitamento do entulho da construção pode ser uma alternativa para evitar a perda desnecessária de material e amenizar os impactos ambientais que os resíduos da construção causam nas cidades. Para Zordan (2006), reciclar o entulho - independente do uso que a ele for dado - representa vantagens econômicas, sociais e ambientais, tais como:

- economia na aquisição de matéria-prima, devido à substituição de materiais convencionais, pelo entulho;
- diminuição da poluição gerada pelo entulho e de suas conseqüências negativas como enchentes e assoreamento de rios e córregos;
- preservação das reservas naturais de matéria-prima.

Algumas possibilidades de reciclagem desse resíduo são: utilização em pavimentação (contrapiso e piso), como agregado para concreto, como agregado para argamassas, Utilização de concreto reciclado como agregado; para cascalhamento de estradas; como preenchimento de vazios em construções; como preenchimento de valas de instalações e como reforço de aterros (taludes).

biokreto

A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) vem pesquisando um novo material de construção que utiliza misturas de partículas vegetais e cimento. O biokreto²¹ é uma mistura de cimento com bagaço de cana, bambu, madeiras, resíduos agrícolas dentre outras fibras vegetais que pode ser empregado na fabricação de blocos de concreto, calçadas, muros e outros tipos de alvenaria (Cruz, 2006).

A utilização de fibras vegetais, de forma isolada ou em mistura com outros materiais não é, também um princípio recente, data de muito tempo. Para reduzir a presença de fissuras em tijolos queimados ao sol e de torná-los mais leves, diversos povos recorriam à mistura do barro com fibras vegetais. Da mesma forma, a taipa de “sopapo” ou parede de pau-a-pique, uma técnica utilizada no período colonial brasileiro, que é empregada até nossos dias, no meio rural brasileiro, na fabricação de pequenas habitações, consiste na utilização de uma armação de madeira ou bambu, e um revestimento de argila, geralmente reforçada com fibras vegetais. O biokreto utiliza esse princípio, aliado à utilização de resíduos que, a princípio, não seriam utilizados e somente estariam causando mais danos ao meio ambiente (UNICAMP, 2006).

O biokreto apresenta várias vantagens em relação ao concreto comum, como disponibilidade de matérias primas; leveza, com redução do peso em relação ao concreto comum; resistência aos agentes biológicos; facilidade de ser moldado ou cortado e resistência ao choque (Cruz, 2006).

²¹ Projeto desenvolvido pelo engenheiro agrônomo Antonio Ludovico Beraldo, do Departamento de Construções Rurais da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

fardos de palha

A palha é um material natural com propriedades de isolamento térmico e acústico. A construção com fardos de palha faz uso de um material que, na maioria das vezes, é resíduo abundante das lavouras de produção de cereais, como o trigo e o arroz. A grande vantagem deste material consiste no fato da palha dos cereais conter sílica, que com o passar do tempo cria uma rede estrutural enrijecida e resistente, contribuindo para a durabilidade das construções. Uma edificação construída com fardos de palha, normalmente possui uma elevada eficiência térmica e é de rápida execução. Devido à sua leveza e funcionalidade os fardos funcionam como blocos a serem empilhados e intertravados, conforme mostra a figura 6, erguendo assim paredes de forma rápida e simples (Ecocentro IPEC, 2006).



Figura 6: Construção com fardos de palha
1-2-3-4. Diferentes etapas da construção com fardos de palha

Fonte: Ecocentro IPEC, 2006

tijolos (blocos) para alvenarias

- *com cinza proveniente da queima da casca de arroz:* devido à intensa produção do cereal, a queima da casca de arroz produz uma quantidade significativa de cinzas – estimam-se 100 milhões de toneladas por ano –, o volume de casca resultante é extremamente elevado. Esse resíduo pode ser utilizado na fabricação de cimento e tijolos (blocos) e empregados na construção de pisos, calçadas e outros componentes estruturais, sem função estrutural. A utilização de cinzas de casca de arroz como material pozolânico para argamassas e concretos também tem merecido atenção considerável, nos últimos anos, não apenas por melhorar suas propriedades mecânicas, mas, sobretudo pelos benefícios ambientais gerados, com a redução do consumo de clínquer (Prudêncio Jr. et al, 2003, p.241).

- *com cinza de carvão mineral:* cinzas de carvão mineral são subprodutos das usinas termelétricas. O processo de obtenção de blocos e tijolos à base de cinzas de carvão é similar ao processo utilizado na obtenção dos blocos silicocalcários, produzidos no Brasil e em muitos países europeus. Os materiais silicocalcários são obtidos de uma mistura de areia e cal virgem, e curados em autoclave a altas temperaturas. Os blocos propostos prevêm a substituição da areia pelas cinzas originadas na queima do carvão em forma pulverizada. Estudos realizados pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 1997 revelaram que, para uma escala de produção de aproximadamente 150.000 blocos por mês, o produto é 20% mais barato que o preço encontrado no mercado atual. Essa diferença poderia aumentar se a escala de produção fosse maior (Chies, 2003).

telhas

- *telhas com fibras vegetais:* pesquisadores da Universidade de São Paulo, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP e, mais recentemente, da Área de Construções Rurais e Ambiente, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, realizam estudo que prevê a substituição do amianto por fibras vegetais na produção de telhas e placas prensadas. Segundo Savastano Jr. (2003, p.102-103), na pesquisa, foram pré-selecionados alguns resíduos, em condições de disponibilidade imediata, para uso na construção civil: bucha de campo (verde) do sisal; bucha de máquina da produção de *baler twine* (sisal); fibrinhas extraídas do pó residual do coco; rejeito de celulose de eucalipto; fibra do pseudocaule da bananeira.

- *biotelha*: produzida a partir da reciclagem de papel. É isolante térmica, e recomendada para uso, além de residências, em áreas de grande cobertura, como estacionamentos, e também em currais e celeiros. A idéia surgiu com um grupo de alunas do Sebrae, Minas Gerais. Com relação ao custo, pode chegar a três vezes menos que a telha de fibro-cimento.

- *telhas ecológicas*: fabricadas a partir de material obtido com a reciclagem do papel, as *telhas ecológicas* são mais leves, mais resistentes, de fácil manuseio, com baixa transmissão térmica e acústica, e ambientalmente menos poluentes. Tem um custo aproximadamente 10% maior que a telha cerâmica, mas, sendo mais leve, acaba necessitando de menor estrutura de sustentação, compensando assim, no final, a sua utilização.

coberturas: telhados verdes ou “vivos”

Os mais antigos abrigos dos homens que se tem evidências são as cavernas naturais e depois, com a construção de casas, estas foram escavadas no solo e cobertas de grama. A principal vantagem de integrar o edifício com o solo e cobri-lo com vegetação, segundo Pearson (1994, p.74), é o conforto térmico. A terra é um excelente moderador de temperatura. O telhado verde é capaz de reduzir em até 10°C a temperatura interna do ambiente de modo a diminuir em até 25% os gastos energéticos com refrigeração nos dias quentes (Laar et al, 2006).

É possível fazer telhados com materiais naturais como bambus, terra e grama, com um bom isolamento térmico, acústico (o solo, as plantas e o ar serão usados como isolante contra o som) e baixo custo. Este tipo de telhado apresenta grande plasticidade, podendo ser construído em diferentes formas e tamanhos, aproveitando a vegetação própria do local em que se insere (Lengen, 2004,p.468). Outra vantagem da utilização de telhados verdes, principalmente em zonas urbanas, é a redução dos problemas ambientais ligados à poluição, enchentes e inundações (Laar et al, 2006). De acordo com Mesquita (2006):

Os telhados verdes são uma solução inovadora para gerenciar o problema de coleta de água de chuva, podendo, ao mesmo tempo, melhorar o desempenho térmico de edificações e qualidade do ar da ecologia urbana, tudo isto sem ocupar áreas adicionais.

Os telhados verdes ou vivos, então, caracterizam-se pela aplicação de vegetação sobre a cobertura de edificações com impermeabilização e drenagem adequadas e atuam positivamente sobre os subsistemas termodinâmico (conforto ambiental), físico-químico (qualidade do ar) e hidrometeorológico (impacto pluvial) (Mesquita, 2006).

Podem ser elencados, também, benefícios econômicos como proteção da impermeabilização da laje, resultando em uma vida útil mais longa, pois os telhados verdes duram o dobro do que telhados convencionais; baixo custo de manutenção e economia em peças de reposição; economia nas contas de energia podendo atingir uma redução de 25% nas necessidades de refrigeração; potencial para reduzir o tamanho do equipamento de ar condicionado a ser instalado; e potencial para reduzir o tamanho dos sistemas de coleta de água pluvial, resultando em economia para órgãos públicos, no que tange a políticas de saneamento e bem estar social (Mesquita, 2006). Além do aumento do isolamento térmico do telhado, pode contribuir no aumento da biodiversidade, expandindo a natureza para a edificação e proporcionando prazer visual.

Em geral os telhados vivos são compostos por várias camadas, cada qual com uma função específica. São elas camadas de:

- impermeabilização: para impedir a infiltração de água na laje;
- proteção: para impedir danos na impermeabilização, por exemplo, por raízes agressivas;
- de drenagem: responsável pela regulação da retenção de água e da drenagem rápida e eficiente do excesso desta;
- de filtragem: impede a passagem dos substratos para a camada de drenagem o que prejudicaria o sistema de drenagem e a circulação do ar;
- de substrato: camada onde se encontram os nutrientes dando suporte à vegetação, retendo e absorvendo água. O tipo de substrato bem como a altura do mesmo irá variar conforme a vegetação escolhida e o tipo de telhado;
- de vegetação: consiste na cobertura vegetal propriamente dita e que vai depender do tipo e formato do telhado.

Várias são as soluções para a execução destas camadas em um telhado verde, algumas incluindo, inclusive, o uso de garrafas *pet* com argila expandida, colocadas acima da camada de impermeabilização, a fim de a água da chuva (Mesquita, 2006).

Os telhados verdes podem ser considerados uma solução inovadora de *aperfeiçoamento*, uma vez em que se baseiam em uma técnica utilizada tradicionalmente na arquitetura popular, retomado na arquitetura modernista ²² e na arquitetura atual, principalmente em locais de clima tropical.

papel reciclado

A reciclagem do papel e incorporação do mesmo em materiais de construção vem sendo cada vez mais intensificada, mesmo não tendo o papel às mesmas possibilidades de reciclagem que o vidro ou o metal, uma vez que as suas fibras se degradam e deixam de ter algumas utilidades que têm no primeiro uso. O papel reciclado pode dividir-se em 2 grupos bastante distintos, um composto por papel já utilizado e que foi reciclado e outro composto por papel que restou quando do corte do papel na produção (Mostaedi, 2002, p. 154).

Materiais de construção como telhas (ecológicas), painéis, divisórias, argamassa celulósica e outros, inclusive com função estrutural, podem ser obtidos com a reciclagem do papel (figura 7).



Figura 7: Construção com painéis e pilares de papel reciclado

1. Escola primária Westborough, Inglaterra
2. Detalhe dos pilares de papel reciclado

Fonte: Mostaedi, 2002

²² Os terraços-jardim ou jardim-telhado preconizados por Le Corbusier (1924).

4.4.3 Incorporação de zonas de produção de alimentos em projetos

4.4.3.1 Permacultura

A Permacultura ou *Permanent Agriculture* é um conjunto de conceitos e estudos para a criação de ambientes humanos sustentáveis. É um conceito que pode ser aplicado tanto na cidade como no campo e em áreas de vida silvestre. Seus princípios estimulam a criação de ambientes equilibradamente produtivos, ricos em alimentos, energia, abrigos e outras necessidades materiais e não materiais, o que inclui infra-estrutura social e econômica. O conceito foi desenvolvido nos anos 70 por Bill Mollison e David Holmgren (Instituto de Permacultura da Bahia, 2006).

O termo Permacultura originou-se da fusão de dois conceitos, *agricultura* e *permanente*. Inicialmente a Permacultura dedicou esforços no planejamento de ecossistemas agrícolas produtivos no sentido de permitir estabilidade, diversidade e flexibilidade aos mesmos à semelhança dos ecossistemas naturais. Pouco a pouco o conceito foi sendo ampliado e aplicado a todas os ramos da atividade humana bem como à construção de uma sociedade planetária alternativa. Hoje é tido como uma reunião de conhecimentos de sociedades tradicionais com técnicas inovadoras, com o objetivo de criar uma "cultura permanente", sustentável, baseada na cooperação entre os homens e a natureza (Instituto de Permacultura da Bahia, 2006). É justamente essa fusão que identifica essa prática como uma *inovação de aperfeiçoamento*.

Baseada na prática de *cuidar da Terra, cuidar dos homens e compartilhar os excedentes* - quer seja recursos financeiros, tempo ou informações-, a permacultura acredita na possibilidade da abundância para toda a humanidade através do uso intensivo de todos os espaços, através do aproveitamento e geração de energia, da reciclagem de todos os produtos e através da cooperação entre os homens para resolver os grandes e perigosos problemas que hoje assolam o planeta. O objetivo é a criação de sistemas, que, sendo ecologicamente corretos e economicamente viáveis, supram suas próprias necessidades, não explorando ou poluindo, e que, sejam sustentáveis a longo prazo. Para isso, a Permacultura busca imitar a natureza criando ecossistemas cultivados, sendo basicamente de observação – reflexão –

design, como num ciclo: após o design há uma nova observação, nova reflexão e, então, este é reajustado se necessário.

Permacultura é um conceito prático aplicável em diferentes escalas, da residência à cidade. Ela capacita as pessoas a estabelecer ambientes produtivos, suprimindo suas necessidades não-materiais e materiais de alimento, energia, abrigo, infra-estrutura social e econômica que os sustentam.

A literatura em torno do tema coloca que o fazer permacultural envolve o pensar cuidadosamente a respeito do meio ambiente, o uso de recursos e a forma de atender as necessidades do homem. O planejamento em Permacultura é desenvolvido através da cuidadosa observação dos padrões naturais e das características de cada lugar em particular, o que permite uma gradual implementação de métodos ótimos para integrar instalações humanas com os sistemas naturais de produção de energia como florestas, plantas comestíveis, aquicultura, animais silvestres e domésticos, dentre outros.

A Permacultura promove o aproveitamento de todos os recursos (energias) utilizando a maior quantidade possível de funções em cada uma dos elementos de uma dada paisagem, com seus múltiplos usos no tempo e no espaço. O excesso ou descarte produzido por plantas, animais e atividades humanas são criteriosamente utilizados para beneficiarem outros elementos do sistema.

As plantações (roçado, jardim, pomar, floresta) são cultivadas de modo que haja um perfeito aproveitamento da água e do sol. São utilizadas associações particulares de árvores, perenes e não-perenes arbustos e ervas rasteiras que se nutrem e se protegem mutuamente. São construídas pequenas lagoas e outros elementos para melhor aproveitamento da grande diversidade de atividade biológica em interação nos ecossistemas. O desenvolvimento do planejamento requer flexibilidade e uma seqüência apropriada para que possam introduzir mudanças à medida que a experiência e a observação o indicarem. Criar um ambiente apropriado à Permacultura é um processo longo e gradual, mas também podem ser utilizadas técnicas de aceleração. A Permacultura adota técnicas e princípios da Ecologia, tecnologias apropriadas, agricultura sustentável associadas à sabedoria de anciões, indígenas e populações tradicionais, mas, está baseada principalmente na observação direta da natureza do lugar.

Os fundamentos éticos da Permacultura repousam sobre o cuidar do Planeta Terra, fortalecendo sua capacidade de manutenção de todas as formas de vida, atuais e futuras. Isto inclui a possibilidade humana de acesso a recursos e provisões sem desperdícios ou acúmulos além de suas necessidades. Observando a regra geral da natureza na qual espécies cooperativas e associação de espécies produzem comunidades saudáveis, os participantes da Permacultura reforçam a cooperação e valorizam a contribuição única de cada pessoa na comunidade.

Existem alguns princípios inerentes a qualquer projeto permacultural, em qualquer clima e escala. Estes são selecionados pelos princípios de várias disciplinas: ecologia, conservação de energia, paisagismo e ciência ambiental, em resumo são:

- localização: cada elemento (casa, tanques, estradas, etc) é posicionado em relação ao outro, de forma que se auxiliem mutuamente;
- cada elemento executa muitas funções: cada elemento no sistema deverá ser escolhido e posicionado de forma a executar o maior número possível de funções;
- cada função importante é apoiada por muitos elementos: necessidades básicas como água, alimentação, energia e proteção contra o fogo, deveriam ser supridas de duas ou mais formas;
- planejamento eficiente do uso de energia: a chave para isso é o posicionamento de plantas, áreas para animais e estruturas de acordo com zonas (energias internas) e setores (energias externas); o planejamento por zonas trata do posicionamento dos elementos de acordo com a quantidade ou a frequência em que os utilizamos ou necessitamos visitá-los (áreas que precisam ser visitadas todos os dias são localizadas mais próximas enquanto que locais visitados menos frequentemente são posicionados mais adiante); setores tratam das energias não controláveis, os elementos do sol, luz, vento, chuva, fogo e fluxo de água, que vêm de fora do sistema e passam por ele;
- preponderância do uso de recursos biológicos sobre o uso de combustíveis fósseis;
- reciclagem local de resíduos;
- policultura e diversidade de espécies;

Assim, a partir de uma filosofia de cooperação com a natureza e com os outros, de cuidado com a terra e com as pessoas, a permacultura apresenta uma abordagem para o planejamento e a criação de ambientes que possuam a diversidade, estabilidade e resiliência dos ecossistemas naturais. O indivíduo que trabalha na permacultura sente-se, por sua vez, encorajado a tornar-se parte consciente e atuante da solução para os diversos problemas a nível local e global.

4.4.3.2 Paisagismo produtivo

Um modo de integrar a ocupação humana ao habitat natural, criando um ambiente mais sustentável, é através do paisagismo produtivo. O paisagismo produtivo se baseia no aproveitamento dos recursos hídricos, do solo, relevo, e, principalmente, da vegetação, para a produção de produtos naturais. O paisagismo produtivo se insere na paisagem natural, tornando-a produtiva sem agredi-la.

Para se obter este resultado, uma série de zonas para a produção podem ser criadas, com o cuidado de sempre se colocar as que necessitam de maior atenção e frequência de uso, mais próximas às construções, e assim sucessivamente. As primeiras podem ser floreiras, com ervas e temperos, seguidas de uma pequena horta, com tomates, cebolas, couve e alfaces. Mais afastado pode ficar um pomar, pois não necessita de visitas menos frequentes.

Outra técnica é tentar aproveitar ao máximo a vegetação para sombreamento, estética e marcação de divisas (árvores de grande porte, gramados e cercas vivas) com espécies produtivas, como árvores frutíferas, forrageiras e espaldeiras frutíferas.

A horta mandala, por exemplo, é uma das técnicas utilizadas para produzir mais, com o mínimo de espaço. Diferente das hortas normais possui um design de bordas onduladas que permitem efeitos de microclima e espaços variados, onde o cultivo intensivo de diversas hortaliças e raízes em conjunto se beneficiam mutuamente num sistema de consórcios. Além de ser uma estrutura ornamental de muitas funções, torna a atividade de plantar e colher mais atrativa.

Utilizar as fontes de água, a topografia e recursos naturais presentes no terreno são, também, fundamentais para o paisagismo produtivo, assim como o cuidado para que estes não se esgotem, exigindo um conhecimento profundo da área.

4.4.3.3 Aqüicultura

A água é muito importante para a permacultura. Sistemas aquáticos podem ter produtividade maior que sistemas terrestres, na mesma área. Mesmo pequenos lagos ou açudes podem produzir alimentos com regularidade, tal como o agrião, castanha d'água e outras plantas (Mars, 2002, p.7).

Qualquer aqüicultura que se pretenda desenvolver precisa ser montada como um ecossistema, com muitas bordas, que contenham não só animais, mas organismos que permitam que a vida se desenvolva ali. Lagos devem ser condicionados com algas e bactérias microscópicas, insetos, plâncton e outros invertebrados (Mars, 2002, p.7).

A chave para uma aqüicultura de sucesso é manter a boa qualidade da água, o que está intimamente relacionado com a fertilidade da água. A produção de alimento depende da fertilidade da água (Mars, 2002, p.7).

4.4.4 Produção social do habitat e participação da comunidade na elaboração e execução de projetos

Frente aos processos de globalização econômica, que se empenham em homogeneizar e reduzir a realidade, e os governos que insistem em manter uma ação setorizada e a racionalidade científica, com a fragmentação do conhecimento. Emergem em diversas partes do planeta grupos sociais que conduzem experiências inovadoras, autogestivas e auto organizadas, capazes de lidar com a complexidade das satisfações e aspirações dos usuários e com a gestão integrada de processos produtivos, culturais e de convivência. São grupos que conduzem de forma organizada e autogestionária, seja a produção de alimentos ou o manejo dos componentes ambientais estratégicos como a água; a produção e melhoramento da gestão do habitat; a defesa, promoção e realização de direitos humanos ou a luta contra as discriminações (Ortiz, 2002, p.13).

Na vinculação com estas linhas de pensamento, dinâmicos e inovadores, está sendo possível avançar por novos caminhos de produção e gestão social do habitat, que consiste na produção, tanto de espaços e componentes urbanos como habitações e construções

que se realizam com a participação de autoprodutores organizados e outros agentes sociais que operam sem fins lucrativos. Trata-se de processos construídos a partir de movimentos e interações coletivas de moradores urbanos que geram projetos e ações que enfocam efetivamente os direitos a melhoria das cidades e a habitação. O resultado mais visível são habitações, conjuntos habitacionais e bairros populares, produzidos e com a gestão e controle direto de organizações e grupos sociais que os habitam (Ortiz, 2002, p.13).

A participação da população vai desde a elaboração dos projetos, com a escolha de tipologias, materiais, e técnicas, passando por processos de construção da habitação e avançando para outros aspectos da vida social, cultural e urbana, como, por exemplo, a geração de atividades produtivas orientadas a fortalecer a economia do grupo.

Estes processos, dentro da produção social do habitat, são denominados de *autocriação*, *autogestão*, *autoconstrução* e *ajuda mútua* ou *mutirão*.

A *autocriação* é o processo no qual “produtores associados” realizam escolhas, dentre algumas alternativas colocadas por especialistas e técnicos, que vão direcionar o processo de criação e elaboração dos projetos. Na *autogestão*, os participantes dirigem sua atividade e o produto dela derivado. É uma relação de produção que se generaliza e se expande por todas as esferas da sociedade. Na construção social do habitat consiste na participação do futuro proprietário na tomada de decisões e produção das habitações. A *autoconstrução* é o processo de produção de habitações que tem como protagonista o próprio habitante. Está calcado na cooperação entre amigos e vizinhos ou apenas na unidade familiar e a *ajuda mútua ou mutirão* consiste na prática de organização comunitária dirigida a construção coletiva do habitat, como acontece, por exemplo, no caso das cooperativas habitacionais.

Todos esses processos avançam ligados à dimensão coletiva, com métodos organizativos que privilegiam a responsabilidade coletiva, socializando e legitimando decisões com a realização de assembleias e outras modalidades de decisões diretas e coletivas. Geralmente esses métodos avançam com o exercício de formas de trabalho coletivo. São processos inovadores na arquitetura e na construção na medida em que buscam a constituição de uma nova cultura e ética centrada no ser humano e na natureza (Rodriguez, 2002, p. 24).

4.4.5 Reuso da água, tratamento de efluentes

Reuso é o processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não. A água de reuso pode ser utilizada para inúmeros fins, como geração de energia, refrigeração de equipamentos, em diversos processos industriais, em prefeituras e entidades que usam a água para lavagem de ruas e pátios, no setor hoteleiro, irrigação/rega de áreas verdes, fontes, desobstrução de rede de esgotos e águas pluviais e lavagem de veículos.

A demanda crescente por água tem feito do reuso planejado de água um tema atual e de grande importância. A grande vantagem da utilização da água reciclada é a de preservar água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para o abastecimento humano. Normalmente a reciclagem consiste em fazer fluir as águas cinzas (sem resíduos sólidos) através de cultivos filtrantes e outros processos biológicos de depuração. A água deve escorrer lentamente por estes sistemas para que se produza a decomposição bacteriológica (Edwards, 2004, p.47).

O *reuso indireto* não planejado da água ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. O *reuso indireto* planejado da água ocorre quando os efluentes depois de tratados são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo, desta forma, que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam aos requisitos de qualidade do reuso objetivado. O *reuso direto planejado* das águas, por sua vez, ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação.

Deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente de gestão integrada que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

4.4.5.1 Recuperação das águas pluviais

Para recuperar as águas pluviais é importante armazená-las em depósitos. Elas, posteriormente, poderão ser utilizadas para diversos fins e o consumo de água da rede pública pode ser reduzido sensivelmente mediante soluções de projeto e gestão. Segundo Edwards (2004, p. 46), o uso de cisternas domésticas pode reduzir o consumo de água em até 40%.

Uma prática retomada atualmente como uma *inovação de aperfeiçoamento*, a coleta da água da chuva em cisternas²³ foi comum no passado e bastava para uma totalidade de necessidades domésticas.

4.4.5.2. Tratamento de esgotos

Os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação, entre outros. Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, como os requeridos pelas diversas indústrias, sem dúvida, o uso de esgotos contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos.

Qualquer tipo de esgoto doméstico pode se transformar em água limpa, podendo ser novamente utilizado, com um sistema de tratamento de esgoto simples, que incorpora plantas e animais, na horta, no chuveiro, banheiro, etc. O sistema é formado por uma série de tanques densamente populados por plantas filtrantes compondo os estágios de tratamento da água, que vão do processo inicial de decomposição anaeróbico dos sólidos passando por reatores aeróbicos cobertos de vegetação. As plantas são parte indispensável do processo, pois vão filtrando a água conforme ela vai percorrendo os tanques.

²³ Ver capítulo 6 - Lições de sustentabilidade na arquitetura e na construção: a busca de princípios orientadores para o projeto sustentável, p. 153.

5 PROJETO SUSTENTÁVEL EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO

A sustentabilidade é vista, cada vez mais, como um dos principais argumentos de projeto arquitetônico no século XXI (Edwards, 2004, p. 89). O debate sobre sustentabilidade na arquitetura e na construção remete a decisões tomadas no presente e que afetam o futuro, principalmente no que se refere à qualidade ambiental, espacial e social para as futuras gerações (Yeang, 1995, p.3). A realização de uma construção causa impacto ambiental e o debate sobre a sustentabilidade na arquitetura e na construção vem trazer uma maior consciência sobre qual é esse impacto e uma reflexão sobre o preço para as futuras gerações, em termos de qualidade de vida, das ações predatórias que realizamos hoje em dia. O debate sobre a sustentabilidade na arquitetura e na construção se centra *nas possibilidades e alternativas para amenizar estes impactos ao meio ambiente e nas alternativas para criar efeitos positivos no meio ambiente* (Colin, 2004, p.111; Yeang, 1999, p.).

Por ser um processo abrangente e holístico, *o projeto sustentável em arquitetura e construção* deve incluir, desde as fases iniciais, uma série de fatores ou *dimensões*, princípios e características específicas. *Projetar de maneira sustentável*, portanto, é projetar levando em conta a conservação de recursos naturais e a biodiversidade da Terra, mas, também, significa criar espaços agradáveis, saudáveis, viáveis economicamente, comprometidos culturalmente, historicamente e sensíveis às necessidades sociais (Edwards, 2004, p.1).

Neste capítulo, que inaugura a terceira fase da Tese, procuramos centrar a atenção e focalizar o objeto de estudo: *o projeto sustentável de arquitetura*, investigando as suas principais características e os principais aspectos que o envolvem, segundo a ótica de estudiosos sobre o tema.

O que significa um projeto sustentável de uma edificação? Que dimensões um projeto nesta lógica abrange? Quais as principais teorias que vem sendo desenvolvidas relacionadas ao projeto sustentável de arquitetura e construção? Este capítulo procura desvendar essas questões, se associando aos dois próximos capítulos, que revelam lições de sustentabilidade na história da arquitetura e da construção e estudo de casos na contemporaneidade.

5.1 ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Uma definição básica para *arquitetura sustentável* pode ser a extensão da própria definição de sustentabilidade, ou seja, *a arquitetura que serve às necessidades presentes sem comprometer a habilidade das futuras gerações de suprir as suas próprias* (Steele, 1997, p.234).

Uma *construção sustentável*, por sua vez, significa que *os princípios de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável são aplicados no ciclo da construção*, da extração e beneficiamento dos materiais, passando pelo projeto, execução e utilização de edifícios e sua infra-estrutura, até a sua desconstrução e manejo dos entulhos de construção. É um processo abrangente, cuja intenção é restaurar e manter a harmonia entre o meio natural e o meio construído, enquanto estabelece e afirma a dignidade do homem e incentiva a equidade econômica e social (Bordeau, 2002, p. 6).

Como o conceito de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável, o de *arquitetura ou construção sustentável* adquire um sentido provocativo, amplo e complexo. Provocativo na medida em que questiona padrões estabelecidos e práticas vigentes, incitando à criatividade na busca de soluções para minimizar os impactos causados pelas construções. Amplo, porque a busca dessas soluções envolvem questões de diferentes campos do conhecimento como planejamento territorial, urbanismo, paisagismo, engenharia e o próprio desenho do edifício. A integração e o trabalho conjunto de diferentes disciplinas pode ser considerado uma *vertente holística no processo de criação arquitetônica* (Franco, 1997, p. 102), o que dá origem à expressão *arquitetura total*, uma outra designação para arquitetura sustentável. Segundo Edwards (2004, p.1), o conceito de sustentabilidade na arquitetura e construção é complexo justamente porque envolve múltiplas variáveis: aspectos econômicos, políticos, sociais, culturais, espaciais, técnicos, ambientais.

Muitas vezes a arquitetura sustentável é tida unicamente como aquela que possui consciência energética. Mas a arquitetura sustentável vai muito além disso e busca a criação de espaços saudáveis, viáveis economicamente e sensíveis às necessidades sociais, culturais e ambientais (Edwards, 2004, p.1). Busca um tipo de construção socioambientalmente mais adequada. A arquitetura e a construção sustentável é, nesse sentido, uma forma de promover a busca pela igualdade social, pela valorização dos aspectos culturais, por uma maior eficiência econômica e menor impacto ambiental nas soluções adotadas nas fases de projeto, construção,

utilização, reutilização e reciclagem da edificação, visando a distribuição equitativa da matéria-prima e garantindo a competitividade do homem e das cidades (Mülfarth, 2006).

Os princípios e características da arquitetura e da construção sustentável estão presentes em diversas linhas de pensamento e teorias relacionadas com construções de baixo impacto ou construções ajustadas a um padrão de vida sustentável. Esses princípios estão relacionados a várias *dimensões* que se inter-relacionam e estão em constante construção, a exemplo do próprio conceito de sustentabilidade (Pearce, 2006).

As discussões e debates de autores como Sachs (1993, 2000), Raumolin (2006), Zancheti (2004), Pearce (2006) distinguem seis dimensões básicas para sustentabilidade: *econômica, social (ou ética), ecológica (ou ambiental), espacial, cultural e política* (Sachs, 2000, p.87). Raumolin (2006, p.6), além das dimensões anteriores, refere-se também à dimensão *demográfica* e Pearce (2006, p.3) acrescenta a dimensão *tecnológica*. Os estudos e análises realizados durante a Tese, no sentido de avançar sobre essa questão, apontam para a presença de mais duas dimensões, especialmente vinculadas à arquitetura e construção: a dimensão *estética* e a dimensão *sensorial (perceptiva)*, que se soma à dimensão espacial.

Em arquitetura e construção, a maior ou menor ênfase em uma dessas dimensões determina diferentes denominações para *arquitetura ou construção sustentável*, que é também chamada de *arquitetura ou construção de baixo impacto ambiental, arquitetura verde, arquitetura ecológica, arquitetura biológica, arquitetura regenerativa, arquitetura total, arquitetura holística ou bioconstrução*. Justifica-se aí, também, os vários sinônimos que são utilizados para designar o *projeto sustentável*: *projeto ambiental, projeto ecológico, projeto verde, projeto de baixo impacto ambiental, projeto regenerativo*, etc., presentes na bibliografia sobre o assunto.

Nosso intuito neste capítulo é realizar uma análise comparativa das idéias de diferentes autores sobre arquitetura e construção sustentável ou de baixo impacto ambiental, segundo as dimensões da sustentabilidade. Desvendar aproximações e buscar pontos em comum nas idéias e teorias apresentadas, no sentido de estabelecer um panorama geral sobre os princípios e principais características desta arquitetura.

5.2 PROJETO SUSTENTÁVEL

A palavra projeto deriva do latim “*projectu*” que significa *lançar*, relacionando-se com o verbo latino “*projectare*” que se poderá traduzir por *lançar para diante*. A partir desta raiz latina, a palavra projeto pode ter vários sentidos: plano para a realização de um ato; desígnio, intenção; redação provisória de uma medida qualquer; esboço (Ferreira, 1999). Trata-se de uma “antecipação”, que se traduz na adoção de atitudes e procedimentos específicos, capazes de sustentar a execução de um determinado empreendimento. Em qualquer circunstância, podemos referir que “projeto” encerra um conceito ligado à previsão de algo a que queremos dar forma (Oliveira, 1992, p. 54).

Projetar em arquitetura e construção, significa idealizar o edifício a ser construído. Consiste em antecipar uma solução que resultará na concretização de uma edificação. É um ato criativo de síntese, resultado de um processo de mentalização, no qual se conjugam previamente muitas variáveis e condicionantes para a obtenção do resultado final: o *projeto* (Neves, 1989, p. 11).

Projeto, em arquitetura e construção, é o produto do ato de projetar. É, acima de tudo, um ato deliberado, um empreendimento propositado (Ching, 1998, p.9). O processo projetual consiste em uma série de operações que terão como resultado um modelo do qual “se copiará” um edifício. Através do projeto de arquitetura se antecipa uma solução para determinada situação que acontecerá no real (Martínez, 1990, p.9).

A elaboração de qualquer projeto pressupõe um processo que tem como referências um ponto de partida (situação que se pretende modificar), um ponto de chegada (uma idéia do que se pretende modificar) e a previsão do processo de “construção” (o “como” fazer). Não há, no entanto, um só processo projetual, uma só maneira de realizar um projeto. Muitas são as possibilidades e os caminhos que se pode optar. Segundo Oliveira (1992, p.56) eleger um projeto, entre tantos outros, e um caminho para sua realização, exige o reconhecimento tanto de suas potencialidades como de suas limitações. A liberdade do projetista possibilita a aceitação ou a negação e a recusa de determinados valores. O projeto, revela, assim, a finalidade de intervir ou transformar uma situação, em uma determinada direção, a fim de que se concretizem algumas *intenções*. E, como toda intenção, revela, de certa forma, o caráter e os valores de quem cria ou põe em prática.

Os *projetos sustentáveis* surgem com uma *intenção diferenciada* e como uma “nova modalidade de projeto”, orientada para intervenções humanas dentro da capacidade de suporte dos ecossistemas. Trata-se de uma *nova ordem arquitetônica, que reconcilia o habitat humano, a natureza, a cultura e as necessidades sociais* (Edwards, 2004, p.89).

Essa nova ordem arquitetônica se insere no momento de transição paradigmática, e reconhece a importância de todo um contexto onde muitas variáveis estão inseridas e se relacionam, tanto em âmbito local como global, considerando uma visão holística e abrangente em todo o processo projetual. De acordo com Pesci et al (2002, p.121):

“Em um projeto sustentável a maneira de abordar a realidade é sistêmica e relacional e a maneira de abordar as questões é cíclica, holística e diversificada e supõe uma atitude crítica e um posicionamento contestador frente à realidade”.

É um projeto baseado em uma “nova ética”, na qual o interesse comum deve prevalecer sobre o particular, objetivando resultados não só imediatos, mas também a médio e longo prazos, que contemplem as gerações futuras, por meio de ações integradas. Assim, a conservação, reutilização e reciclagem de bens e produtos deve prevalecer sobre a dejeção e a predação e o uso de matérias-primas e o consumo de energias renováveis deve prevalecer sobre as esgotáveis, respeitando os ciclos naturais de renovação (Colin, 2004, p.103).

O projeto sustentável tem por intuito buscar (McDonough, 1992):

- o direito da humanidade e natureza de co-existir em condição de harmonia, diversidade, apoio;
- a interdependência, onde os elementos do projeto humano interajam com o mundo natural e levem em consideração as grandes e diversas implicações em todas as escalas, reconhecendo cada efeito, por mais distante que seja;
- o respeito ao relacionamento entre espírito e matéria, considerando todos os aspectos dos assentamentos humanos incluindo comunidade, habitações, indústria e comércio em termos de existência e envolvendo conexões entre consciência espiritual e material;
- a responsabilidade pelas conseqüências das decisões de projeto com relação ao bem estar do homem, viabilidade de sistemas naturais e o direito de co-existir;

- a criação de objetos seguros e que tenham valor a longo prazo e que não onere as futuras gerações com a manutenção ou vigilância do potencial nocivo da falta de cuidado com a criação de produtos, processos ou critérios;

- a eliminação do conceito de desperdício. Avaliação e otimização do o ciclo de vida total dos produtos e processos, aproximando-os dos sistemas naturais, onde não há desperdício.

- a confiança e utilização dos fluxos de energia natural. Todo o projeto, quando possível, deve incorporar a energia solar de maneira eficiente e segura, utilizando-a de maneira responsável.

- a busca constante de aperfeiçoamento para compartilhar conhecimento. Buscar a comunicação direta e aberta com colegas, patrocinadores, usuários a fim de conectar consideração sobre sustentabilidade à responsabilidade ética e re-estabelecer um relacionamento integral entre processos naturais e atividades humanas.

Um projeto voltado para essa lógica pressupõe uma mudança de posicionamento frente à realidade, exigindo do projetista uma postura crítica e contestadora, ao mesmo tempo em que exige criatividade, conhecimento – técnico e artístico - e sensibilidade. A nova postura projetual inclui abordar complexidade de forma sistêmica ou relacional e focar as questões de maneira interdisciplinar, cíclica, holística e diversificada. Inclui conciliar a arte e a técnica na solução das diferentes questões que envolvem o projeto (Lyle, 1994). Isso requer o desenvolvimento de *novas atitudes e destrezas*, como (Pesci et al, 2002, p.121-129; Lyle, 1994):

- a utilização da percepção como método de reconhecimento;

- a busca de soluções qualitativas, mais que quantitativas;

- a identificação de padrões ou unidades genéticas de comportamento do ambiente, para reconhecer o tipo de ambiente e seu estado, dando assim um caminho contínuo a suas propostas;

- desenvolvimento de um processo projetual participativo;

- desenvolvimento de uma prática crítica e reflexiva;

- a integração múltiplos saberes (novos e antigos saberes, saberes técnicos, ambientais, éticos, estéticos, culturais).

Segundo McDonough; Braungart (2002, p.181) a transformação da arquitetura atual para uma *arquitetura sustentável* não acontecerá de imediato e vai requerer um processo, de tentativa e erro - e tempo, esforço, recursos, vontade e criatividade - estendido a várias direções, para que esta se concretize de forma mais plena.

5.2.1 Dimensões do projeto sustentável

O ato de projetar, segundo Tedeschi (1978, p. 18), exige do projetista, sobretudo, capacidade de coordenação e síntese entre um grande número de elementos. Na base da atividade projetual está à realidade da vida humana, com todas as suas manifestações individuais e sociais, com seus valores práticos e espirituais. Somam-se a esses elementos, outros, de caráter muito diferente: os que relacionam o edifício com o meio físico, que compreende as características do sítio, clima, paisagem; os que se referem às formas e dimensões dos ambientes em relação ao uso correspondente; os que expressam o aspecto dinâmico do edifício em suas circulações e acessos. Elementos de caráter técnico, construtivo e de funcionamento e elementos de caráter econômico também se manifestam tanto no momento da construção como no seu uso. Também, é importante considerar fatores de ordem espiritual - que se manifestam na qualidade artística do edifício – e de caráter perceptivo – que interessam ao edifício considerando o ponto de vista da psicologia dos usuários. A tarefa do projetista é conhecer estes elementos e ordená-los de acordo com a influência que podem ter em um projeto e de acordo com a relação que existem entre eles.

A sustentabilidade é uma relação entre diversos fatores, possuindo várias dimensões²⁴ que vem sendo foco de estudos e debates nas mais diferentes áreas do conhecimento. Para projetar segundo a lógica da sustentabilidade é imprescindível que se conheça e considere as múltiplas variáveis envolvidas, dentro dos diferentes critérios de sustentabilidade (Sachs, 2000, p.85) ou *dimensões da sustentabilidade* (Sachs, 1993; Raumolin, 2005; Zancheti, 2004; Pearce, 2006): *econômica, social (ou ética), ecológica (ou ambiental), espacial, cultural e política, tecnológica* e acrescentamos a estética.

²⁴ Ver Capítulo 2 - Transformações na sociedade e nos conceitos, item 2.1.5 Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável. Nas páginas 47 e 48 abordamos de maneira geral as dimensões da sustentabilidade.

5.2.1.1 Dimensão social

A dimensão social da sustentabilidade, segundo Sachs (2000, p.85), se potencializa na busca para criar um desenvolvimento positivo do homem e prover as pessoas de oportunidades de educação, atualização, saúde, moradia, trabalho, sustento e aceitável qualidade de vida. A questão central é a *equidade* na distribuição de renda, na utilização e distribuição de recursos e na redução das distâncias entre as camadas sociais (Raumolin, 2005, p.6). A dimensão social da sustentabilidade se orienta em uma visão de sociedade participativa e atuante, dentro da perspectiva do desenvolvimento sustentável (Sachs, 2000, p.85).

Dentro desse aspecto, a dimensão social em um projeto sustentável de arquitetura e construção, pode ser viabilizada em atividades que permitam a participação social, educação e atualização, desenvolvimento do senso comunitário e espírito de grupo, desenvolvimento da sensibilidade cultural, oportunidades de privacidade e interação social e demais iniciativas que contribuam para melhoria das condições de vida, habitabilidade, cidadania, educação, trabalho e interação social. As habitações para serem sustentáveis em seu aspecto social *devem adicionar valor à qualidade de vida do indivíduo e das comunidades* (Sattler, [S.D.]b).

Neste sentido é importante considerar que *todos os envolvidos no projeto são projetistas e “ouvir todas as vozes”* no processo de projeto. Nenhuma pessoa é simplesmente participante ou autor. Todos são participantes-projetistas. É imprescindível utilizar o conhecimento especial que cada pessoa traz. Trata-se, portanto, de cultivar um projeto e construir um processo de projeto inteligente, com a participação de todos em todas as etapas de um processo projetual (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55).

A busca de uma melhor qualidade de vida é também uma busca por um planejamento habitacional que tenha como referencial o homem, suas necessidades de infraestrutura, lazer, saúde e qualidade espacial e ambiental. Assim, a forma de ocupação do espaço aliado à satisfação dos usuários com relação a qualidade do ambiente interno e externo e a realização de ambientes saudáveis e diversos, harmônicos com a natureza e que propiciem condições adequadas de habitabilidade e inserção adequada aos serviços urbanos tendo um custo acessível à população são aspectos que devem estar inseridos na dimensão social de um projeto sustentável.

5.2.1.2 Dimensão econômica

A dimensão econômica se relaciona, de modo qualitativo e quantitativo, com o processo de produção, distribuição e consumo do produto social. Tratando, também, dos modos e processos de como o produto é gerado e incorpora a análise da ciência e da tecnologia e sua relação com a natureza (Zancheti, 2004, p.5). Diz respeito, portanto, às opções realizadas com relação a custos, considerando não só aspectos financeiros, mas demais ganhos: sociais, culturais, tecnológicos e ambientais, a curto, médio e longo prazo. O foco é obter a prosperidade para todos, com o menor custo e conseguir isso dentro de uma perspectiva ecológica e cultural e sem infringir os direitos básicos do homem (Sachs, 1993, p 25).

A sustentabilidade econômica aparece como uma necessidade, mas em hipótese alguma, segundo Sachs (1993, p 25), é condição prévia para que as demais dimensões se estabeleçam. Igualmente, não é a única dimensão válida, apesar de ser aquela considerada principal em alguns projetos. Como manter a sustentabilidade econômica de determinado empreendimento é apenas um dos aspectos a ser contemplado em um projeto sustentável.

Em um projeto sustentável de arquitetura e construção, a dimensão econômica engloba os custos econômicos e ambientais da construção, a possibilidade de aquisição e acesso da população, e todas as implicações sociais, culturais, ambientais relacionadas com a construção que poderão vir a ocorrer com o decorrer do tempo. Sempre se deve considerar o antes e o depois da construção (Yeang, 1995, p.39). Economias feitas na fase de projeção e construção podem aumentar significativamente o custo de operação e manutenção. Assim, o custo real em termos sustentáveis deve ser considerado em uma perspectiva do ciclo de vida da edificação (International Federation of Consulting Engineers, 2006, p. 10). O projetista deve inventariar o total de ações e atividades em cada estágio do ciclo de vida do edifício projetado (Yeang, 1995, p.109).

5.2.1.3 Dimensão política

O aspecto político da sustentabilidade diz respeito a processos de relacionamento humano e grupal, especialmente dos processos de decisão sobre economia e uso dos recursos individuais e coletivos de uma sociedade. Ela analisa como são estabelecidas as relações de poder e de hierarquia social, bem como as formas de organização da representação de

interesses, visões de mundo e utopias de indivíduos e grupos de uma sociedade (Zancheti, 2004, p. 5).

A dimensão política da sustentabilidade enfatiza a importância da democracia, cidadania e tomadas de decisões conscientes baseadas na ética ambiental e cultural e nos direitos humanos (Raumolin, 2005, p.28). Busca a criação de mecanismos que incrementem a participação da sociedade nas tomadas de decisões, reconhecendo e respeitando os direitos de todos, superando as práticas e políticas de exclusão e permitindo o desenvolvimento da cidadania ativa (Silva; Shimbo, 2006, p. 3810).

A dimensão política pode ser considerada como sendo um eixo norteador enquanto processo decisório de ações mais sustentáveis, pela capacidade de construção de acordo com os interesses coletivos, pois se encontra internamente articulada em princípios de diferentes dimensões que predispõe a própria sustentabilidade (Silva; Shimbo, 2006, p. 3813).

Em um processo de planejamento arquitetônico, a dimensão política se congrega às atividades sociais, que devem, igualmente, orientar-se pela preocupação de oferecer à população um canal aberto para discussão política e técnica como meio para o exercício da cidadania plena, permitindo a crítica e possibilidade de mobilização e reivindicação de melhorias junto ao poder público de melhorias relativas à condição de vida privada, e melhorias dos espaços públicos e para o bem estar coletivo.

5.2.1.4 Dimensão ambiental ou ecológica

A dimensão ambiental ou ecológica da sustentabilidade trata da forma como os indivíduos e grupos sociais vêem e agem sobre a natureza (Zancheti, 2004, p.5). Pode ser obtida através da racionalização do aporte de recursos, redução do volume de resíduos e da poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e práticas de reciclagem; pesquisas em tecnologias ambientalmente mais adequadas e implementação de políticas de proteção ambiental. Os aspectos ambientais da sustentabilidade requerem que se encontre um equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e seus recursos e o uso destes recursos de forma que permitam a continuidade da capacidade de suporte da terra com uma aceitável qualidade de vida para a humanidade. Para promover a sustentabilidade ecológica ou ambiental é necessário (Sachs, 2000, p.86):

- a preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis;
- limitação do uso dos recursos não renováveis;
- redução do volume de resíduos e de poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e recursos;
- intensificação das pesquisas em tecnologia limpa;
- definição de regras para uma adequada proteção ambiental.

Em um projeto de arquitetura, a dimensão ambiental pode ser revelada pela maneira como o espaço construído está inserido e se relaciona com o meio ambiente e igualmente como o projeto se vale das potencialidades ambientais e locais. Alguns aspectos a considerar dentro do aspecto ambiental da sustentabilidade são a relação do projeto com o local onde será implantado; a forma do uso de energia, o uso de materiais e recursos; a relação do projeto com a natureza, a utilização dos recursos naturais, a escolha e utilização dos materiais de construção e a escolha de sistemas e tecnologias.

5.2.1.5 Dimensão cultural

A dimensão cultural da sustentabilidade se referencia na continuidade cultural e pluralidade das culturas para soluções específicas, própria para cada situação e local. Está profundamente ligada à dimensão ambiental e às questões de espaço (lugar, país, nação, cidade) e do tempo (história, memória, passado, presente e futuro), dos símbolos (língua, leis, imagens, religiões, arte) e representações simbólicas (festas, códigos de ética, ritos). Essa dimensão representa a forma como o ser humano vê e se relaciona com o mundo natural e social (Zancheti, 2004, p.5). Diz respeito à tradução do conceito normativo de ecodesenvolvimento em soluções específicas que respeitem as características intrínsecas de cada ecossistema e propiciem a continuidade cultural. Assim é importante, de acordo com Sachs (2000, p.85), para que a sustentabilidade cultural se efetive:

- o equilíbrio entre respeito à tradição e inovação
- e a capacidade de autonomia para elaboração de um projeto integrado e endógeno (em oposição a modelos preestabelecidos).

Em um projeto de um edifício é importante buscar soluções consistentes em relação ao contexto cultural (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.25), que promovam a

continuidade cultural e a pluralidade das culturas, valorizando as culturas locais. Assim, as soluções devem ser específicas, própria para cada situação e local.

5.2.1.6 Dimensão tecnológica

A dimensão tecnológica da sustentabilidade, apontada por Pearce (2006, p.3), é, segundo o autor, muito significativa e importante, uma vez que interage diretamente com e no meio ambiente. Em uma construção são utilizadas técnicas e tecnologias desde a etapa de extração dos recursos naturais, até a utilização e adaptação aos diferentes espaços da construção e tudo isso fica definido na etapa projetual. Uma tecnologia voltada para sustentabilidade implica em soluções práticas que permitam alcançar um bom desempenho técnico aliado a um desenvolvimento econômico, humano e social em harmonia com a natureza e com uso de recursos naturais. As tecnologias devem auxiliar, contribuir, apoiar a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável e não se contrapor a eles.

5.2.1.7 Dimensão espacial

A dimensão espacial da sustentabilidade é tida como uma configuração (rural-urbana) mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial de assentamentos humanos. Enfatiza a diminuição da concentração excessiva das cidades, a proteção de ecossistemas frágeis, a criação de reservas para proteção da biodiversidade e a prática da agricultura regenerativa e agroreflorestamento em escalas menores (Sachs, 2000, p.86).

A arquitetura se ocupa da produção dos diferentes espaços. Os espaços arquitetônicos são dotados características visando adequá-los às necessidades físicas e psicológicas dos usuários (Colin, 2000, p. 57).

Algumas estratégias, relativas à dimensão espacial são, segundo Yeang (1995, p.203):

- buscar a integração com padrões locais da paisagem, cultura e fatores dos ecossistemas;
- estar em consonância com o *espírito do lugar* (Day, 1990);
- ser uma resposta às características climáticas;
- ser uma resposta às características do ecossistema local;

- ser uma resposta às necessidades físicas e psicológicas do homem.

Na experiência espacial atuam muitos fatores, tanto *de caráter qualitativo*, como *quantitativo* (Tedeschi, 1978, p.243). O arranjo e a organização dos elementos das formas e espaços e de seus elementos componentes determinam a maneira como a arquitetura pode *promover iniciativas, trazer respostas e comunicar significados* (Ching, 1998, p.9). A dimensão espacial envolve vários aspectos de caráter funcional, simbólico, lúdico, educativo, de saúde e bem-estar entre outros.

A dimensão espacial da sustentabilidade, portanto, trata das configurações, características e percepções relativas ao espaço, que valorizem e revelem aspectos da sustentabilidade.

5.2.1.8 Dimensão formal/estética

A sustentabilidade na arquitetura adquire uma dimensão estética ou formal, na medida em que busca reconciliar o habitat humano com as demais dimensões da sustentabilidade. Busca conciliar todas estas variáveis em uma nova ordem arquitetônica que, de acordo com Edwards (2004, p.89), está surgindo com novas tipologias e novas tecnologias para equipá-las.

A forma arquitetônica nasce de um conjunto de idéias que o projetista possui a respeito da arquitetura em si e de suas relações com o meio, com a história, com a cultura, com a técnica, com o programa de necessidades, etc. Esse conjunto de idéias alinha-se em determinadas categorias que devem ser conhecidas para um melhor entendimento do objeto arquitetônico (Colin, 2000, p.52).

Como meio de expressão, as formas dos edifícios deverão comunicar e valorizar aspectos da sustentabilidade, constituindo-se em um meio de educar, conscientizar e revelar mensagens, conceitos e idéias sustentáveis.

A dimensão espacial da sustentabilidade, portanto, diz respeito às escolhas dos projetistas com relação a elementos de composição formal e suas relações (Norberg-Schulz, 1979, p.86): princípios compositivos, elementos de composição formal, cor e textura, relação e disposição de cheios e vazios que definirão a estética ou a forma arquitetônica do edifício.

5.3 TEORIAS SOBRE O PROJETO SUSTENTÁVEL

De acordo com Guareschi (2003, p.17), *teorias* são um conjunto de leis que procuram explicar a realidade, os fatos concretos e singulares do dia a dia. Quando existem algumas generalizações sobre determinada realidade há uma teoria. No caso específico dos projetos sustentáveis, autores como Day (1990), Pearson (2001, 1994), Lyle (1994), Todd; Todd (1994), Yeang (1995, 1999), Van der Ryn; Cowan (1996), Wilson et al (1998, 2006), Kellert (1999), Edwards (2004), Roaf (2006) entre outros, têm feito considerações e apresentado idéias que avançam no sentido da compreensão - das intenções, objetivos, princípios, dimensões e características - e da construção de teorias sobre o *projeto sustentável*.

Vários são os estudos a respeito, com diferentes abordagens e nuances nas dimensões contempladas pelo projeto voltado para sustentabilidade e de baixo impacto ambiental. Essas nuances não significam a exclusão ou desvalorização das outras dimensões, mas um olhar do autor, um recorte ou uma maneira de perceber e abordar a complexa realidade do projeto sustentável.

Nossa intenção é realizar uma “leitura” - na bibliografia relativa ao tema -, tendo como “fio condutor” as dimensões do projeto sustentável.

5.3.1 Projeto ecológico: ênfase na dimensão ambiental

Segundo Day (1990, p.10), a arquitetura é uma ferramenta que causa danos no meio ambiente e cada aspecto do projeto de uma construção deve reconhecer que as soluções tomadas afetam o homem, o entorno, o espírito do lugar e o mundo como um todo. As escolhas feitas em um projeto de arquitetura têm implicações humanas, sociais, biológicas e ecológicas. Segundo o autor, a arquitetura deve ter responsabilidade em:

- minimizar a poluição e os danos ecológicos;
- minimizar efeitos biológicos adversos para os ocupantes;
- ser sensível e agir harmoniosamente no ambiente;
- respeitar as individualidades dos ocupantes;
- buscar uma estética própria;
- estar em consonância com o “espírito do lugar”.

O *projeto ecológico* é o projeto sustentável com ênfase na dimensão ambiental e sua intenção é a integração dos sistemas e tecnologias do edifício e a integração do edifício com o entorno, com a paisagem natural. É uma busca de efetiva adaptação e integração de uma construção com os processos naturais (Yeang, 1995, p.18).

Para Van der Ryn; Cowan (1996) o *projeto ecológico* consiste em um processo que envolve *interconexões com a natureza* e, por ter características holísticas, afeta todos os aspectos da atividade humana que têm impacto sobre o meio ambiente natural. Deve-se levar em consideração todas essas implicações antes mesmo da construção do edifício, antecipando-as na fase de projeto. Como consequência disso, o projeto ecológico inclui, além da arquitetura, a participação de outros campos de conhecimento como a engenharia, produção de energia, utilização eficiente, reciclagem, reutilização, sociologia, ecologia.

O objetivo do *projeto ecológico* é a realização de projetos para estabelecimentos humanos que incorporem princípios inerentes ao mundo natural e que adaptem a sabedoria e estratégias desse mundo aos problemas humanos (Todd; Todd, 1994, p.1). É uma forma de integrar os propósitos humanos com uma *forma de projetar que minimize os impactos da destruição do meio ambiente por estar integrado a processos vivos fluxos, ciclos e padrões da natureza* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.23-24).

O projeto em uma perspectiva ecológica exige do projetista novas capacidades e percepções. Yeang (1999, p.34-40) apresenta as seguintes premissas, que podem guiar os projetistas, na racionalização da abordagem ecológica de um projeto:

Conceito ecológico de meio ambiente: esse conceito considera que qualquer sistema construído deve ser percebido dentro de uma *visão global*, na unidade do ecossistema onde está inserido e no contexto de outros ecossistemas na terra;

Conservação de energia, uso racional dos materiais e recursos: deve ser considerado em todo o processo de projeto: o meio ambiente como uma fonte inesgotável de recursos é uma visão equivocada. Em uma abordagem ecológica de projeto é necessário considerar as limitações do meio ambiente e racionalizar o uso de energia, materiais e recursos;

Uma abordagem contextual dos ecossistemas: não se deve pensar no local do projeto como uma área isolada e definida exclusivamente pelos limites legais. As consequências ecológicas de um projeto vão além desses limites e envolvem outros Tradição, Inovação e Sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção

ecossistemas na biosfera. A escala destes impactos deve ser definida em diferentes escalas: impactos locais, regionais, continentais e impactos na biosfera;

O local do projeto deve ser individualmente analisado: a análise do local deve propiciar que valores individuais do sítio sejam percebidos, seja para preservação, conservação ou utilização. Um projeto deve ser específico para cada terreno, não devendo ser repetido mesmo que estes terrenos pareçam similares;

Conceito de ciclo de vida inserido no projeto: deve-se, nas fases iniciais do projeto diagnosticar as principais ações e atividades associadas ao seu projeto, antecipando o ciclo de vida dos mesmos. Assim, acessar os possíveis impactos e antecipá-los no projeto;

Construção envolve deslocamento espacial dos ecossistemas e adição de novas energias e materiais no local de projeto: não importa o quão bem projetado está, toda construção envolve deslocamento espacial dos ecossistemas e alterações devido a sua presença física. Assim, sua composição, implantação, organização espacial, uso da terra, estrutura física e sistemas mecânicos devem ser considerados em relação aos componentes do ecossistema, padrões espaciais e funcionamento;

Abordagem holística ou de sistema total: um projeto tem múltiplos efeitos no ecossistema e por isso uma abordagem simplista é insatisfatória. O projeto deve ser visto no contexto do ecossistema com um todo e não somente em relação aos seus componentes. Requer, portanto, uma aproximação holística;

Considerar a questão da disposição de resíduos: os ecossistemas geralmente têm a habilidade de assimilar certas intervenções humanas. Entretanto, há um limite. Um projeto ecológico deve considerar que a garantia de que algo não se torne permanentemente perdido ou debilitado como resultado da atividade humana é que, em um futuro próximo fatores sejam considerados ou ações preventivas sejam tomadas;

Estratégia de projeto compreensiva e antecipatória: o objetivo do projeto ecológico não deve ser como manter a biosfera e os ecossistemas longe da influência ou dos danos causados pelo homem, mas como relacionar atividades humanas com os ecossistemas da maneira menos destrutiva. Pode ser possível até buscar impactos ecológicos benéficos. O projeto crítico deve buscar como, quando e onde essas mudanças são possíveis e de que forma os projetos podem ser introduzidos.

Os autores Van der Ryn; Cowan (1996, p. 53-56) e Todd; Todd (1994, p.19-92), Day (1990), dentro da proposta do *projeto ecológico*, estabelecem princípios para orientar um projeto nessa lógica. Esses princípios podem ser sintetizados em:

as soluções nascem do lugar

O projeto ecológico inicia com um íntimo conhecimento do local. Por isso, possui uma escala direta e pequena, correspondente às condições e população local. Ser sensível às nuances do lugar, e ao *espírito do lugar* (Day, 1990); valorizar o conhecimento tradicional e local, presente em culturas tradicionais; valorizar a sabedoria ecológica presente nas culturas tradicionais; desenvolver e cultivar uma cultura de sustentabilidade apropriada as particularidades locais; projetar levando em consideração as características locais, refletindo o clima, materiais, costumes e formas regionais (Van der Ryn; Cowan,1996, p.54) são diretrizes subjacentes a este princípio.

O ambiente forma os homens e as diferentes culturas no que diz respeito à sensibilidade, valores e maneira de vida (Van der Ryn; Cowan,1996, p.11). Segundo Day (1990, p.12) muitas construções são impostas, porque são inapropriadas e insensíveis. Ao redor do mundo edifícios são projetados em uma cultura e implantados em outra. Esses edifícios certamente têm climatização artificial, dependência total do automóvel e problemas com relação a sua adaptabilidade e aceitação pela sociedade. O autor considera danoso transpor idéias de uma cultura para outra e de uma paisagem para outra. Os edifícios, segundo ele, não podem e não devem ser impostos. *Eles devem inevitavelmente pertencer ao seu lugar* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.19).

projetar com a natureza

Manter uma parceria com a natureza, beneficia tanto as pessoas como os ecossistemas (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55). Trabalhando com processos vivos, respeita-se as necessidades das espécies, enquanto se conhece as próprias necessidades humanas. Segundo Lyle (1994), engajados em processos que regeneram e não depredam, o home se torna mais vivo. Alia-se à esse princípio as idéias de que o projeto: *deve ter o mundo vivo como matriz* (Todd; Todd,1994, p.19); *deve seguir, não se opôr às leis da vida* (Todd; Todd,1994, p.22); *deve se basear em fontes renováveis de energia* e, dessa forma, ser sustentável pela integração dos sistemas vivos (Todd; Todd,1994, p.64).

todos são projetistas

Deve-se considerar todas as “vozes” no processo de projeto. Nenhuma pessoa é simplesmente participante ou autor. Todos são participantes-projetistas. É imprescindível utilizar o conhecimento especial que cada pessoa traz. Trata-se, portanto, de cultivar um projeto inteligente, com a participação de todos em todas as etapas de um processo projetual (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55).

tornar natureza visível

Tornar ciclos e processos naturais visíveis em um projeto, é trazer a vida para o mesmo. Isto informa o objetivo e as consequências de nossos atos. Isto possibilita a educação sobre as questões ecológicas. Isso possibilita um projeto e construção que *ajude na “cura” do planeta* (Todd; Todd, 1994, p.75).

documentos com informações ecológicas informam o projeto

A investigação de impactos ambientais de projetos existentes ou propostos e a utilização desta informação é importante para determinar possibilidades de projeto. Um cuidadoso registro ecológico propicia uma correta proporção dos impactos ambientais causados por projetos, possibilitando que estes impactos informem o processo de projeto (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55).

5.3.2 Green development: integração da dimensão ambiental, social e cultural

Pesquisadores do Rocky Mountain Institute²⁵ consideram uma abordagem mais ampla das questões que envolvem o projeto sustentável e apresentam o *green development*²⁶. *Green development* integra objetivos ambientais ou ecológicos com sociais, culturais e com considerações financeiras em projetos de várias escalas e tipos. Reforçar *integração e conexões*, entre pessoas e lugares, entre pessoas e natureza e entre edifícios e natureza é uma característica fundamental do *green development*. Assim, o mais importante é a possibilidade de integração e de realização de soluções múltiplas, proporcionando múltiplos benefícios na

²⁵ O Rocky Mountain Institute é um efetivo proponente do desenvolvimento das práticas sustentáveis e suas pesquisas baseiam-se em recomendações visando o *green development*. Ver WILSON, A. et al. **Green Development: integrating ecology and real estate**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

²⁶ Conceito de desenvolvimento responsável ambientalmente.

redução dos impactos dos projetos no meio ambiente. Os pesquisadores consideram o *green development* não como um estilo ou uma tendência, mas como a possibilidade de combinar padrões antigos com os novos:

“*Green development* é um retorno a uma maneira climaticamente, geograficamente e culturalmente apropriada de realizar arquitetura e construção, em combinação com novas tecnologias (Wilson et al, 1998, p. 6)”.

O *green development* tem como objetivos: *a responsabilidade ambiental, a utilização eficiente de recursos, o desenvolvimento do senso comunitário e cultural* (Wilson et al, 1998, p. 7).

A *responsabilidade ambiental* diz respeito ao respeito e uso de potencialidades locais. Pode ser aplicada na implantação cuidadosa de edifícios na paisagem natural, reutilizando áreas ocupadas, restaurando terras degradadas e preservando ao máximo as características naturais do local. Na infra-estrutura, capitalizando recursos naturais disponíveis, como a água da chuva; usando técnicas de controle da erosão e projeto adequado de estradas e vias. No projeto de edifícios, a responsabilidade ambiental pode ser aplicada na utilização de recursos naturais (sol, vento, formas naturais do terreno e vegetação natural) para geração de calor, frio, ventilação e proteção de elementos (Wilson et al, 1998, p. 7).

A *utilização eficiente de recursos* como a terra, água, solo, minerais, materiais, combustíveis fósseis, eletricidade, energia solar, etc. Pode ser aplicado em muitos aspectos, incluindo uso da terra, projeto do edifício, seleção de materiais, redução de perdas, conservação de água e utilização eficiente de energia. Os autores exemplificam esse aspecto com o uso de padrões agrupados, que podem reduzir infra-estrutura, o uso de recursos e custos; com o reuso de edifícios, que reduz o uso de materiais e energia (Wilson et al, 1998, p. 8).

O *senso comunitário* envolve muitos aspectos, incluindo qualidade e quantidade de interação humana, satisfação e senso de envolvimento e vizinhança. O senso comunitário deve ser voluntário e não deve ser imposto. Pode ser propiciado pela participação coletiva. O *senso cultural*, por sua vez, significa ser responsável com a história local, cultura e com entorno, paisagem e edifícios pré-existentes. Pode ser traduzido no uso de práticas tradicionais e vernaculares, no uso de produtos e materiais tradicionais e locais, no respeito

aos costumes e práticas construtivas locais. O desenvolvimento, tanto do senso comunitário como cultural, envolve respeito e promoção de um “senso de lugar”, com o reconhecimento do que ele tem e o que oferece de único (Wilson et al, 1998, p. 9).

Segundo os autores, um processo de projeto dentro dessa perspectiva deve englobar:

1º) uma *nova visão de projeto*, que deve ser desenvolvida e redefinida;

2º) *planejamento*, envolvendo quatro princípios básicos:

- pensamento global dos sistemas: interconexões entre os sistemas são efetivamente consideradas e soluções são buscadas englobando múltiplas questões ao mesmo tempo. É a busca por soluções múltiplas (Wilson et al, 1998, p.37);

- antecipação de decisões de projeto: é mais fácil e mais barato para maximizar os benefícios de um projeto sustentável, considerar aspectos como a eficiência dos recursos e impactos ambientais nos estágios iniciais do projeto. Em um primeiro momento o custo poderá aumentar e será necessário que um cronograma seja seguido, no entanto, estes custos são recuperados evitando-se a realização de novos projetos, paradas, litígios, etc. (Wilson et al, 1998, p.43);

- considerações fim-uso/ mínimo-custo: trata-se de manter o foco do projeto voltado para o que os usuários realmente desejam e necessitam. É a chave de um projeto sustentável porque identifica como alcançar grandes benefícios com o menor custo financeiro, social e ambiental. Deve abranger algumas categorias como: energia, água, operação e manutenção, adaptabilidade e flexibilidade, projeto para às necessidades humanas (Wilson et al, 1998, p.47);

- trabalho de equipe: em um processo de projeto dentro de uma nova visão é necessário que um trabalho em equipe seja desenvolvido desde o princípio. O trabalho em equipe propicia uma ampla troca de idéias e integra várias soluções. A equipe deve ser interdisciplinar, onde a presença dos usuários é indispensável. Atividades como *charretes*²⁷ podem ser valiosas no processo inicial dos projetos (Wilson et al, 1998, p.37).

3º) *definição do projeto*, em um processo participativo, que preserve e restabeleça padrões da paisagem, que reforce a infra-estrutura natural, que conserve recursos, que tenha

²⁷ Refere-se a um trabalho intensivo de técnicos, profissionais e futuros usuários e podem durar algumas horas ou alguns dias visando à discussão das questões que envolvem o projeto.

restauração como um hábito, que avalie as situações em um contexto amplo, cujo modelo de soluções seja baseado em processos naturais, que promova a biodiversidade, que regenere terras danificadas, que integre preservação histórica e gerência ecológica, que promova uma estética ecológica. A implantação e uso do solo deverá valorizar o Patrimônio Arquitetônico através da reutilização e renovação de edifícios antigos.

4º) *construção*: estágio onde todas as visões, planejamento e projeto serão concretizadas fisicamente. É necessário que se tenha uma equipe experiente em projetos ecológicos; haja comunicação entre projetistas e construtores; haja cooperação e não competição; seja propiciado treinamento a equipe nas questões técnicas – inovadoras e tradicionais; haja supervisão dos trabalhos; sejam feitos contratos e memoriais especificando serviços, materiais, técnicas, principalmente as estratégias sustentáveis; sejam considerados os aspectos de pós-ocupação. As atividades desenvolvidas na etapa da construção podem determinar o sucesso do projeto. Portanto, é necessária muita atenção nos detalhes da construção, qualidade do ar e instalação e regulagem do equipamento mecânico.

5º) *marketing*. O mais notável aspecto de um edifício não significa nada se os potenciais compradores e usuários não entenderem os benefícios e o desenvolvimento do projeto – seja ele convencional ou sustentável. Assim é importante que esforços e recursos sejam destinados a relações públicas, propaganda. Também, filiações a programas de preservação ambiental e de energia são importantes na medida em que podem estimular os usuários as práticas sustentáveis.

6º) *ocupação*: que deve prever, a manutenção do edifício e sua operacionalização dentro dos aspectos sustentáveis definidos no projeto; o cuidado com a paisagem, buscando manter os procedimentos sustentáveis além do edifício; o auxílio aos ocupantes na prática da reciclagem; a educação dos usuários, para compreensão da visão e o funcionamento da edificação, com a finalidade de torná-los mais aptos e mais dispostos a participar do projeto sustentável; o desenvolvimento de um espírito “comunitário”, que significa estabelecer uma estrutura onde os moradores conheçam seus vizinhos e interajam uns com os outros de uma maneira saudável, trabalhando em conjunto na proteção do espaço comunitário e ambiental.

5.3.3 Projetos Regenerativos: ênfase em sistemas regenerativos

Em consonância com as transformações conceituais Lyle (1994) desenvolve suas idéias, estabelecendo estratégias para a realização do que ele denomina *projetos regenerativos*. Utilizando terminologia específica, descreve e compara os *sistemas industriais*, inseridos na lógica do paradigma da modernidade e os *sistemas regenerativos*, inseridos na lógica do “novo paradigma”. Para ele, enquanto os *sistemas industriais* buscam altos níveis de produtividade e eficiência operacional; objetivam meios para “aumentar” a natureza; onde meios são formas para atingir os fins e onde processos de pensamento lineares e lógicos são utilizados na solução de diferentes questões, os *sistemas regenerativos* estão intimamente relacionados com processos naturais e sociais, funcionam como parte integral das comunidades que servem, envolvendo as mesmas em seus projetos e operações; têm objetivos múltiplos e complexos; e considera a criatividade como indispensável para reunião das diferentes variáveis, imprescindível na elaboração de um projeto.

O autor estabelece estratégias que devem guiar um projeto regenerativo. Essas estratégias são (Lyle, 1994, p.37- 45):

-Deixar a natureza fazer seu trabalho: utilizar processos naturais, buscando soluções alternativas ao modelo tradicional (processos industriais), utilizando recursos e soluções *locais*, adaptadas a uma situação específica.

-Considerar a natureza como modelo e contexto: com o propósito de projetos regenerativos utilizar modelos de processos biológicos que a paisagem geralmente proporciona em cada local; considerar que as partes em um projeto regenerativo se inserem e se conectam com um contexto maior.

-Agregar, não isolar: projetos regenerativos devem se preocupar em agregar as partes (reagregar) e assim levar em consideração as interações entre as partes, as próprias partes e o todo.

-Buscar ótimos níveis para múltiplas funções: com o propósito de projetos regenerativos buscar manter o valor das variáveis dentro de, aproximadamente, ótimos limites.

-Igualar tecnologia às necessidades: deve-se buscar e utilizar a tecnologia apropriada, desde o uso de simples dispositivos e de soluções que envolvam a relação com o

entorno e o meio ambiente até a combinação, quando realmente necessário, com a tecnologia dos sistemas industriais.

- *Usar informações para substituir energia*: deve-se substituir a padronização de práticas por observação cuidadosa, conhecimento adquirido e participação através do “feedback” (alto envolvimento humano). Esta informação permite que seja utilizado o que é necessário para uma determinada situação.

- *Utilizar múltiplos caminhos*: deve-se pensar, analisar e viabilizar a possibilidade de utilização de diferentes recursos em múltiplos caminhos, ou seja, diferentes possibilidades que serão eleitas de acordo com situações específicas.

- *Buscar soluções comuns para problemas diferentes*: deve-se considerar a interação entre os sistemas, buscando aliar soluções para diferentes aspectos que envolvem um projeto;

- *Gerenciar reservas é a chave da sustentabilidade*: com o propósito de projetos regenerativos deve-se gerenciar o uso das reservas naturais, equilibrando as taxas de liberação e reposição

- *Propor forma para guiar fluxo*: a forma de elementos da edificação e da própria edificação deve seguir os fluxos naturais de cargas, água, energia, etc.

- *Propor forma para manifestar o processo*: as tecnologias regenerativas devem ser visíveis e manifestar os diferentes processos e operações. As formas das tecnologias regenerativas devem comunicar informações úteis e aumentar o entendimento do homem sobre o mundo. Os processos devem se tornar parte da vida diária. As formas dos edifícios também devem sempre fazer conexões entre as pessoas, cultura e o meio ambiente

- *Priorizar sustentabilidade*: optar pelo repertório de práticas regenerativas. Isso requer pensamento criativo. Muitas são as possibilidades. *Os projetos regenerativos envolvem tanto arte como ciência* (Lyle, 1994,p.270).

5.3.4 Estética da arquitetura sustentável: a ênfase na dimensão formal/estética

As formas dos edifícios devem sempre fazer conexões entre as pessoas e o meio ambiente (Lyle, 1994, p.44).

Os edifícios representam uma forma de comunicação (Snyder; Catanese, 1984, p.237). O edifício é um signo e a arquitetura pode ser considerada como linguagem, que comunica a quem a observa, uma variedade de significados e impressões: função, idéias, intenções, ideologia, princípios. Esses significados, consciente ou inconscientemente, podem ser incorporados pelo projetista em um projeto de edificação para comunicar interesses particulares ou determinadas idéias ou ideologias presentes da sociedade, de um cliente ou usuários do edifício. Esses significados, portanto, podem revelar o “espírito de uma época” (Stroeter, 1986, p.95, 101), com a valorização de aspectos da sustentabilidade.

Segundo Norberg-Schulz (1979, p. 39), os conceitos só possuem significado dentro de uma linguagem logicamente coerente e um signo só adquire significado dentro de um sistema. O significado é sempre uma relação. O estudo da construção lógica de um sistema de símbolos sem ter em conta a relação com a realidade, um estudo meramente formal, chama-se sintaxe. Um estudo que onde se considera a relação entre os signos e a realidade chama-se *semântica*²⁸.

A sustentabilidade traz uma nova mensagem e se baseia em intenções que determinam uma nova ordem arquitetônica e uma “nova época”, com a exigência de novas tipologias para os edifícios, com uma estética diferenciada que se estabelece dentro de um novo paradigma, que reconcilia o habitat humano e a natureza (Edwards, 2004, p.89) e que incorpora preocupações de caráter social, temporal, ambiental, cultural e éticas.

As formas arquitetônicas, o espaço arquitetônico e a estética dos edifícios são meio de expressão que podem transmitir essa nova mensagem e intenções. A forma arquitetônica nasce no ato de projetar e o significado da forma é revelado *a posteriori* (Colin, 2000, p.52). No entanto, o projetista pode se de utilizar a função semântica da arquitetura e traduzir, através da forma arquitetônica e do seu conteúdo, “significados”, “mensagens”, ou conjunto de idéias relacionados com a sustentabilidade.

²⁸ A palavra semântica denota a relação entre o signo e o que designa (significado) (Norberg- Schulz, 1979, p. 109).

Com relação ao *aspecto formal da arquitetura sustentável*, além de Day (1990) e Edwards (2004), autores como Van der Ryn; Cowan, (1996, p.39), Kellert (1999, p. 42); Wilson et al (1998, p. 26), Lyle (1994, p.44), Pearson (1994, 2001) fazem considerações a respeito e indicam que um projeto sustentável deve buscar:

- uma estética baseada na natureza;
- uma estética ecológica;
- uma estética orgânica;
- uma estética pedagógica
- uma estética cultural;
- uma estética para todos os tempos.

uma estética baseada na natureza

Uma estética que dê preferência à *diversidade da natureza* deve privilegiar e buscar a harmonia, o equilíbrio e a graça presente nas estruturas naturais (Wilson et al, 1998, p.42). O mundo natural oferece, de acordo com Day (1990, p.26), exemplos de padrões: formas, estrutura, ritmos renováveis, lugares sociáveis e agradáveis, atmosferas relaxantes, harmonia, tranqüilidade que podem inspirar e gerar ambientes capazes de nutrir, apoiar, equilibrar o espírito humano. A natureza e os organismos vivos, tanto em suas formas internas como externas, oferecem ao projeto várias fontes de inspiração, idéias e conceitos (Pearson, 2001, p.10). *Uma estética baseada nas formas e na geometria da natureza é um importante princípio para o projeto sustentável* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.39).

O projeto sustentável pode se valer, portanto, de *analogias*²⁹ com padrões, elementos e estruturas da natureza como referenciais para a estética dos edifícios. Segundo Roaf (2006, p.31) a analogia é uma ferramenta da imaginação freqüentemente utilizada quando se começa um projeto e um dos mais poderosos meios de criação arquitetônica de que dispomos (Colin, 2002, p.70). Analogia é a relação de semelhança entre dois objetos.

Os autores estudados propõem analogias com padrões presentes na natureza como:

²⁹ Analogias identificam relações possíveis e literais entre as coisas. Uma coisa é identificada como tendo características desejadas e assim se torna um modelo para determinado projeto (Norberg-Schulz, 1979, p.223).

- *escala e proporção da natureza (proporção áurea)*: essa proporção impressiona por ser particularmente harmoniosa e agradável. É encontrada no corpo humano, em comprimentos de ondas da música e matemática, em padrões de crescimento orgânico e foram igualmente usadas pelos gregos na arquitetura e na arte. (Day, 1990, p.74);

- *a repetição e o ritmo constantes na natureza*: a repetição e o ritmo são bases do movimento, Se não há mudança ou alteração de objetos ou espaços o ritmo fica entediante. Deve-se buscar um ritmo ativo, presente na natureza: crescimento, declínio, subtração, enriquecimento, inversão, adição (Day, 1990, p.90);

- *formas presentes na natureza*, a geometria não linear e modelos computacionais, como espirais e fractais são produtos de leis internas e ação de forças externas, como o sol, vento e água. É possível observar essas formas naturais em estruturas vivas: árvores, ossos, conchas, asas, teias, pétalas, escamas e estruturas microscópicas (Pearson 2001, p. 48- 69).

- *formas para guiar fluxos* (Lyle,1994, p.44; Pearson , 2001, p.15): trata-se de adequar a melhor forma e localização para que se induzam e se potencializem os diferentes fluxos. Trata-se de respeitar esses fluxos e promover o melhor aproveitamento com uma forma adequada;

uma estética ecológica

A compreensão dos princípios de organização, comuns a todos os sistemas vivos podem orientar uma *estética ecológica* para os edifícios. Segundo Capra (2002, p.238), princípios de organização que podem ser chamados de princípios básicos da ecologia como: redes, ciclos, alianças, diversidade, interdependência, equilíbrio dinâmico, integração e ecossistema, podem ser utilizados como diretrizes para a construção de edifícios e comunidades humanas sustentáveis. Esses princípios, segundo o autor tem relação direta com a nossa saúde e bem estar. Em virtude das necessidades essenciais de respirar, comer e beber, estamos sempre inseridos nos processos cíclicos da natureza.

As preocupações ecológicas são cada vez mais o centro dos projetos de edifícios. A ciência atual desvela progressivamente a estrutura da natureza que fornece aos projetistas uma fonte inesgotável de novas idéias (Pearson, 2001, p.10).

São exemplos de teorias baseadas em estéticas ecológicas: a *arquitetura biomórfica* e a *arquitetura orgânica*. A *arquitetura biomórfica* surgiu nos anos 60 e propõe

uma estética associada ao crescimento e a mudança dos organismos. A *arquitetura biomórfica* tem a capacidade de crescer e alterar-se através da expansão, multiplicação, divisão, regeneração ou totalização. Ela pode ser transformada para atender a alteração do meio ambiente ou as exigências internas (Snyder, Catanese, 1984, p.45);

uma estética orgânica

A arquitetura orgânica é um exemplo de uma *estética ecológica*, uma vez que tem a natureza como inspiração fundamental. Recebeu influências do pensamento de Frank Lloyd Wright, da filosofia de Fritjof Capra e das idéias científicas da teoria de Gaia, de James Lovelock (Pearson, 2001, p.8-10). As origens da arquitetura orgânica remontam ao movimento modernista de arquitetura e hoje, segundo o autor, a arquitetura orgânica é uma tradição viva, tomando direções novas, diversas e interessantes. O autor, no entanto, não considera a “nova arquitetura orgânica” como um estilo nostálgico, mas sim uma possibilidade *fascinante e inspiradora*, uma vez que *combina o respeito pela natureza com a celebração da beleza e harmonia de formas, fluxos e sistemas naturais* e, igualmente, *é visualmente poética, radical, peculiar e ambientalmente cautelosa*.

A estética orgânica considera o edifício como um organismo, um todo indivisível. Incorpora harmonia com o local, com as pessoas e com os materiais e *representa uma nova liberdade de pensamento e realização, resultado de transformações conceituais ocorridas*.

Investigar o mundo mais profundo da expressão espiritual e a forma orgânica que alia a beleza da natureza com as necessidades práticas da economia, da eficácia, da conservação ambiental, é, segundo Pearson (2001, p. 47), o caminho para realizar uma arquitetura nova, que expressa a união da inspiração orgânica com o verdadeiro desenho sustentável.

Pode-se dizer que arquitetura vernacular primitiva era orgânica e se baseava em estruturas e formas naturais e materiais disponíveis no local. Disso deriva as principais características da forma orgânica:

- é uma forma que se desenvolve de dentro para fora, em harmonia com os princípios da natureza (Snyder, Catanese, 1984, p.45);

- a construção ocorre de acordo com a natureza do material. As propriedades dos materiais ditam a forma ótima e ideal, assim como o tipo de estrutura. O uso de materiais tradicionais como a palha, a terra e a madeira são constantes nas construções orgânicas. A arquitetura orgânica permite, sobretudo, que os materiais *se expressem* (Snyder; Catanese, 1984, p.45; Pearson, 2001);

- tem como fonte de inspiração as formas e movimentos presentes na natureza (Pearson, 2001, p.14);

-a forma do edifício seguindo os fluxos de energia criados por ele: as forças estruturais, o vento, a água e o calor, as energias terrestres, campos magnéticos e elétricos, assim como a energia do corpo, da mente e do espírito humano. Os fluxos das forças da natureza se traduzem em geral em formas arquitetônicas curvilíneas, cíclicas e orgânicas. Estudos de movimento de fluidos, por exemplo, mostram que eles buscam formas curvilíneas em seu movimento (Pearson, 2001, p.14).

- reflete tempo, lugar e propósito(Snyder; Catanese, 1984, p.45);

- deve transmitir a impressão de que deriva do lugar onde está localizado e de que pertence a ele (Pearson, 2001, p.18)

uma estética pedagógica

A educação desempenha um importante papel para a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável. Ela pode se apresentar de diferentes maneiras e etapas de um projeto (Wilson et al, 1998, p.367). Uma delas é através das formas dos edifícios. As formas devem refletir pensamentos, idéias, imaginação, sentido de lugar, preocupações ecológicas. A forma pode manifestar escolhas, processos inteligentes ecologicamente (Orr, 1999, p.115). *A forma, também, pode manifestar os diferentes processos* (Lyle, 1994, p.44). É possível utilizar formas que tornem visíveis os diferentes fluxos. A idéia é não ocultar e não reforçar a alienação com relação às escolhas tecnológicas. O uso de tecnologias regenerativas (limpas, alternativas) pode propiciar isso. Em geral, as tecnologias alternativas requerem atributos específicos de forma e localização e estes atributos são quase sempre altamente visíveis e igualmente essas tecnologias estão mais integrados com a vida diária o que as tornam mais visíveis. Assim, *a forma pode comunicar informações úteis e aumentar o entendimento do homem sobre o mundo*, reforçando o caráter educativo do projeto sustentável.

O processo de projeto e construção é, também uma oportunidade (Orr, 1994, p.114-115):

- para os usuários e comunidade deliberarem sobre idéias, ideais e desejos que se traduzirão em uma forma para a edificação;
- de aprender algo sobre o relacionamento entre ecologia e economia;
- de fornecer aos ocupantes uma visão sobre sustentabilidade e a maneira específica como funciona em uma edificação;
- uma oportunidade de envolvimento e participação dos ocupantes na administração e utilização da edificação;
- no caso específico de edifícios acadêmicos, uma oportunidade de comunicar aos estudantes as bases do projeto sustentável no que diz respeito ao reuso de água, aquicultura, jardinagem, ventilação e orientação e insolação dos edifícios. Pode se tornar uma experiência acadêmica além dos limites das disciplinas e da cisão entre teoria e prática.

uma estética baseada na tradição

A tradição em arquitetura oferece exemplos que apresentam perfeita adaptação ao local clima, materiais, modos de vida. Esse repertório de formas, técnicas construtivas, materiais é uma idéia que permanece viva de geração em geração e pode ser utilizada como importante referencial para a arquitetura sustentável.

A incorporação de princípios referentes à tradição na arquitetura sustentável, em um projeto para uma nova edificação, não é a única possibilidade apontada pelos autores. Estes se referem à reabilitação, renovação e reuso de edifícios como uma possibilidade de ter maiores benefícios ambientais, econômicos, sociais e culturais. Para Wilson et al (1998, p.71):

“A renovação de antigos edifícios preserva o senso da história e geralmente resulta em um menor impacto ambiental que a construção de novos edifícios. Porque muitos dos elementos estruturais, fundações e materiais de acabamento são mantidos na renovação, e assim menos energia é utilizada do que em uma nova construção.”

uma estética para todos os tempos

Uma construção supõe um grande gasto em recursos e investimento que as futuras gerações deveriam poder reutilizar e adaptar a novos usos. Isto significa, segundo Edwards (2004, p.68), que um edifício deveria ser durável em sua forma e construção e gozar de valorização social e cultural, o que realçaria suas possibilidades de utilização e o caráter sustentável do empreendimento.

É importante, portanto, considerar a possibilidade de reciclagem, reutilização e restauração dos edifícios, o que exige conhecimento, sensibilidade e criatividade, para conservar estruturas existentes, preservando parte da herança construída das cidades, adaptando-os em geral a novos usos. Renovar um edifício existente, segundo Wilson et al (1998, p. 73), pode ser uma excelente maneira de *demonstrar responsabilidade ecológica e sensibilidade comunitária a clientes e a toda comunidade*. Também, preserva o senso histórico e resulta em menor impacto ambiental que a construção de novos edifícios. A reciclagem e o reuso de edifícios traz benefícios econômicos, culturais, estéticos, ambientais e sociais (Wilson et al, 1998, p.71).

De acordo com Cole (1999, p. 11) os principais benefícios ambientais da renovação e reuso dos edifícios são:

- conservação de recursos, uma vez que a construção já foi realizada, necessitando de materiais unicamente para a reabilitação da edificação;
- redução de impactos ao meio ambiente;
- conservação de energia, uma vez que os edifícios existentes representam um investimento passado em energia, na manufatura, processo e transporte;
- redução no volume de perdas e desperdícios;
- possibilidade de recuperação e valorização de edifícios e áreas degradadas nas cidades;
- valorização da herança cultural.

O autor também salienta os benefícios econômicos da reutilização de edifícios, uma vez que há a redução de custos de demolição, do custo do terreno, do tempo de construção, permitindo até a renovação em etapas o que facilita a utilização simultânea do prédio. Aliado a isso, a localização destes edifícios, em geral no centro da cidade, facilita o

acesso, utiliza a infra-estrutura existente e pode ser uma alternativa ao uso do automóvel ou do transporte coletivo (Wilson et al, 1998, p.160).

Cabe ao projetista também perceber que as decisões tomadas na etapa de projeto de uma nova edificação eliminam ou potencializam usos alternativos posteriores. Assim, focalizando princípios da sustentabilidade, é importante projetar espaços hoje, cujas características inerentes ofereçam possibilidade de reutilização. Nesse processo é necessário considerar a relação forma-função para permitir que possíveis usos de um edifício influenciem em sua forma inicial. Uma estética sustentável deve prever soluções funcionais e flexíveis, que garantam a validade e permanência dos edifícios, em vez de objetos dedicados a uma única e inflexível função (Edwards, 2004, p.69).

De acordo com Edwards (2004, p.68-69), as seguintes qualidades aumentam as possibilidades de reutilização:

- aproveitamento da luz e ventilação naturais;
- acesso a infra-estruturas (transporte público, serviços, etc);
- ausência de materiais tóxicos;
- uso de materiais naturais;
- acesso à fonte de energias renováveis;
- flexibilidade dos espaços.

Eleger materiais reciclados ou com possibilidade de reciclagem também é uma alternativa sustentável que pode ser incluída na estética dos edifícios. A prática de reciclar, baseada na recuperação da fração útil do material, e a reutilização dos materiais em novas formas e maneiras elimina custos de extração e produção dos materiais além de ser uma solução para disposição final de materiais de construção. Segundo Lyle (1994, p.124), um edifício sustentável que verdadeiramente utiliza tecnologias regenerativas, deve utilizar a longa vida dos materiais e reutilizar os materiais em edifícios após de edifícios ao longo do tempo.

Ao longo de suas explicações os autores apresentam princípios de organização formal que podem ser incorporados a um projeto sustentável. Cabe retomar alguns desses

princípios a fim de clarear seu significado. São princípios formais a serem incorporados em um projeto sustentável:

- *unidade* (Wilson et al, 1998, p.42): coordenação das partes e equilíbrio do conjunto. Para que haja unidade é necessária a harmonia entre as partes que compõe o conjunto (Corona; Lemos, 1972, p.462). Segundo Tedeschi (1978, p.218-221), pode-se conseguir unidade através do: uso de formas geométricas simples; repetição de elementos; ritmo (repetição alternada de elementos diferentes); da simetria (repetição de partes iguais que se desenvolvem em direções opostas a partir de um eixo, linha ou ponto);do uso de traçados reguladores (sistemas de ordenação plástica baseado no uso de um elemento ou módulo que se repete em distintos modos e combinações para compor a forma total).

- *diversidade, variedade, multiplicidade* (Wilson et al, 1998, p.42; Tedeschi, 1978, p.222): estado ou qualidade de possuir variadas ou diferentes formas, tipos ou características (Ching, 1999, p. 74). Consegue-se a multiplicidade através da (Tedeschi, 1978, p.222-225):

a) justaposição (elementos iguais, mas em número e disposição tais que não se consiga perceber a repetição, simetria, ritmo ou traçados reguladores);

b) penetração ou encaixe (as partes parecem continuar uma no interior da outra, por esse caráter de continuidade é um tratamento dinâmico);

c) articulação (elementos isolados ou diferentes que se vinculam uns com os outros; é a forma própria das estruturas vivas, de árvores ou membros de corpos de animais e por isso a preferem os arquitetos orgânicos).

- *harmonia* (Wilson et al, 1998, p.42): arranjo ordenado, aprazível ou congruente de elementos ou partes de um todo(Ching, 1999, p. 74)

- *o equilíbrio* (Wilson et al, 1998, p.42): igualdade de valor ou de massa que se deve conseguir com as partes componentes de uma composição arquitetônica (Corona; Lemos, 1972, p.189).

- *escala* (relação dimensional entre o edifício e um padrão) e *proporção* (relação de escala que se estabelece entre o edifício e uma parte do mesmo) *da natureza* (Day, 1990, p.74): deve-se buscar a proporção áurea, cujo padrão está presente em elementos da natureza e uma relação de escala do homem ou a *escala humana*, que relaciona os edifícios com o homem, que o observa e penetra (Tedeschi, 1978, p.235).

- *expressividade (da forma e dos materiais)* (Pearson, 2001): enunciação de significados e idéias pelas formas e combinações de elementos dos edifícios. Segundo Day (1990, p.72) as formas dos ambientes *afetam os relacionamentos e proporcionam diferentes motivações ao homem*. A eleição de formas curvas e expressivas, por exemplo, segundo Pearson (2001, p.64) agrada à mente, ao corpo e ao espírito humano, promovendo o equilíbrio e saúde física e mental. Essas formas também promovem uma estética que *inspira e instrui* e fornecendo referenciais de tranqüilidade, segurança e satisfação. Nutre a curiosidade e o interesse e encoraja ao mistério e a descoberta, com o enriquecimento das capacidades de exploração, criatividade e descoberta (Wilson et al, 1998, p.42). Formas circulares tendem a congrega e proporcionar um sentido de igualdade e são adequadas para assentamentos de comunidades, para espaços de meditação e discussão. Formas retangulares tendem a separar as pessoas, dificultando a conversação. Formas axiais orientam, formas sinuosas conduzem (Day, 1990, p.75). O trabalho com a textura, cores e escala também influenciam nas sensações provocadas nos espaços e podem considerados elementos importantes para a psicologia dos ambientes (Okamoto, 2002, 155-166).

- *flexibilização e adaptabilidade* (Wilson et al, 2006, p.3- 4): condição de ser flexível, isto é, de ser passível de arranjos variados sob o ponto de vista da composição, ordenação e utilização dos elementos. A flexibilidade relaciona-se a possibilidade de adição de novos compartimentos ou divisão e unificação de compartimentos existentes permitindo a utilização dos espaços para diferentes fins ao longo do tempo. A possibilidade de acrescer áreas às projetadas inicialmente de maneira planejada também evita desperdícios de área construída e demolições, representando um ganho em termos de racionalização, funcionalidade, qualidade espacial e durabilidade dos edifícios (Corona; Lemos, 1971, p. 221).

Segundo Edwards (2004, p.91) as *regras* que devemos seguir para *otimizar e flexibilizar* a nova geração de edifícios são:

- evitar a exclusividade funcional
- maximizar o acesso;
- optar pela simplicidade funcional no projeto;
- perseguir a máxima durabilidade;
- maximizar o acesso das energias renováveis;

- prever a possibilidade de substituir partes

- *simplificação da geometria do edifício* (Wilson et al, 2006, p.3- 4): a simplificação permite a racionalização de espaços, materiais e estrutura do edifício. O uso de formas geométricas simples também favorece a unidade (Tedeschi, 1978, p.219).

5.3.5. Projetar ambientes saudáveis, que proporcionem satisfação aos usuários: ênfase na dimensão espacial

Espaço indica o caráter formal do volume atmosférico físico, limitado por elementos construídos ou por elementos naturais e por onde pode entrar e se mover o observador. Esse é o espaço arquitetônico e os espaços externos a ele. O espaço arquitetônico é dotado de características visando à adaptação às necessidades físicas e psicológicas dos usuários (Colin, 2000, p. 57).

A dimensão espacial da arquitetura segundo Yeang (1999, p.203), deve buscar a integração com padrões locais da paisagem, da cultura e fatores dos ecossistemas e da natureza. Deve ser uma resposta às características climáticas e às características do ecossistema local e estar em consonância com o *espírito do lugar*. Para considerar o *espírito do lugar* é importante desenvolver um processo de projeto que leve em consideração e que “ouça” o que o lugar, o momento e a comunidade espera e quer para o projeto, e que seja contínuo, indo desde a concepção até o período de utilização. Para exaltar o *espírito do lugar* as escolhas não devem ser meramente técnicas, mas artísticas também (Day, 1990, p. 10).

Para Day (1990), Pearson (1994, p.14), Edwards (2004, p.79) e Roaf (2006, p.141), o projeto sustentável além de *ser inspirado na natureza deve ser saudável e diverso, reduzindo o stress e que correspondendo plenamente às necessidades dos usuários*. Para os autores, é importante que o projeto englobe a saúde para o corpo, a paz de espírito, a harmonia com o meio ambiente, tranqüilidade e alegria, nutrindo o bem-estar do homem.

Nesse sentido, Okamoto (2002, p.15) complementa que a arquitetura vai além do abrigo das necessidades e consiste em um meio de favorecer e desenvolver o equilíbrio, a harmonia e a evolução espiritual do homem, atendendo suas aspirações, acalentando sonhos e instigando emoções de se sentir vivo, desenvolvendo um sentido afetivo em relação ao local.

O significado disso e sua interpretação são necessários à atuação do projetista e são *espaços perceptivos* e vivenciais, matéria-prima da arquitetura.

Para criar ou projetar espaços assim e mais importante, criar atmosferas apropriadas é necessário centrar atenção não somente em *quantidade*, mas em *qualidade*. Para trabalhar com o *qualitativo* no vocabulário da arquitetura é importante exercitar os sentidos em todas as esferas (Day, 1990, p.49-50). É importante utilizar o conhecimento, a criatividade e os sentidos perceptivos, os sistemas visual, auditivo, tátil, cinestésico³⁰(Okamoto, 2002, p.112). É importante considerar o “olhar” (lugares que sejam bonitos); o olfato (que tenha odores agradáveis); o tato (com texturas agradáveis ao tato); a audição (Day,1990, p.49). É importante, também, considerar que a qualidade é local. A qualidade em um projeto não é duas vezes a mesma porque ele se molda a um local particular, que é único (Day, 1990, p.26)

A compreensão dos diferentes espaços se baseia na nossa *percepção* desse espaço (Snyder; Catanese, 1984, p.154). O homem tem a sensação do ambiente pelos estímulos que esse meio proporciona e diante dos vários estímulos, seleciona os aspectos de interesse ou que chamaram a sua atenção. Ocorre aí, a *percepção* (imagem) e a *consciência* (pensamento, sentimento), que possibilita a “leitura” do espaço simbólico (Okamoto, 2002, p.27, 149).

Todos esses aspectos fazem parte do conteúdo psicológico da arquitetura, o qual o projetista pode se valer para transmitir um amplo espectro de emoções: bem estar, alegria, sociabilidade, privacidade, espiritualidade, etc. É importante, então, utilizar psicologia da arquitetura, que estuda as exigências e características dos locais que proporcionam ao homem e o efeito que as decisões de projeto vão ter para a ambiência dos diferentes espaços. O encontro da psicologia com a arquitetura pode instrumentar o projetista quanto às necessidades subjetivas dos usuários e quanto à natureza da percepção humana dos espaços e formas (Colin, 2002, p.105). A soma entre o conhecimento psicológico e o arquitetônico pode alimentar a produção de um ambiente mais humanizado e ecologicamente coerente (Elali, 2006, p.353).

Já durante o processo de ocupação e utilização dos edifícios, a psicologia ambiental é o espaço de estudo e de avaliação do ambiente construído, onde a soma entre o

³⁰ Espaço mínimo em torno dos objetos que permite realizar as atividades necessárias de maneira descontraída, fluente e confortável (Okamoto, 2002, p.161)

conhecimento psicológico e o arquitetônico pode alimentar a produção de ambientes mais humanizados e ecologicamente coerentes (Elali, 2006, p.352).

Uma teoria que relaciona psicologia e arquitetura, analisando a forma dos ambientes e as sensações provocadas e percebidas é o Feng Shui³¹. Essa teoria associa as formas a elementos da natureza, os quais geram interferências no ambiente.

Em síntese, o espaço orientado para a sustentabilidade se revela como um *espaço múltiplo*. Um *espaço funcional*, na medida em que traduz uma composição espacial do ambiente, dada pelos elementos tridimensionais, equipamentos e objetos e condições e cultura humanas. Um *espaço simbólico*, na medida em que pode transmitir significados e mensagens não verbais aos usuários, podendo fornecer diferentes referenciais e sensações³² (Day, 1990; Pearson, 1994; Roaf, 2006). É também, um *espaço educativo*, na medida em que pode refletir pensamentos, idéias, imaginação, sentido de lugar, preocupações ecológicas, manifestar escolhas e processos inteligentes ecologicamente (Orr, 1999, p.115) e um *espaço lúdico*, na medida em que instigue a curiosidade, desperte o interesse e encoraje ao mistério e a descoberta, com o enriquecimento das capacidades de exploração, criatividade e descoberta (Wilson et al, 1998, p.42).

Um espaço sustentável deve buscar algumas características específicas. Segundo Lyle (1994, p. 37) é importante *agregar e não isolar*, ou seja, buscar a *otimização dos espaços* para economizar energia, materiais e custos (Wilson, 2006, p.3). Isso significa utilizar o espaço de maneira eficiente, buscando a *flexibilização, a simplificação da geometria do edifício e maximização da longevidade*, projetando para adaptabilidade e durabilidade (Wilson et al, 2006, p.3- 4). É importante considerar igualmente as características intrínsecas do espaço, que, segundo Tedeschi (1978, p.249), são a *continuidade*³³ e *articulação*³⁴. Essas características asseguram a coordenação dos vários espaços (internos e externos) em um conjunto unitário.

³¹ Ver Capítulo 6 - Lições de sustentabilidade na arquitetura e na construção: a busca de princípios orientadores para o projeto sustentável. p. 153.

³² A forma de um edifício, segundo Tedeschi (1978, p.204), pode ser vista como expressão simbólica de valores, em particular, valores sociais e culturais.

³³ Espaços contíguos e tratados com unidade (Tedeschi, 1978, p.249)

³⁴ Um espaço se articula quando se diversifica sem perder sua continuidade natural (Tedeschi, 1978, p.253).

Analisando as informações anteriores é possível perceber que as idéias apresentadas pelos autores são complementares e não divergentes. Esses autores, na exposição de suas teorias, revelam as interfaces entre sustentabilidade e ambiente construído. Entre sustentabilidade e arquitetura e construção. O conceito de desenvolvimento sustentável aplicado ao projeto de arquitetura, a construção e a operação de edifícios pode ressaltar tanto aspectos econômicos, como sociais, culturais, políticos, espaciais, técnicos, estéticos e outros, mas o projeto sustentável deve contemplar *todas* as dimensões da sustentabilidade. O Quadro 2, apresenta uma síntese relativa às idéias dos diferentes autores, já apresentadas, relativamente às dimensões das sustentabilidade.

O projeto sustentável, portanto, se insere em uma concepção de conhecimento interdisciplinar e em uma perspectiva *ecológica, holística e abrangente de projeto*. Esta perspectiva prevê uma aproximação com a natureza, tornando-a uma referência e uma parceira. Insere o projeto no contexto amplo das relações naturais e considera o homem e a arquitetura como parte dos ecossistemas naturais. A natureza é o modelo e o contexto. Prevê a utilização de tecnologias alternativas e recursos naturais, mas considera importante a combinação com as tecnologias tradicionais e usuais. Acredita na contribuição da *bagagem cultural*. Utiliza o conhecimento tradicional. Vê o projeto como um processo participativo, com possibilidade de múltiplos caminhos e que exige criatividade para relacionar todas as múltiplas variáveis envolvidas e valoriza a contribuição de todos os envolvidos. Está inserido e deve ser único para cada local. Integra múltiplas escalas. Revela, através da sua estética, as escolhas realizadas e a sua integração com os processos naturais, tendo um caráter lúdico, simbólico e um sentido educativo. Revela, também, a cultura, as tradições locais e deve ser expressivo, ter uma forma agradável a mente, ao corpo e ao espírito humano. É, antes de tudo, *um processo e um projeto responsável*, que não exclui, mas inclui, integra e não compromete o futuro do homem e da Terra e do homem na Terra. Um projeto nesta perspectiva:

“dá início a uma era baseada não só no que podemos extrair da natureza, mas do que podemos aprender com ela”.

Fritjof Capra

5 PROJETO SUSTENTÁVEL EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO

A sustentabilidade é vista, cada vez mais, como um dos principais argumentos de projeto arquitetônico no século XXI (Edwards, 2004, p. 89). O debate sobre sustentabilidade na arquitetura e na construção remete a decisões tomadas no presente e que afetam o futuro, principalmente no que se refere à qualidade ambiental, espacial e social para as futuras gerações (Yeang, 1995, p.3). A realização de uma construção causa impacto ambiental e o debate sobre a sustentabilidade na arquitetura e na construção vem trazer uma maior consciência sobre qual é esse impacto e uma reflexão sobre o preço para as futuras gerações, em termos de qualidade de vida, das ações predatórias que realizamos hoje em dia. O debate sobre a sustentabilidade na arquitetura e na construção se centra *nas possibilidades e alternativas para amenizar estes impactos ao meio ambiente e nas alternativas para criar efeitos positivos no meio ambiente* (Colin, 2004, p.111; Yeang, 1999, p.).

Por ser um processo abrangente e holístico, *o projeto sustentável em arquitetura e construção* deve incluir, desde as fases iniciais, uma série de fatores ou *dimensões*, princípios e características específicas. *Projetar de maneira sustentável*, portanto, é projetar levando em conta a conservação de recursos naturais e a biodiversidade da Terra, mas, também, significa criar espaços agradáveis, saudáveis, viáveis economicamente, comprometidos culturalmente, historicamente e sensíveis às necessidades sociais (Edwards, 2004, p.1).

Neste capítulo, que inaugura a terceira fase da Tese, procuramos centrar a atenção e focalizar o objeto de estudo: *o projeto sustentável de arquitetura*, investigando as suas principais características e os principais aspectos que o envolvem, segundo a ótica de estudiosos sobre o tema.

O que significa um projeto sustentável de uma edificação? Que dimensões um projeto nesta lógica abrange? Quais as principais teorias que vem sendo desenvolvidas relacionadas ao projeto sustentável de arquitetura e construção? Este capítulo procura desvendar essas questões, se associando aos dois próximos capítulos, que revelam lições de sustentabilidade na história da arquitetura e da construção e estudo de casos na contemporaneidade.

5.1 ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Uma definição básica para *arquitetura sustentável* pode ser a extensão da própria definição de sustentabilidade, ou seja, *a arquitetura que serve às necessidades presentes sem comprometer a habilidade das futuras gerações de suprir as suas próprias* (Steele, 1997, p.234).

Uma *construção sustentável*, por sua vez, significa que *os princípios de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável são aplicados no ciclo da construção*, da extração e beneficiamento dos materiais, passando pelo projeto, execução e utilização de edifícios e sua infra-estrutura, até a sua desconstrução e manejo dos entulhos de construção. É um processo abrangente, cuja intenção é restaurar e manter a harmonia entre o meio natural e o meio construído, enquanto estabelece e afirma a dignidade do homem e incentiva a equidade econômica e social (Bordeau, 2002, p. 6).

Como o conceito de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável, o de *arquitetura ou construção sustentável* adquire um sentido provocativo, amplo e complexo. Provocativo na medida em que questiona padrões estabelecidos e práticas vigentes, incitando à criatividade na busca de soluções para minimizar os impactos causados pelas construções. Amplo, porque a busca dessas soluções envolvem questões de diferentes campos do conhecimento como planejamento territorial, urbanismo, paisagismo, engenharia e o próprio desenho do edifício. A integração e o trabalho conjunto de diferentes disciplinas pode ser considerado uma *vertente holística no processo de criação arquitetônica* (Franco, 1997, p. 102), o que dá origem à expressão *arquitetura total*, uma outra designação para arquitetura sustentável. Segundo Edwards (2004, p.1), o conceito de sustentabilidade na arquitetura e construção é complexo justamente porque envolve múltiplas variáveis: aspectos econômicos, políticos, sociais, culturais, espaciais, técnicos, ambientais.

Muitas vezes a arquitetura sustentável é tida unicamente como aquela que possui consciência energética. Mas a arquitetura sustentável vai muito além disso e busca a criação de espaços saudáveis, viáveis economicamente e sensíveis às necessidades sociais, culturais e ambientais (Edwards, 2004, p.1). Busca um tipo de construção socioambientalmente mais adequada. A arquitetura e a construção sustentável é, nesse sentido, uma forma de promover a busca pela igualdade social, pela valorização dos aspectos culturais, por uma maior eficiência econômica e menor impacto ambiental nas soluções adotadas nas fases de projeto, construção,

utilização, reutilização e reciclagem da edificação, visando a distribuição equitativa da matéria-prima e garantindo a competitividade do homem e das cidades (Mülfarth, 2006).

Os princípios e características da arquitetura e da construção sustentável estão presentes em diversas linhas de pensamento e teorias relacionadas com construções de baixo impacto ou construções ajustadas a um padrão de vida sustentável. Esses princípios estão relacionados a várias *dimensões* que se inter-relacionam e estão em constante construção, a exemplo do próprio conceito de sustentabilidade (Pearce, 2006).

As discussões e debates de autores como Sachs (1993, 2000), Raumolin (2006), Zancheti (2004), Pearce (2006) distinguem seis dimensões básicas para sustentabilidade: *econômica, social (ou ética), ecológica (ou ambiental), espacial, cultural e política* (Sachs, 2000, p.87). Raumolin (2006, p.6), além das dimensões anteriores, refere-se também à dimensão *demográfica* e Pearce (2006, p.3) acrescenta a dimensão *tecnológica*. Os estudos e análises realizados durante a Tese, no sentido de avançar sobre essa questão, apontam para a presença de mais duas dimensões, especialmente vinculadas à arquitetura e construção: a dimensão *estética* e a dimensão *sensorial (perceptiva)*, que se soma à dimensão espacial.

Em arquitetura e construção, a maior ou menor ênfase em uma dessas dimensões determina diferentes denominações para *arquitetura ou construção sustentável*, que é também chamada de *arquitetura ou construção de baixo impacto ambiental, arquitetura verde, arquitetura ecológica, arquitetura biológica, arquitetura regenerativa, arquitetura total, arquitetura holística ou bioconstrução*. Justifica-se aí, também, os vários sinônimos que são utilizados para designar o *projeto sustentável*: *projeto ambiental, projeto ecológico, projeto verde, projeto de baixo impacto ambiental, projeto regenerativo*, etc., presentes na bibliografia sobre o assunto.

Nosso intuito neste capítulo é realizar uma análise comparativa das idéias de diferentes autores sobre arquitetura e construção sustentável ou de baixo impacto ambiental, segundo as dimensões da sustentabilidade. Desvendar aproximações e buscar pontos em comum nas idéias e teorias apresentadas, no sentido de estabelecer um panorama geral sobre os princípios e principais características desta arquitetura.

5.2 PROJETO SUSTENTÁVEL

A palavra projeto deriva do latim “*projectu*” que significa *lançar*, relacionando-se com o verbo latino “*projectare*” que se poderá traduzir por *lançar para diante*. A partir desta raiz latina, a palavra projeto pode ter vários sentidos: plano para a realização de um ato; desígnio, intenção; redação provisória de uma medida qualquer; esboço (Ferreira, 1999). Trata-se de uma “antecipação”, que se traduz na adoção de atitudes e procedimentos específicos, capazes de sustentar a execução de um determinado empreendimento. Em qualquer circunstância, podemos referir que “projeto” encerra um conceito ligado à previsão de algo a que queremos dar forma (Oliveira, 1992, p. 54).

Projetar em arquitetura e construção, significa idealizar o edifício a ser construído. Consiste em antecipar uma solução que resultará na concretização de uma edificação. É um ato criativo de síntese, resultado de um processo de mentalização, no qual se conjugam previamente muitas variáveis e condicionantes para a obtenção do resultado final: o *projeto* (Neves, 1989, p. 11).

Projeto, em arquitetura e construção, é o produto do ato de projetar. É, acima de tudo, um ato deliberado, um empreendimento propositado (Ching, 1998, p.9). O processo projetual consiste em uma série de operações que terão como resultado um modelo do qual “se copiará” um edifício. Através do projeto de arquitetura se antecipa uma solução para determinada situação que acontecerá no real (Martínez, 1990, p.9).

A elaboração de qualquer projeto pressupõe um processo que tem como referências um ponto de partida (situação que se pretende modificar), um ponto de chegada (uma idéia do que se pretende modificar) e a previsão do processo de “construção” (o “como” fazer). Não há, no entanto, um só processo projetual, uma só maneira de realizar um projeto. Muitas são as possibilidades e os caminhos que se pode optar. Segundo Oliveira (1992, p.56) eleger um projeto, entre tantos outros, e um caminho para sua realização, exige o reconhecimento tanto de suas potencialidades como de suas limitações. A liberdade do projetista possibilita a aceitação ou a negação e a recusa de determinados valores. O projeto, revela, assim, a finalidade de intervir ou transformar uma situação, em uma determinada direção, a fim de que se concretizem algumas *intenções*. E, como toda intenção, revela, de certa forma, o caráter e os valores de quem cria ou põe em prática.

Os *projetos sustentáveis* surgem com uma *intenção diferenciada* e como uma “nova modalidade de projeto”, orientada para intervenções humanas dentro da capacidade de suporte dos ecossistemas. Trata-se de uma *nova ordem arquitetônica, que reconcilia o habitat humano, a natureza, a cultura e as necessidades sociais* (Edwards, 2004, p.89).

Essa nova ordem arquitetônica se insere no momento de transição paradigmática, e reconhece a importância de todo um contexto onde muitas variáveis estão inseridas e se relacionam, tanto em âmbito local como global, considerando uma visão holística e abrangente em todo o processo projetual. De acordo com Pesci et al (2002, p.121):

“Em um projeto sustentável a maneira de abordar a realidade é sistêmica e relacional e a maneira de abordar as questões é cíclica, holística e diversificada e supõe uma atitude crítica e um posicionamento contestador frente à realidade”.

É um projeto baseado em uma “nova ética”, na qual o interesse comum deve prevalecer sobre o particular, objetivando resultados não só imediatos, mas também a médio e longo prazos, que contemplem as gerações futuras, por meio de ações integradas. Assim, a conservação, reutilização e reciclagem de bens e produtos deve prevalecer sobre a dejeção e a predação e o uso de matérias-primas e o consumo de energias renováveis deve prevalecer sobre as esgotáveis, respeitando os ciclos naturais de renovação (Colin, 2004, p.103).

O projeto sustentável tem por intuito buscar (McDonough, 1992):

- o direito da humanidade e natureza de co-existir em condição de harmonia, diversidade, apoio;
- a interdependência, onde os elementos do projeto humano interajam com o mundo natural e levem em consideração as grandes e diversas implicações em todas as escalas, reconhecendo cada efeito, por mais distante que seja;
- o respeito ao relacionamento entre espírito e matéria, considerando todos os aspectos dos assentamentos humanos incluindo comunidade, habitações, indústria e comércio em termos de existência e envolvendo conexões entre consciência espiritual e material;
- a responsabilidade pelas conseqüências das decisões de projeto com relação ao bem estar do homem, viabilidade de sistemas naturais e o direito de co-existir;

- a criação de objetos seguros e que tenham valor a longo prazo e que não onere as futuras gerações com a manutenção ou vigilância do potencial nocivo da falta de cuidado com a criação de produtos, processos ou critérios;

- a eliminação do conceito de desperdício. Avaliação e otimização do o ciclo de vida total dos produtos e processos, aproximando-os dos sistemas naturais, onde não há desperdício.

- a confiança e utilização dos fluxos de energia natural. Todo o projeto, quando possível, deve incorporar a energia solar de maneira eficiente e segura, utilizando-a de maneira responsável.

- a busca constante de aperfeiçoamento para compartilhar conhecimento. Buscar a comunicação direta e aberta com colegas, patrocinadores, usuários a fim de conectar consideração sobre sustentabilidade à responsabilidade ética e re-estabelecer um relacionamento integral entre processos naturais e atividades humanas.

Um projeto voltado para essa lógica pressupõe uma mudança de posicionamento frente à realidade, exigindo do projetista uma postura crítica e contestadora, ao mesmo tempo em que exige criatividade, conhecimento – técnico e artístico - e sensibilidade. A nova postura projetual inclui abordar complexidade de forma sistêmica ou relacional e focar as questões de maneira interdisciplinar, cíclica, holística e diversificada. Inclui conciliar a arte e a técnica na solução das diferentes questões que envolvem o projeto (Lyle, 1994). Isso requer o desenvolvimento de *novas atitudes e destrezas*, como (Pesci et al, 2002, p.121-129; Lyle, 1994):

- a utilização da percepção como método de reconhecimento;

- a busca de soluções qualitativas, mais que quantitativas;

- a identificação de padrões ou unidades genéticas de comportamento do ambiente, para reconhecer o tipo de ambiente e seu estado, dando assim um caminho contínuo a suas propostas;

- desenvolvimento de um processo projetual participativo;

- desenvolvimento de uma prática crítica e reflexiva;

- a integração múltiplos saberes (novos e antigos saberes, saberes técnicos, ambientais, éticos, estéticos, culturais).

Segundo McDonough; Braungart (2002, p.181) a transformação da arquitetura atual para uma *arquitetura sustentável* não acontecerá de imediato e vai requerer um processo, de tentativa e erro - e tempo, esforço, recursos, vontade e criatividade - estendido a várias direções, para que esta se concretize de forma mais plena.

5.2.1 Dimensões do projeto sustentável

O ato de projetar, segundo Tedeschi (1978, p. 18), exige do projetista, sobretudo, capacidade de coordenação e síntese entre um grande número de elementos. Na base da atividade projetual está à realidade da vida humana, com todas as suas manifestações individuais e sociais, com seus valores práticos e espirituais. Somam-se a esses elementos, outros, de caráter muito diferente: os que relacionam o edifício com o meio físico, que compreende as características do sítio, clima, paisagem; os que se referem às formas e dimensões dos ambientes em relação ao uso correspondente; os que expressam o aspecto dinâmico do edifício em suas circulações e acessos. Elementos de caráter técnico, construtivo e de funcionamento e elementos de caráter econômico também se manifestam tanto no momento da construção como no seu uso. Também, é importante considerar fatores de ordem espiritual - que se manifestam na qualidade artística do edifício – e de caráter perceptivo – que interessam ao edifício considerando o ponto de vista da psicologia dos usuários. A tarefa do projetista é conhecer estes elementos e ordená-los de acordo com a influência que podem ter em um projeto e de acordo com a relação que existem entre eles.

A sustentabilidade é uma relação entre diversos fatores, possuindo várias dimensões²⁴ que vem sendo foco de estudos e debates nas mais diferentes áreas do conhecimento. Para projetar segundo a lógica da sustentabilidade é imprescindível que se conheça e considere as múltiplas variáveis envolvidas, dentro dos diferentes critérios de sustentabilidade (Sachs, 2000, p.85) ou *dimensões da sustentabilidade* (Sachs, 1993; Raumolin, 2005; Zancheti, 2004; Pearce, 2006): *econômica, social (ou ética), ecológica (ou ambiental), espacial, cultural e política, tecnológica* e acrescentamos a estética.

²⁴ Ver Capítulo 2 - Transformações na sociedade e nos conceitos, item 2.1.5 Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável. Nas páginas 47 e 48 abordamos de maneira geral as dimensões da sustentabilidade.

5.2.1.1 Dimensão social

A dimensão social da sustentabilidade, segundo Sachs (2000, p.85), se potencializa na busca para criar um desenvolvimento positivo do homem e prover as pessoas de oportunidades de educação, atualização, saúde, moradia, trabalho, sustento e aceitável qualidade de vida. A questão central é a *equidade* na distribuição de renda, na utilização e distribuição de recursos e na redução das distâncias entre as camadas sociais (Raumolin, 2005, p.6). A dimensão social da sustentabilidade se orienta em uma visão de sociedade participativa e atuante, dentro da perspectiva do desenvolvimento sustentável (Sachs, 2000, p.85).

Dentro desse aspecto, a dimensão social em um projeto sustentável de arquitetura e construção, pode ser viabilizada em atividades que permitam a participação social, educação e atualização, desenvolvimento do senso comunitário e espírito de grupo, desenvolvimento da sensibilidade cultural, oportunidades de privacidade e interação social e demais iniciativas que contribuam para melhoria das condições de vida, habitabilidade, cidadania, educação, trabalho e interação social. As habitações para serem sustentáveis em seu aspecto social *devem adicionar valor à qualidade de vida do indivíduo e das comunidades* (Sattler, [S.D.]b).

Neste sentido é importante considerar que *todos os envolvidos no projeto são projetistas e “ouvir todas as vozes”* no processo de projeto. Nenhuma pessoa é simplesmente participante ou autor. Todos são participantes-projetistas. É imprescindível utilizar o conhecimento especial que cada pessoa traz. Trata-se, portanto, de cultivar um projeto e construir um processo de projeto inteligente, com a participação de todos em todas as etapas de um processo projetual (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55).

A busca de uma melhor qualidade de vida é também uma busca por um planejamento habitacional que tenha como referencial o homem, suas necessidades de infraestrutura, lazer, saúde e qualidade espacial e ambiental. Assim, a forma de ocupação do espaço aliado à satisfação dos usuários com relação a qualidade do ambiente interno e externo e a realização de ambientes saudáveis e diversos, harmônicos com a natureza e que propiciem condições adequadas de habitabilidade e inserção adequada aos serviços urbanos tendo um custo acessível à população são aspectos que devem estar inseridos na dimensão social de um projeto sustentável.

5.2.1.2 Dimensão econômica

A dimensão econômica se relaciona, de modo qualitativo e quantitativo, com o processo de produção, distribuição e consumo do produto social. Tratando, também, dos modos e processos de como o produto é gerado e incorpora a análise da ciência e da tecnologia e sua relação com a natureza (Zancheti, 2004, p.5). Diz respeito, portanto, às opções realizadas com relação a custos, considerando não só aspectos financeiros, mas demais ganhos: sociais, culturais, tecnológicos e ambientais, a curto, médio e longo prazo. O foco é obter a prosperidade para todos, com o menor custo e conseguir isso dentro de uma perspectiva ecológica e cultural e sem infringir os direitos básicos do homem (Sachs, 1993, p 25).

A sustentabilidade econômica aparece como uma necessidade, mas em hipótese alguma, segundo Sachs (1993, p 25), é condição prévia para que as demais dimensões se estabeleçam. Igualmente, não é a única dimensão válida, apesar de ser aquela considerada principal em alguns projetos. Como manter a sustentabilidade econômica de determinado empreendimento é apenas um dos aspectos a ser contemplado em um projeto sustentável.

Em um projeto sustentável de arquitetura e construção, a dimensão econômica engloba os custos econômicos e ambientais da construção, a possibilidade de aquisição e acesso da população, e todas as implicações sociais, culturais, ambientais relacionadas com a construção que poderão vir a ocorrer com o decorrer do tempo. Sempre se deve considerar o antes e o depois da construção (Yeang, 1995, p.39). Economias feitas na fase de projeção e construção podem aumentar significativamente o custo de operação e manutenção. Assim, o custo real em termos sustentáveis deve ser considerado em uma perspectiva do ciclo de vida da edificação (International Federation of Consulting Engineers, 2006, p. 10). O projetista deve inventariar o total de ações e atividades em cada estágio do ciclo de vida do edifício projetado (Yeang, 1995, p.109).

5.2.1.3 Dimensão política

O aspecto político da sustentabilidade diz respeito a processos de relacionamento humano e grupal, especialmente dos processos de decisão sobre economia e uso dos recursos individuais e coletivos de uma sociedade. Ela analisa como são estabelecidas as relações de poder e de hierarquia social, bem como as formas de organização da representação de

interesses, visões de mundo e utopias de indivíduos e grupos de uma sociedade (Zancheti, 2004, p. 5).

A dimensão política da sustentabilidade enfatiza a importância da democracia, cidadania e tomadas de decisões conscientes baseadas na ética ambiental e cultural e nos direitos humanos (Raumolin, 2005, p.28). Busca a criação de mecanismos que incrementem a participação da sociedade nas tomadas de decisões, reconhecendo e respeitando os direitos de todos, superando as práticas e políticas de exclusão e permitindo o desenvolvimento da cidadania ativa (Silva; Shimbo, 2006, p. 3810).

A dimensão política pode ser considerada como sendo um eixo norteador enquanto processo decisório de ações mais sustentáveis, pela capacidade de construção de acordo com os interesses coletivos, pois se encontra internamente articulada em princípios de diferentes dimensões que predispõe a própria sustentabilidade (Silva; Shimbo, 2006, p. 3813).

Em um processo de planejamento arquitetônico, a dimensão política se congrega às atividades sociais, que devem, igualmente, orientar-se pela preocupação de oferecer à população um canal aberto para discussão política e técnica como meio para o exercício da cidadania plena, permitindo a crítica e possibilidade de mobilização e reivindicação de melhorias junto ao poder público de melhorias relativas à condição de vida privada, e melhorias dos espaços públicos e para o bem estar coletivo.

5.2.1.4 Dimensão ambiental ou ecológica

A dimensão ambiental ou ecológica da sustentabilidade trata da forma como os indivíduos e grupos sociais vêem e agem sobre a natureza (Zancheti, 2004, p.5). Pode ser obtida através da racionalização do aporte de recursos, redução do volume de resíduos e da poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e práticas de reciclagem; pesquisas em tecnologias ambientalmente mais adequadas e implementação de políticas de proteção ambiental. Os aspectos ambientais da sustentabilidade requerem que se encontre um equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e seus recursos e o uso destes recursos de forma que permitam a continuidade da capacidade de suporte da terra com uma aceitável qualidade de vida para a humanidade. Para promover a sustentabilidade ecológica ou ambiental é necessário (Sachs, 2000, p.86):

- a preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis;
- limitação do uso dos recursos não renováveis;
- redução do volume de resíduos e de poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e recursos;
- intensificação das pesquisas em tecnologia limpa;
- definição de regras para uma adequada proteção ambiental.

Em um projeto de arquitetura, a dimensão ambiental pode ser revelada pela maneira como o espaço construído está inserido e se relaciona com o meio ambiente e igualmente como o projeto se vale das potencialidades ambientais e locais. Alguns aspectos a considerar dentro do aspecto ambiental da sustentabilidade são a relação do projeto com o local onde será implantado; a forma do uso de energia, o uso de materiais e recursos; a relação do projeto com a natureza, a utilização dos recursos naturais, a escolha e utilização dos materiais de construção e a escolha de sistemas e tecnologias.

5.2.1.5 Dimensão cultural

A dimensão cultural da sustentabilidade se referencia na continuidade cultural e pluralidade das culturas para soluções específicas, própria para cada situação e local. Está profundamente ligada à dimensão ambiental e às questões de espaço (lugar, país, nação, cidade) e do tempo (história, memória, passado, presente e futuro), dos símbolos (língua, leis, imagens, religiões, arte) e representações simbólicas (festas, códigos de ética, ritos). Essa dimensão representa a forma como o ser humano vê e se relaciona com o mundo natural e social (Zancheti, 2004, p.5). Diz respeito à tradução do conceito normativo de ecodesenvolvimento em soluções específicas que respeitem as características intrínsecas de cada ecossistema e propiciem a continuidade cultural. Assim é importante, de acordo com Sachs (2000, p.85), para que a sustentabilidade cultural se efetive:

- o equilíbrio entre respeito à tradição e inovação
- e a capacidade de autonomia para elaboração de um projeto integrado e endógeno (em oposição a modelos preestabelecidos).

Em um projeto de um edifício é importante buscar soluções consistentes em relação ao contexto cultural (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.25), que promovam a

continuidade cultural e a pluralidade das culturas, valorizando as culturas locais. Assim, as soluções devem ser específicas, própria para cada situação e local.

5.2.1.6 Dimensão tecnológica

A dimensão tecnológica da sustentabilidade, apontada por Pearce (2006, p.3), é, segundo o autor, muito significativa e importante, uma vez que interage diretamente com e no meio ambiente. Em uma construção são utilizadas técnicas e tecnologias desde a etapa de extração dos recursos naturais, até a utilização e adaptação aos diferentes espaços da construção e tudo isso fica definido na etapa projetual. Uma tecnologia voltada para sustentabilidade implica em soluções práticas que permitam alcançar um bom desempenho técnico aliado a um desenvolvimento econômico, humano e social em harmonia com a natureza e com uso de recursos naturais. As tecnologias devem auxiliar, contribuir, apoiar a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável e não se contrapor a eles.

5.2.1.7 Dimensão espacial

A dimensão espacial da sustentabilidade é tida como uma configuração (rural-urbana) mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial de assentamentos humanos. Enfatiza a diminuição da concentração excessiva das cidades, a proteção de ecossistemas frágeis, a criação de reservas para proteção da biodiversidade e a prática da agricultura regenerativa e agroreflorestamento em escalas menores (Sachs, 2000, p.86).

A arquitetura se ocupa da produção dos diferentes espaços. Os espaços arquitetônicos são dotados características visando adequá-los às necessidades físicas e psicológicas dos usuários (Colin, 2000, p. 57).

Algumas estratégias, relativas à dimensão espacial são, segundo Yeang (1995, p.203):

- buscar a integração com padrões locais da paisagem, cultura e fatores dos ecossistemas;
- estar em consonância com o *espírito do lugar* (Day, 1990);
- ser uma resposta às características climáticas;
- ser uma resposta às características do ecossistema local;

- ser uma resposta às necessidades físicas e psicológicas do homem.

Na experiência espacial atuam muitos fatores, tanto *de caráter qualitativo*, como *quantitativo* (Tedeschi, 1978, p.243). O arranjo e a organização dos elementos das formas e espaços e de seus elementos componentes determinam a maneira como a arquitetura pode *promover iniciativas, trazer respostas e comunicar significados* (Ching, 1998, p.9). A dimensão espacial envolve vários aspectos de caráter funcional, simbólico, lúdico, educativo, de saúde e bem-estar entre outros.

A dimensão espacial da sustentabilidade, portanto, trata das configurações, características e percepções relativas ao espaço, que valorizem e revelem aspectos da sustentabilidade.

5.2.1.8 Dimensão formal/estética

A sustentabilidade na arquitetura adquire uma dimensão estética ou formal, na medida em que busca reconciliar o habitat humano com as demais dimensões da sustentabilidade. Busca conciliar todas estas variáveis em uma nova ordem arquitetônica que, de acordo com Edwards (2004, p.89), está surgindo com novas tipologias e novas tecnologias para equipá-las.

A forma arquitetônica nasce de um conjunto de idéias que o projetista possui a respeito da arquitetura em si e de suas relações com o meio, com a história, com a cultura, com a técnica, com o programa de necessidades, etc. Esse conjunto de idéias alinha-se em determinadas categorias que devem ser conhecidas para um melhor entendimento do objeto arquitetônico (Colin, 2000, p.52).

Como meio de expressão, as formas dos edifícios deverão comunicar e valorizar aspectos da sustentabilidade, constituindo-se em um meio de educar, conscientizar e revelar mensagens, conceitos e idéias sustentáveis.

A dimensão espacial da sustentabilidade, portanto, diz respeito às escolhas dos projetistas com relação a elementos de composição formal e suas relações (Norberg-Schulz, 1979, p.86): princípios compositivos, elementos de composição formal, cor e textura, relação e disposição de cheios e vazios que definirão a estética ou a forma arquitetônica do edifício.

5.3 TEORIAS SOBRE O PROJETO SUSTENTÁVEL

De acordo com Guareschi (2003, p.17), *teorias* são um conjunto de leis que procuram explicar a realidade, os fatos concretos e singulares do dia a dia. Quando existem algumas generalizações sobre determinada realidade há uma teoria. No caso específico dos projetos sustentáveis, autores como Day (1990), Pearson (2001, 1994), Lyle (1994), Todd; Todd (1994), Yeang (1995, 1999), Van der Ryn; Cowan (1996), Wilson et al (1998, 2006), Kellert (1999), Edwards (2004), Roaf (2006) entre outros, têm feito considerações e apresentado idéias que avançam no sentido da compreensão - das intenções, objetivos, princípios, dimensões e características - e da construção de teorias sobre o *projeto sustentável*.

Vários são os estudos a respeito, com diferentes abordagens e nuances nas dimensões contempladas pelo projeto voltado para sustentabilidade e de baixo impacto ambiental. Essas nuances não significam a exclusão ou desvalorização das outras dimensões, mas um olhar do autor, um recorte ou uma maneira de perceber e abordar a complexa realidade do projeto sustentável.

Nossa intenção é realizar uma “leitura” - na bibliografia relativa ao tema -, tendo como “fio condutor” as dimensões do projeto sustentável.

5.3.1 Projeto ecológico: ênfase na dimensão ambiental

Segundo Day (1990, p.10), a arquitetura é uma ferramenta que causa danos no meio ambiente e cada aspecto do projeto de uma construção deve reconhecer que as soluções tomadas afetam o homem, o entorno, o espírito do lugar e o mundo como um todo. As escolhas feitas em um projeto de arquitetura têm implicações humanas, sociais, biológicas e ecológicas. Segundo o autor, a arquitetura deve ter responsabilidade em:

- minimizar a poluição e os danos ecológicos;
- minimizar efeitos biológicos adversos para os ocupantes;
- ser sensível e agir harmoniosamente no ambiente;
- respeitar as individualidades dos ocupantes;
- buscar uma estética própria;
- estar em consonância com o “espírito do lugar”.

O *projeto ecológico* é o projeto sustentável com ênfase na dimensão ambiental e sua intenção é a integração dos sistemas e tecnologias do edifício e a integração do edifício com o entorno, com a paisagem natural. É uma busca de efetiva adaptação e integração de uma construção com os processos naturais (Yeang, 1995, p.18).

Para Van der Ryn; Cowan (1996) o *projeto ecológico* consiste em um processo que envolve *interconexões com a natureza* e, por ter características holísticas, afeta todos os aspectos da atividade humana que têm impacto sobre o meio ambiente natural. Deve-se levar em consideração todas essas implicações antes mesmo da construção do edifício, antecipando-as na fase de projeto. Como consequência disso, o projeto ecológico inclui, além da arquitetura, a participação de outros campos de conhecimento como a engenharia, produção de energia, utilização eficiente, reciclagem, reutilização, sociologia, ecologia.

O objetivo do *projeto ecológico* é a realização de projetos para estabelecimentos humanos que incorporem princípios inerentes ao mundo natural e que adaptem a sabedoria e estratégias desse mundo aos problemas humanos (Todd; Todd, 1994, p.1). É uma forma de integrar os propósitos humanos com uma *forma de projetar que minimize os impactos da destruição do meio ambiente por estar integrado a processos vivos fluxos, ciclos e padrões da natureza* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.23-24).

O projeto em uma perspectiva ecológica exige do projetista novas capacidades e percepções. Yeang (1999, p.34-40) apresenta as seguintes premissas, que podem guiar os projetistas, na racionalização da abordagem ecológica de um projeto:

Conceito ecológico de meio ambiente: esse conceito considera que qualquer sistema construído deve ser percebido dentro de uma *visão global*, na unidade do ecossistema onde está inserido e no contexto de outros ecossistemas na terra;

Conservação de energia, uso racional dos materiais e recursos: deve ser considerado em todo o processo de projeto: o meio ambiente como uma fonte inesgotável de recursos é uma visão equivocada. Em uma abordagem ecológica de projeto é necessário considerar as limitações do meio ambiente e racionalizar o uso de energia, materiais e recursos;

Uma abordagem contextual dos ecossistemas: não se deve pensar no local do projeto como uma área isolada e definida exclusivamente pelos limites legais. As consequências ecológicas de um projeto vão além desses limites e envolvem outros Tradição, Inovação e Sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção

ecossistemas na biosfera. A escala destes impactos deve ser definida em diferentes escalas: impactos locais, regionais, continentais e impactos na biosfera;

O local do projeto deve ser individualmente analisado: a análise do local deve propiciar que valores individuais do sítio sejam percebidos, seja para preservação, conservação ou utilização. Um projeto deve ser específico para cada terreno, não devendo ser repetido mesmo que estes terrenos pareçam similares;

Conceito de ciclo de vida inserido no projeto: deve-se, nas fases iniciais do projeto diagnosticar as principais ações e atividades associadas ao seu projeto, antecipando o ciclo de vida dos mesmos. Assim, acessar os possíveis impactos e antecipá-los no projeto;

Construção envolve deslocamento espacial dos ecossistemas e adição de novas energias e materiais no local de projeto: não importa o quão bem projetado está, toda construção envolve deslocamento espacial dos ecossistemas e alterações devido a sua presença física. Assim, sua composição, implantação, organização espacial, uso da terra, estrutura física e sistemas mecânicos devem ser considerados em relação aos componentes do ecossistema, padrões espaciais e funcionamento;

Abordagem holística ou de sistema total: um projeto tem múltiplos efeitos no ecossistema e por isso uma abordagem simplista é insatisfatória. O projeto deve ser visto no contexto do ecossistema com um todo e não somente em relação aos seus componentes. Requer, portanto, uma aproximação holística;

Considerar a questão da disposição de resíduos: os ecossistemas geralmente têm a habilidade de assimilar certas intervenções humanas. Entretanto, há um limite. Um projeto ecológico deve considerar que a garantia de que algo não se torne permanentemente perdido ou debilitado como resultado da atividade humana é que, em um futuro próximo fatores sejam considerados ou ações preventivas sejam tomadas;

Estratégia de projeto compreensiva e antecipatória: o objetivo do projeto ecológico não deve ser como manter a biosfera e os ecossistemas longe da influência ou dos danos causados pelo homem, mas como relacionar atividades humanas com os ecossistemas da maneira menos destrutiva. Pode ser possível até buscar impactos ecológicos benéficos. O projeto crítico deve buscar como, quando e onde essas mudanças são possíveis e de que forma os projetos podem ser introduzidos.

Os autores Van der Ryn; Cowan (1996, p. 53-56) e Todd; Todd (1994, p.19-92), Day (1990), dentro da proposta do *projeto ecológico*, estabelecem princípios para orientar um projeto nessa lógica. Esses princípios podem ser sintetizados em:

as soluções nascem do lugar

O projeto ecológico inicia com um íntimo conhecimento do local. Por isso, possui uma escala direta e pequena, correspondente às condições e população local. Ser sensível às nuances do lugar, e ao *espírito do lugar* (Day, 1990); valorizar o conhecimento tradicional e local, presente em culturas tradicionais; valorizar a sabedoria ecológica presente nas culturas tradicionais; desenvolver e cultivar uma cultura de sustentabilidade apropriada as particularidades locais; projetar levando em consideração as características locais, refletindo o clima, materiais, costumes e formas regionais (Van der Ryn; Cowan,1996, p.54) são diretrizes subjacentes a este princípio.

O ambiente forma os homens e as diferentes culturas no que diz respeito à sensibilidade, valores e maneira de vida (Van der Ryn; Cowan,1996, p.11). Segundo Day (1990, p.12) muitas construções são impostas, porque são inapropriadas e insensíveis. Ao redor do mundo edifícios são projetados em uma cultura e implantados em outra. Esses edifícios certamente têm climatização artificial, dependência total do automóvel e problemas com relação a sua adaptabilidade e aceitação pela sociedade. O autor considera danoso transpor idéias de uma cultura para outra e de uma paisagem para outra. Os edifícios, segundo ele, não podem e não devem ser impostos. *Eles devem inevitavelmente pertencer ao seu lugar* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.19).

projetar com a natureza

Manter uma parceria com a natureza, beneficia tanto as pessoas como os ecossistemas (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55). Trabalhando com processos vivos, respeita-se as necessidades das espécies, enquanto se conhece as próprias necessidades humanas. Segundo Lyle (1994), engajados em processos que regeneram e não depredam, o home se torna mais vivo. Alia-se à esse princípio as idéias de que o projeto: *deve ter o mundo vivo como matriz* (Todd; Todd,1994, p.19); *deve seguir, não se opôr às leis da vida* (Todd; Todd,1994, p.22); *deve se basear em fontes renováveis de energia* e, dessa forma, ser sustentável pela integração dos sistemas vivos (Todd; Todd,1994, p.64).

todos são projetistas

Deve-se considerar todas as “vozes” no processo de projeto. Nenhuma pessoa é simplesmente participante ou autor. Todos são participantes-projetistas. É imprescindível utilizar o conhecimento especial que cada pessoa traz. Trata-se, portanto, de cultivar um projeto inteligente, com a participação de todos em todas as etapas de um processo projetual (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55).

tornar natureza visível

Tornar ciclos e processos naturais visíveis em um projeto, é trazer a vida para o mesmo. Isto informa o objetivo e as consequências de nossos atos. Isto possibilita a educação sobre as questões ecológicas. Isso possibilita um projeto e construção que *ajude na “cura” do planeta* (Todd; Todd, 1994, p.75).

documentos com informações ecológicas informam o projeto

A investigação de impactos ambientais de projetos existentes ou propostos e a utilização desta informação é importante para determinar possibilidades de projeto. Um cuidadoso registro ecológico propicia uma correta proporção dos impactos ambientais causados por projetos, possibilitando que estes impactos informem o processo de projeto (Van der Ryn; Cowan, 1996, p. 55).

5.3.2 Green development: integração da dimensão ambiental, social e cultural

Pesquisadores do Rocky Mountain Institute²⁵ consideram uma abordagem mais ampla das questões que envolvem o projeto sustentável e apresentam o *green development*²⁶. *Green development* integra objetivos ambientais ou ecológicos com sociais, culturais e com considerações financeiras em projetos de várias escalas e tipos. Reforçar *integração e conexões*, entre pessoas e lugares, entre pessoas e natureza e entre edifícios e natureza é uma característica fundamental do *green development*. Assim, o mais importante é a possibilidade de integração e de realização de soluções múltiplas, proporcionando múltiplos benefícios na

²⁵ O Rocky Mountain Institute é um efetivo proponente do desenvolvimento das práticas sustentáveis e suas pesquisas baseiam-se em recomendações visando o *green development*. Ver WILSON, A. et al. **Green Development: integrating ecology and real estate**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

²⁶ Conceito de desenvolvimento responsável ambientalmente.

redução dos impactos dos projetos no meio ambiente. Os pesquisadores consideram o *green development* não como um estilo ou uma tendência, mas como a possibilidade de combinar padrões antigos com os novos:

“*Green development* é um retorno a uma maneira climaticamente, geograficamente e culturalmente apropriada de realizar arquitetura e construção, em combinação com novas tecnologias (Wilson et al, 1998, p. 6)”.

O *green development* tem como objetivos: *a responsabilidade ambiental, a utilização eficiente de recursos, o desenvolvimento do senso comunitário e cultural* (Wilson et al, 1998, p. 7).

A *responsabilidade ambiental* diz respeito ao respeito e uso de potencialidades locais. Pode ser aplicada na implantação cuidadosa de edifícios na paisagem natural, reutilizando áreas ocupadas, restaurando terras degradadas e preservando ao máximo as características naturais do local. Na infra-estrutura, capitalizando recursos naturais disponíveis, como a água da chuva; usando técnicas de controle da erosão e projeto adequado de estradas e vias. No projeto de edifícios, a responsabilidade ambiental pode ser aplicada na utilização de recursos naturais (sol, vento, formas naturais do terreno e vegetação natural) para geração de calor, frio, ventilação e proteção de elementos (Wilson et al, 1998, p. 7).

A *utilização eficiente de recursos* como a terra, água, solo, minerais, materiais, combustíveis fósseis, eletricidade, energia solar, etc. Pode ser aplicado em muitos aspectos, incluindo uso da terra, projeto do edifício, seleção de materiais, redução de perdas, conservação de água e utilização eficiente de energia. Os autores exemplificam esse aspecto com o uso de padrões agrupados, que podem reduzir infra-estrutura, o uso de recursos e custos; com o reuso de edifícios, que reduz o uso de materiais e energia (Wilson et al, 1998, p. 8).

O *senso comunitário* envolve muitos aspectos, incluindo qualidade e quantidade de interação humana, satisfação e senso de envolvimento e vizinhança. O *senso comunitário* deve ser voluntário e não deve ser imposto. Pode ser propiciado pela participação coletiva. O *senso cultural*, por sua vez, significa ser responsável com a história local, cultura e com entorno, paisagem e edifícios pré-existentes. Pode ser traduzido no uso de práticas tradicionais e vernaculares, no uso de produtos e materiais tradicionais e locais, no respeito

aos costumes e práticas construtivas locais. O desenvolvimento, tanto do senso comunitário como cultural, envolve respeito e promoção de um “senso de lugar”, com o reconhecimento do que ele tem e o que oferece de único (Wilson et al, 1998, p. 9).

Segundo os autores, um processo de projeto dentro dessa perspectiva deve englobar:

1º) uma *nova visão de projeto*, que deve ser desenvolvida e redefinida;

2º) *planejamento*, envolvendo quatro princípios básicos:

- pensamento global dos sistemas: interconexões entre os sistemas são efetivamente consideradas e soluções são buscadas englobando múltiplas questões ao mesmo tempo. É a busca por soluções múltiplas (Wilson et al, 1998, p.37);

- antecipação de decisões de projeto: é mais fácil e mais barato para maximizar os benefícios de um projeto sustentável, considerar aspectos como a eficiência dos recursos e impactos ambientais nos estágios iniciais do projeto. Em um primeiro momento o custo poderá aumentar e será necessário que um cronograma seja seguido, no entanto, estes custos são recuperados evitando-se a realização de novos projetos, paradas, litígios, etc. (Wilson et al, 1998, p.43);

- considerações fim-uso/ mínimo-custo: trata-se de manter o foco do projeto voltado para o que os usuários realmente desejam e necessitam. É a chave de um projeto sustentável porque identifica como alcançar grandes benefícios com o menor custo financeiro, social e ambiental. Deve abranger algumas categorias como: energia, água, operação e manutenção, adaptabilidade e flexibilidade, projeto para às necessidades humanas (Wilson et al, 1998, p.47);

- trabalho de equipe: em um processo de projeto dentro de uma nova visão é necessário que um trabalho em equipe seja desenvolvido desde o princípio. O trabalho em equipe propicia uma ampla troca de idéias e integra várias soluções. A equipe deve ser interdisciplinar, onde a presença dos usuários é indispensável. Atividades como *charretes*²⁷ podem ser valiosas no processo inicial dos projetos (Wilson et al, 1998, p.37).

3º) *definição do projeto*, em um processo participativo, que preserve e restabeleça padrões da paisagem, que reforce a infra-estrutura natural, que conserve recursos, que tenha

²⁷ Refere-se a um trabalho intensivo de técnicos, profissionais e futuros usuários e podem durar algumas horas ou alguns dias visando à discussão das questões que envolvem o projeto.

restauração como um hábito, que avalie as situações em um contexto amplo, cujo modelo de soluções seja baseado em processos naturais, que promova a biodiversidade, que regenere terras danificadas, que integre preservação histórica e gerência ecológica, que promova uma estética ecológica. A implantação e uso do solo deverá valorizar o Patrimônio Arquitetônico através da reutilização e renovação de edifícios antigos.

4º) *construção*: estágio onde todas as visões, planejamento e projeto serão concretizadas fisicamente. É necessário que se tenha uma equipe experiente em projetos ecológicos; haja comunicação entre projetistas e construtores; haja cooperação e não competição; seja propiciado treinamento a equipe nas questões técnicas – inovadoras e tradicionais; haja supervisão dos trabalhos; sejam feitos contratos e memoriais especificando serviços, materiais, técnicas, principalmente as estratégias sustentáveis; sejam considerados os aspectos de pós-ocupação. As atividades desenvolvidas na etapa da construção podem determinar o sucesso do projeto. Portanto, é necessária muita atenção nos detalhes da construção, qualidade do ar e instalação e regulagem do equipamento mecânico.

5º) *marketing*. O mais notável aspecto de um edifício não significa nada se os potenciais compradores e usuários não entenderem os benefícios e o desenvolvimento do projeto – seja ele convencional ou sustentável. Assim é importante que esforços e recursos sejam destinados a relações públicas, propaganda. Também, filiações a programas de preservação ambiental e de energia são importantes na medida em que podem estimular os usuários as práticas sustentáveis.

6º) *ocupação*: que deve prever, a manutenção do edifício e sua operacionalização dentro dos aspectos sustentáveis definidos no projeto; o cuidado com a paisagem, buscando manter os procedimentos sustentáveis além do edifício; o auxílio aos ocupantes na prática da reciclagem; a educação dos usuários, para compreensão da visão e o funcionamento da edificação, com a finalidade de torná-los mais aptos e mais dispostos a participar do projeto sustentável; o desenvolvimento de um espírito “comunitário”, que significa estabelecer uma estrutura onde os moradores conheçam seus vizinhos e interajam uns com os outros de uma maneira saudável, trabalhando em conjunto na proteção do espaço comunitário e ambiental.

5.3.3 Projetos Regenerativos: ênfase em sistemas regenerativos

Em consonância com as transformações conceituais Lyle (1994) desenvolve suas idéias, estabelecendo estratégias para a realização do que ele denomina *projetos regenerativos*. Utilizando terminologia específica, descreve e compara os *sistemas industriais*, inseridos na lógica do paradigma da modernidade e os *sistemas regenerativos*, inseridos na lógica do “novo paradigma”. Para ele, enquanto os *sistemas industriais* buscam altos níveis de produtividade e eficiência operacional; objetivam meios para “aumentar” a natureza; onde meios são formas para atingir os fins e onde processos de pensamento lineares e lógicos são utilizados na solução de diferentes questões, os *sistemas regenerativos* estão intimamente relacionados com processos naturais e sociais, funcionam como parte integral das comunidades que servem, envolvendo as mesmas em seus projetos e operações; têm objetivos múltiplos e complexos; e considera a criatividade como indispensável para reunião das diferentes variáveis, imprescindível na elaboração de um projeto.

O autor estabelece estratégias que devem guiar um projeto regenerativo. Essas estratégias são (Lyle, 1994, p.37- 45):

-Deixar a natureza fazer seu trabalho: utilizar processos naturais, buscando soluções alternativas ao modelo tradicional (processos industriais), utilizando recursos e soluções *locais*, adaptadas a uma situação específica.

-Considerar a natureza como modelo e contexto: com o propósito de projetos regenerativos utilizar modelos de processos biológicos que a paisagem geralmente proporciona em cada local; considerar que as partes em um projeto regenerativo se inserem e se conectam com um contexto maior.

-Agregar, não isolar: projetos regenerativos devem se preocupar em agregar as partes (reagregar) e assim levar em consideração as interações entre as partes, as próprias partes e o todo.

-Buscar ótimos níveis para múltiplas funções: com o propósito de projetos regenerativos buscar manter o valor das variáveis dentro de, aproximadamente, ótimos limites.

-Igualar tecnologia às necessidades: deve-se buscar e utilizar a tecnologia apropriada, desde o uso de simples dispositivos e de soluções que envolvam a relação com o

entorno e o meio ambiente até a combinação, quando realmente necessário, com a tecnologia dos sistemas industriais.

- *Usar informações para substituir energia:* deve-se substituir a padronização de práticas por observação cuidadosa, conhecimento adquirido e participação através do “feedback” (alto envolvimento humano). Esta informação permite que seja utilizado o que é necessário para uma determinada situação.

- *Utilizar múltiplos caminhos:* deve-se pensar, analisar e viabilizar a possibilidade de utilização de diferentes recursos em múltiplos caminhos, ou seja, diferentes possibilidades que serão eleitas de acordo com situações específicas.

- *Buscar soluções comuns para problemas diferentes:* deve-se considerar a interação entre os sistemas, buscando aliar soluções para diferentes aspectos que envolvem um projeto;

- *Gerenciar reservas é a chave da sustentabilidade:* com o propósito de projetos regenerativos deve-se gerenciar o uso das reservas naturais, equilibrando as taxas de liberação e reposição

- *Propor forma para guiar fluxo:* a forma de elementos da edificação e da própria edificação deve seguir os fluxos naturais de cargas, água, energia, etc.

- *Propor forma para manifestar o processo:* as tecnologias regenerativas devem ser visíveis e manifestar os diferentes processos e operações. As formas das tecnologias regenerativas devem comunicar informações úteis e aumentar o entendimento do homem sobre o mundo. Os processos devem se tornar parte da vida diária. As formas dos edifícios também devem sempre fazer conexões entre as pessoas, cultura e o meio ambiente

- *Priorizar sustentabilidade:* optar pelo repertório de práticas regenerativas. Isso requer pensamento criativo. Muitas são as possibilidades. *Os projetos regenerativos envolvem tanto arte como ciência* (Lyle, 1994,p.270).

5.3.4 Estética da arquitetura sustentável: a ênfase na dimensão formal/estética

As formas dos edifícios devem sempre fazer conexões entre as pessoas e o meio ambiente (Lyle, 1994, p.44).

Os edifícios representam uma forma de comunicação (Snyder; Catanese, 1984, p.237). O edifício é um signo e a arquitetura pode ser considerada como linguagem, que comunica a quem a observa, uma variedade de significados e impressões: função, idéias, intenções, ideologia, princípios. Esses significados, consciente ou inconscientemente, podem ser incorporados pelo projetista em um projeto de edificação para comunicar interesses particulares ou determinadas idéias ou ideologias presentes da sociedade, de um cliente ou usuários do edifício. Esses significados, portanto, podem revelar o “espírito de uma época” (Stroeter, 1986, p.95, 101), com a valorização de aspectos da sustentabilidade.

Segundo Norberg-Schulz (1979, p. 39), os conceitos só possuem significado dentro de uma linguagem logicamente coerente e um signo só adquire significado dentro de um sistema. O significado é sempre uma relação. O estudo da construção lógica de um sistema de símbolos sem ter em conta a relação com a realidade, um estudo meramente formal, chama-se sintaxe. Um estudo que onde se considera a relação entre os signos e a realidade chama-se *semântica*²⁸.

A sustentabilidade traz uma nova mensagem e se baseia em intenções que determinam uma nova ordem arquitetônica e uma “nova época”, com a exigência de novas tipologias para os edifícios, com uma estética diferenciada que se estabelece dentro de um novo paradigma, que reconcilia o habitat humano e a natureza (Edwards, 2004, p.89) e que incorpora preocupações de caráter social, temporal, ambiental, cultural e éticas.

As formas arquitetônicas, o espaço arquitetônico e a estética dos edifícios são meio de expressão que podem transmitir essa nova mensagem e intenções. A forma arquitetônica nasce no ato de projetar e o significado da forma é revelado *a posteriori* (Colin, 2000, p.52). No entanto, o projetista pode se de utilizar a função semântica da arquitetura e traduzir, através da forma arquitetônica e do seu conteúdo, “significados”, “mensagens”, ou conjunto de idéias relacionados com a sustentabilidade.

²⁸ A palavra semântica denota a relação entre o signo e o que designa (significado) (Norberg- Schulz, 1979, p. 109).

Com relação ao *aspecto formal da arquitetura sustentável*, além de Day (1990) e Edwards (2004), autores como Van der Ryn; Cowan, (1996, p.39), Kellert (1999, p. 42); Wilson et al (1998, p. 26), Lyle (1994, p.44), Pearson (1994, 2001) fazem considerações a respeito e indicam que um projeto sustentável deve buscar:

- uma estética baseada na natureza;
- uma estética ecológica;
- uma estética orgânica;
- uma estética pedagógica
- uma estética cultural;
- uma estética para todos os tempos.

uma estética baseada na natureza

Uma estética que dê preferência à *diversidade da natureza* deve privilegiar e buscar a harmonia, o equilíbrio e a graça presente nas estruturas naturais (Wilson et al, 1998, p.42). O mundo natural oferece, de acordo com Day (1990, p.26), exemplos de padrões: formas, estrutura, ritmos renováveis, lugares sociáveis e agradáveis, atmosferas relaxantes, harmonia, tranqüilidade que podem inspirar e gerar ambientes capazes de nutrir, apoiar, equilibrar o espírito humano. A natureza e os organismos vivos, tanto em suas formas internas como externas, oferecem ao projeto várias fontes de inspiração, idéias e conceitos (Pearson, 2001, p.10). *Uma estética baseada nas formas e na geometria da natureza é um importante princípio para o projeto sustentável* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.39).

O projeto sustentável pode se valer, portanto, de *analogias*²⁹ com padrões, elementos e estruturas da natureza como referenciais para a estética dos edifícios. Segundo Roaf (2006, p.31) a analogia é uma ferramenta da imaginação freqüentemente utilizada quando se começa um projeto e um dos mais poderosos meios de criação arquitetônica de que dispomos (Colin, 2002, p.70). Analogia é a relação de semelhança entre dois objetos.

Os autores estudados propõem analogias com padrões presentes na natureza como:

²⁹ Analogias identificam relações possíveis e literais entre as coisas. Uma coisa é identificada como tendo características desejadas e assim se torna um modelo para determinado projeto (Norberg-Schulz, 1979, p.223).

- *escala e proporção da natureza (proporção áurea)*: essa proporção impressiona por ser particularmente harmoniosa e agradável. É encontrada no corpo humano, em comprimentos de ondas da música e matemática, em padrões de crescimento orgânico e foram igualmente usadas pelos gregos na arquitetura e na arte. (Day, 1990, p.74);

- *a repetição e o ritmo constantes na natureza*: a repetição e o ritmo são bases do movimento, Se não há mudança ou alteração de objetos ou espaços o ritmo fica entediante. Deve-se buscar um ritmo ativo, presente na natureza: crescimento, declínio, subtração, enriquecimento, inversão, adição (Day, 1990, p.90);

- *formas presentes na natureza*, a geometria não linear e modelos computacionais, como espirais e fractais são produtos de leis internas e ação de forças externas, como o sol, vento e água. É possível observar essas formas naturais em estruturas vivas: árvores, ossos, conchas, asas, teias, pétalas, escamas e estruturas microscópicas (Pearson 2001, p. 48- 69).

- *formas para guiar fluxos* (Lyle,1994, p.44; Pearson , 2001, p.15): trata-se de adequar a melhor forma e localização para que se induzam e se potencializem os diferentes fluxos. Trata-se de respeitar esses fluxos e promover o melhor aproveitamento com uma forma adequada;

uma estética ecológica

A compreensão dos princípios de organização, comuns a todos os sistemas vivos podem orientar uma *estética ecológica* para os edifícios. Segundo Capra (2002, p.238), princípios de organização que podem ser chamados de princípios básicos da ecologia como: redes, ciclos, alianças, diversidade, interdependência, equilíbrio dinâmico, integração e ecossistema, podem ser utilizados como diretrizes para a construção de edifícios e comunidades humanas sustentáveis. Esses princípios, segundo o autor tem relação direta com a nossa saúde e bem estar. Em virtude das necessidades essenciais de respirar, comer e beber, estamos sempre inseridos nos processos cíclicos da natureza.

As preocupações ecológicas são cada vez mais o centro dos projetos de edifícios. A ciência atual desvela progressivamente a estrutura da natureza que fornece aos projetistas uma fonte inesgotável de novas idéias (Pearson, 2001, p.10).

São exemplos de teorias baseadas em estéticas ecológicas: a *arquitetura biomórfica* e a *arquitetura orgânica*. A *arquitetura biomórfica* surgiu nos anos 60 e propõe

uma estética associada ao crescimento e a mudança dos organismos. A *arquitetura biomórfica* tem a capacidade de crescer e alterar-se através da expansão, multiplicação, divisão, regeneração ou totalização. Ela pode ser transformada para atender a alteração do meio ambiente ou as exigências internas (Snyder, Catanese, 1984, p.45);

uma estética orgânica

A arquitetura orgânica é um exemplo de uma *estética ecológica*, uma vez que tem a natureza como inspiração fundamental. Recebeu influências do pensamento de Frank Lloyd Wright, da filosofia de Fritjof Capra e das idéias científicas da teoria de Gaia, de James Lovelock (Pearson, 2001, p.8-10). As origens da arquitetura orgânica remontam ao movimento modernista de arquitetura e hoje, segundo o autor, a arquitetura orgânica é uma tradição viva, tomando direções novas, diversas e interessantes. O autor, no entanto, não considera a “nova arquitetura orgânica” como um estilo nostálgico, mas sim uma possibilidade *fascinante e inspiradora*, uma vez que *combina o respeito pela natureza com a celebração da beleza e harmonia de formas, fluxos e sistemas naturais* e, igualmente, *é visualmente poética, radical, peculiar e ambientalmente cautelosa*.

A estética orgânica considera o edifício como um organismo, um todo indivisível. Incorpora harmonia com o local, com as pessoas e com os materiais e *representa uma nova liberdade de pensamento e realização, resultado de transformações conceituais ocorridas*.

Investigar o mundo mais profundo da expressão espiritual e a forma orgânica que alia a beleza da natureza com as necessidades práticas da economia, da eficácia, da conservação ambiental, é, segundo Pearson (2001, p. 47), o caminho para realizar uma arquitetura nova, que expressa a união da inspiração orgânica com o verdadeiro desenho sustentável.

Pode-se dizer que arquitetura vernacular primitiva era orgânica e se baseava em estruturas e formas naturais e materiais disponíveis no local. Disso deriva as principais características da forma orgânica:

- é uma forma que se desenvolve de dentro para fora, em harmonia com os princípios da natureza (Snyder, Catanese, 1984, p.45);

- a construção ocorre de acordo com a natureza do material. As propriedades dos materiais ditam a forma ótima e ideal, assim como o tipo de estrutura. O uso de materiais tradicionais como a palha, a terra e a madeira são constantes nas construções orgânicas. A arquitetura orgânica permite, sobretudo, que os materiais *se expressem* (Snyder; Catanese, 1984, p.45; Pearson, 2001);

- tem como fonte de inspiração as formas e movimentos presentes na natureza (Pearson, 2001, p.14);

-a forma do edifício seguindo os fluxos de energia criados por ele: as forças estruturais, o vento, a água e o calor, as energias terrestres, campos magnéticos e elétricos, assim como a energia do corpo, da mente e do espírito humano. Os fluxos das forças da natureza se traduzem em geral em formas arquitetônicas curvilíneas, cíclicas e orgânicas. Estudos de movimento de fluidos, por exemplo, mostram que eles buscam formas curvilíneas em seu movimento (Pearson, 2001, p.14).

- reflete tempo, lugar e propósito(Snyder; Catanese, 1984, p.45);

- deve transmitir a impressão de que deriva do lugar onde está localizado e de que pertence a ele (Pearson, 2001, p.18)

uma estética pedagógica

A educação desempenha um importante papel para a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável. Ela pode se apresentar de diferentes maneiras e etapas de um projeto (Wilson et al, 1998, p.367). Uma delas é através das formas dos edifícios. As formas devem refletir pensamentos, idéias, imaginação, sentido de lugar, preocupações ecológicas. A forma pode manifestar escolhas, processos inteligentes ecologicamente (Orr, 1999, p.115). *A forma, também, pode manifestar os diferentes processos* (Lyle, 1994, p.44). É possível utilizar formas que tornem visíveis os diferentes fluxos. A idéia é não ocultar e não reforçar a alienação com relação às escolhas tecnológicas. O uso de tecnologias regenerativas (limpas, alternativas) pode propiciar isso. Em geral, as tecnologias alternativas requerem atributos específicos de forma e localização e estes atributos são quase sempre altamente visíveis e igualmente essas tecnologias estão mais integrados com a vida diária o que as tornam mais visíveis. Assim, *a forma pode comunicar informações úteis e aumentar o entendimento do homem sobre o mundo*, reforçando o caráter educativo do projeto sustentável.

O processo de projeto e construção é, também uma oportunidade (Orr, 1994, p.114-115):

- para os usuários e comunidade deliberarem sobre idéias, ideais e desejos que se traduzirão em uma forma para a edificação;
- de aprender algo sobre o relacionamento entre ecologia e economia;
- de fornecer aos ocupantes uma visão sobre sustentabilidade e a maneira específica como funciona em uma edificação;
- uma oportunidade de envolvimento e participação dos ocupantes na administração e utilização da edificação;
- no caso específico de edifícios acadêmicos, uma oportunidade de comunicar aos estudantes as bases do projeto sustentável no que diz respeito ao reuso de água, aquicultura, jardinagem, ventilação e orientação e insolação dos edifícios. Pode se tornar uma experiência acadêmica além dos limites das disciplinas e da cisão entre teoria e prática.

uma estética baseada na tradição

A tradição em arquitetura oferece exemplos que apresentam perfeita adaptação ao local clima, materiais, modos de vida. Esse repertório de formas, técnicas construtivas, materiais é uma idéia que permanece viva de geração em geração e pode ser utilizada como importante referencial para a arquitetura sustentável.

A incorporação de princípios referentes à tradição na arquitetura sustentável, em um projeto para uma nova edificação, não é a única possibilidade apontada pelos autores. Estes se referem à reabilitação, renovação e reuso de edifícios como uma possibilidade de ter maiores benefícios ambientais, econômicos, sociais e culturais. Para Wilson et al (1998, p.71):

“A renovação de antigos edifícios preserva o senso da história e geralmente resulta em um menor impacto ambiental que a construção de novos edifícios. Porque muitos dos elementos estruturais, fundações e materiais de acabamento são mantidos na renovação, e assim menos energia é utilizada do que em uma nova construção.”

uma estética para todos os tempos

Uma construção supõe um grande gasto em recursos e investimento que as futuras gerações deveriam poder reutilizar e adaptar a novos usos. Isto significa, segundo Edwards (2004, p.68), que um edifício deveria ser durável em sua forma e construção e gozar de valorização social e cultural, o que realçaria suas possibilidades de utilização e o caráter sustentável do empreendimento.

É importante, portanto, considerar a possibilidade de reciclagem, reutilização e restauração dos edifícios, o que exige conhecimento, sensibilidade e criatividade, para conservar estruturas existentes, preservando parte da herança construída das cidades, adaptando-os em geral a novos usos. Renovar um edifício existente, segundo Wilson et al (1998, p. 73), pode ser uma excelente maneira de *demonstrar responsabilidade ecológica e sensibilidade comunitária a clientes e a toda comunidade*. Também, preserva o senso histórico e resulta em menor impacto ambiental que a construção de novos edifícios. A reciclagem e o reuso de edifícios traz benefícios econômicos, culturais, estéticos, ambientais e sociais (Wilson et al, 1998, p.71).

De acordo com Cole (1999, p. 11) os principais benefícios ambientais da renovação e reuso dos edifícios são:

- conservação de recursos, uma vez que a construção já foi realizada, necessitando de materiais unicamente para a reabilitação da edificação;
- redução de impactos ao meio ambiente;
- conservação de energia, uma vez que os edifícios existentes representam um investimento passado em energia, na manufatura, processo e transporte;
- redução no volume de perdas e desperdícios;
- possibilidade de recuperação e valorização de edifícios e áreas degradadas nas cidades;
- valorização da herança cultural.

O autor também salienta os benefícios econômicos da reutilização de edifícios, uma vez que há a redução de custos de demolição, do custo do terreno, do tempo de construção, permitindo até a renovação em etapas o que facilita a utilização simultânea do prédio. Aliado a isso, a localização destes edifícios, em geral no centro da cidade, facilita o

acesso, utiliza a infra-estrutura existente e pode ser uma alternativa ao uso do automóvel ou do transporte coletivo (Wilson et al, 1998, p.160).

Cabe ao projetista também perceber que as decisões tomadas na etapa de projeto de uma nova edificação eliminam ou potencializam usos alternativos posteriores. Assim, focalizando princípios da sustentabilidade, é importante projetar espaços hoje, cujas características inerentes ofereçam possibilidade de reutilização. Nesse processo é necessário considerar a relação forma-função para permitir que possíveis usos de um edifício influenciem em sua forma inicial. Uma estética sustentável deve prever soluções funcionais e flexíveis, que garantam a validade e permanência dos edifícios, em vez de objetos dedicados a uma única e inflexível função (Edwards, 2004, p.69).

De acordo com Edwards (2004, p.68-69), as seguintes qualidades aumentam as possibilidades de reutilização:

- aproveitamento da luz e ventilação naturais;
- acesso a infra-estruturas (transporte público, serviços, etc);
- ausência de materiais tóxicos;
- uso de materiais naturais;
- acesso à fonte de energias renováveis;
- flexibilidade dos espaços.

Eleger materiais reciclados ou com possibilidade de reciclagem também é uma alternativa sustentável que pode ser incluída na estética dos edifícios. A prática de reciclar, baseada na recuperação da fração útil do material, e a reutilização dos materiais em novas formas e maneiras elimina custos de extração e produção dos materiais além de ser uma solução para disposição final de materiais de construção. Segundo Lyle (1994, p.124), um edifício sustentável que verdadeiramente utiliza tecnologias regenerativas, deve utilizar a longa vida dos materiais e reutilizar os materiais em edifícios após de edifícios ao longo do tempo.

Ao longo de suas explicações os autores apresentam princípios de organização formal que podem ser incorporados a um projeto sustentável. Cabe retomar alguns desses

princípios a fim de clarear seu significado. São princípios formais a serem incorporados em um projeto sustentável:

- *unidade* (Wilson et al, 1998, p.42): coordenação das partes e equilíbrio do conjunto. Para que haja unidade é necessária a harmonia entre as partes que compõe o conjunto (Corona; Lemos, 1972, p.462). Segundo Tedeschi (1978, p.218-221), pode-se conseguir unidade através do: uso de formas geométricas simples; repetição de elementos; ritmo (repetição alternada de elementos diferentes); da simetria (repetição de partes iguais que se desenvolvem em direções opostas a partir de um eixo, linha ou ponto);do uso de traçados reguladores (sistemas de ordenação plástica baseado no uso de um elemento ou módulo que se repete em distintos modos e combinações para compor a forma total).

- *diversidade, variedade, multiplicidade* (Wilson et al, 1998, p.42; Tedeschi, 1978, p.222): estado ou qualidade de possuir variadas ou diferentes formas, tipos ou características (Ching, 1999, p. 74). Consegue-se a multiplicidade através da (Tedeschi, 1978, p.222-225):

a) justaposição (elementos iguais, mas em número e disposição tais que não se consiga perceber a repetição, simetria, ritmo ou traçados reguladores);

b) penetração ou encaixe (as partes parecem continuar uma no interior da outra, por esse caráter de continuidade é um tratamento dinâmico);

c) articulação (elementos isolados ou diferentes que se vinculam uns com os outros; é a forma própria das estruturas vivas, de árvores ou membros de corpos de animais e por isso a preferem os arquitetos orgânicos).

- *harmonia* (Wilson et al, 1998, p.42): arranjo ordenado, aprazível ou congruente de elementos ou partes de um todo(Ching, 1999, p. 74)

- *o equilíbrio* (Wilson et al, 1998, p.42): igualdade de valor ou de massa que se deve conseguir com as partes componentes de uma composição arquitetônica (Corona; Lemos, 1972, p.189).

- *escala* (relação dimensional entre o edifício e um padrão) e *proporção* (relação de escala que se estabelece entre o edifício e uma parte do mesmo) *da natureza* (Day, 1990, p.74): deve-se buscar a proporção áurea, cujo padrão está presente em elementos da natureza e uma relação de escala do homem ou a *escala humana*, que relaciona os edifícios com o homem, que o observa e penetra (Tedeschi, 1978, p.235).

- *expressividade (da forma e dos materiais)* (Pearson, 2001): enunciação de significados e idéias pelas formas e combinações de elementos dos edifícios. Segundo Day (1990, p.72) as formas dos ambientes *afetam os relacionamentos e proporcionam diferentes motivações ao homem*. A eleição de formas curvas e expressivas, por exemplo, segundo Pearson (2001, p.64) agrada à mente, ao corpo e ao espírito humano, promovendo o equilíbrio e saúde física e mental. Essas formas também promovem uma estética que *inspira e instrui* e fornecendo referenciais de tranqüilidade, segurança e satisfação. Nutre a curiosidade e o interesse e encoraja ao mistério e a descoberta, com o enriquecimento das capacidades de exploração, criatividade e descoberta (Wilson et al, 1998, p.42). Formas circulares tendem a congrega e proporcionar um sentido de igualdade e são adequadas para assentamentos de comunidades, para espaços de meditação e discussão. Formas retangulares tendem a separar as pessoas, dificultando a conversação. Formas axiais orientam, formas sinuosas conduzem (Day, 1990, p.75). O trabalho com a textura, cores e escala também influenciam nas sensações provocadas nos espaços e podem considerados elementos importantes para a psicologia dos ambientes (Okamoto, 2002, 155-166).

- *flexibilização e adaptabilidade* (Wilson et al, 2006, p.3- 4): condição de ser flexível, isto é, de ser passível de arranjos variados sob o ponto de vista da composição, ordenação e utilização dos elementos. A flexibilidade relaciona-se a possibilidade de adição de novos compartimentos ou divisão e unificação de compartimentos existentes permitindo a utilização dos espaços para diferentes fins ao longo do tempo. A possibilidade de acrescer áreas às projetadas inicialmente de maneira planejada também evita desperdícios de área construída e demolições, representando um ganho em termos de racionalização, funcionalidade, qualidade espacial e durabilidade dos edifícios (Corona; Lemos, 1971, p. 221).

Segundo Edwards (2004, p.91) as *regras* que devemos seguir para *otimizar e flexibilizar* a nova geração de edifícios são:

- evitar a exclusividade funcional
- maximizar o acesso;
- optar pela simplicidade funcional no projeto;
- perseguir a máxima durabilidade;
- maximizar o acesso das energias renováveis;

- prever a possibilidade de substituir partes

- *simplificação da geometria do edifício* (Wilson et al, 2006, p.3- 4): a simplificação permite a racionalização de espaços, materiais e estrutura do edifício. O uso de formas geométricas simples também favorece a unidade (Tedeschi, 1978, p.219).

5.3.5. Projetar ambientes saudáveis, que proporcionem satisfação aos usuários: ênfase na dimensão espacial

Espaço indica o caráter formal do volume atmosférico físico, limitado por elementos construídos ou por elementos naturais e por onde pode entrar e se mover o observador. Esse é o espaço arquitetônico e os espaços externos a ele. O espaço arquitetônico é dotado de características visando à adaptação às necessidades físicas e psicológicas dos usuários (Colin, 2000, p. 57).

A dimensão espacial da arquitetura segundo Yeang (1999, p.203), deve buscar a integração com padrões locais da paisagem, da cultura e fatores dos ecossistemas e da natureza. Deve ser uma resposta às características climáticas e às características do ecossistema local e estar em consonância com o *espírito do lugar*. Para considerar o *espírito do lugar* é importante desenvolver um processo de projeto que leve em consideração e que “ouça” o que o lugar, o momento e a comunidade espera e quer para o projeto, e que seja contínuo, indo desde a concepção até o período de utilização. Para exaltar o *espírito do lugar* as escolhas não devem ser meramente técnicas, mas artísticas também (Day, 1990, p. 10).

Para Day (1990), Pearson (1994, p.14), Edwards (2004, p.79) e Roaf (2006, p.141), o projeto sustentável além de *ser inspirado na natureza deve ser saudável e diverso, reduzindo o stress e que correspondendo plenamente às necessidades dos usuários*. Para os autores, é importante que o projeto englobe a saúde para o corpo, a paz de espírito, a harmonia com o meio ambiente, tranqüilidade e alegria, nutrindo o bem-estar do homem.

Nesse sentido, Okamoto (2002, p.15) complementa que a arquitetura vai além do abrigo das necessidades e consiste em um meio de favorecer e desenvolver o equilíbrio, a harmonia e a evolução espiritual do homem, atendendo suas aspirações, acalentando sonhos e instigando emoções de se sentir vivo, desenvolvendo um sentido afetivo em relação ao local.

O significado disso e sua interpretação são necessários à atuação do projetista e são *espaços perceptivos* e vivenciais, matéria-prima da arquitetura.

Para criar ou projetar espaços assim e mais importante, criar atmosferas apropriadas é necessário centrar atenção não somente em *quantidade*, mas em *qualidade*. Para trabalhar com o *qualitativo* no vocabulário da arquitetura é importante exercitar os sentidos em todas as esferas (Day, 1990, p.49-50). É importante utilizar o conhecimento, a criatividade e os sentidos perceptivos, os sistemas visual, auditivo, tátil, cinestésico³⁰(Okamoto, 2002, p.112). É importante considerar o “olhar” (lugares que sejam bonitos); o olfato (que tenha odores agradáveis); o tato (com texturas agradáveis ao tato); a audição (Day,1990, p.49). É importante, também, considerar que a qualidade é local. A qualidade em um projeto não é duas vezes a mesma porque ele se molda a um local particular, que é único (Day, 1990, p.26)

A compreensão dos diferentes espaços se baseia na nossa *percepção* desse espaço (Snyder; Catanese, 1984, p.154). O homem tem a sensação do ambiente pelos estímulos que esse meio proporciona e diante dos vários estímulos, seleciona os aspectos de interesse ou que chamaram a sua atenção. Ocorre aí, a *percepção* (imagem) e a *consciência* (pensamento, sentimento), que possibilita a “leitura” do espaço simbólico (Okamoto, 2002, p.27, 149).

Todos esses aspectos fazem parte do conteúdo psicológico da arquitetura, o qual o projetista pode se valer para transmitir um amplo espectro de emoções: bem estar, alegria, sociabilidade, privacidade, espiritualidade, etc. É importante, então, utilizar psicologia da arquitetura, que estuda as exigências e características dos locais que proporcionam ao homem e o efeito que as decisões de projeto vão ter para a ambiência dos diferentes espaços. O encontro da psicologia com a arquitetura pode instrumentar o projetista quanto às necessidades subjetivas dos usuários e quanto à natureza da percepção humana dos espaços e formas (Colin, 2002, p.105). A soma entre o conhecimento psicológico e o arquitetônico pode alimentar a produção de um ambiente mais humanizado e ecologicamente coerente (Elali, 2006, p.353).

Já durante o processo de ocupação e utilização dos edifícios, a psicologia ambiental é o espaço de estudo e de avaliação do ambiente construído, onde a soma entre o

³⁰ Espaço mínimo em torno dos objetos que permite realizar as atividades necessárias de maneira descontraída, fluente e confortável (Okamoto, 2002, p.161)

conhecimento psicológico e o arquitetônico pode alimentar a produção de ambientes mais humanizados e ecologicamente coerentes (Elali, 2006, p.352).

Uma teoria que relaciona psicologia e arquitetura, analisando a forma dos ambientes e as sensações provocadas e percebidas é o Feng Shui³¹. Essa teoria associa as formas a elementos da natureza, os quais geram interferências no ambiente.

Em síntese, o espaço orientado para a sustentabilidade se revela como um *espaço múltiplo*. Um *espaço funcional*, na medida em que traduz uma composição espacial do ambiente, dada pelos elementos tridimensionais, equipamentos e objetos e condições e cultura humanas. Um *espaço simbólico*, na medida em que pode transmitir significados e mensagens não verbais aos usuários, podendo fornecer diferentes referenciais e sensações³² (Day, 1990; Pearson, 1994; Roaf, 2006). É também, um *espaço educativo*, na medida em que pode refletir pensamentos, idéias, imaginação, sentido de lugar, preocupações ecológicas, manifestar escolhas e processos inteligentes ecologicamente (Orr, 1999, p.115) e um *espaço lúdico*, na medida em que instigue a curiosidade, desperte o interesse e encoraje ao mistério e a descoberta, com o enriquecimento das capacidades de exploração, criatividade e descoberta (Wilson et al, 1998, p.42).

Um espaço sustentável deve buscar algumas características específicas. Segundo Lyle (1994, p. 37) é importante *agregar e não isolar*, ou seja, buscar a *otimização dos espaços* para economizar energia, materiais e custos (Wilson, 2006, p.3). Isso significa utilizar o espaço de maneira eficiente, buscando a *flexibilização, a simplificação da geometria do edifício e maximização da longevidade*, projetando para adaptabilidade e durabilidade (Wilson et al, 2006, p.3- 4). É importante considerar igualmente as características intrínsecas do espaço, que, segundo Tedeschi (1978, p.249), são a *continuidade*³³ e *articulação*³⁴. Essas características asseguram a coordenação dos vários espaços (internos e externos) em um conjunto unitário.

³¹ Ver Capítulo 6 - Lições de sustentabilidade na arquitetura e na construção: a busca de princípios orientadores para o projeto sustentável. p. 153.

³² A forma de um edifício, segundo Tedeschi (1978, p.204), pode ser vista como expressão simbólica de valores, em particular, valores sociais e culturais.

³³ Espaços contíguos e tratados com unidade (Tedeschi, 1978, p.249)

³⁴ Um espaço se articula quando se diversifica sem perder sua continuidade natural (Tedeschi, 1978, p.253).

Analisando as informações anteriores é possível perceber que as idéias apresentadas pelos autores são complementares e não divergentes. Esses autores, na exposição de suas teorias, revelam as interfaces entre sustentabilidade e ambiente construído. Entre sustentabilidade e arquitetura e construção. O conceito de desenvolvimento sustentável aplicado ao projeto de arquitetura, a construção e a operação de edifícios pode ressaltar tanto aspectos econômicos, como sociais, culturais, políticos, espaciais, técnicos, estéticos e outros, mas o projeto sustentável deve contemplar *todas* as dimensões da sustentabilidade. O Quadro 2, apresenta uma síntese relativa às idéias dos diferentes autores, já apresentadas, relativamente às dimensões das sustentabilidade.

O projeto sustentável, portanto, se insere em uma concepção de conhecimento interdisciplinar e em uma perspectiva *ecológica, holística e abrangente de projeto*. Esta perspectiva prevê uma aproximação com a natureza, tornando-a uma referência e uma parceira. Insere o projeto no contexto amplo das relações naturais e considera o homem e a arquitetura como parte dos ecossistemas naturais. A natureza é o modelo e o contexto. Prevê a utilização de tecnologias alternativas e recursos naturais, mas considera importante a combinação com as tecnologias tradicionais e usuais. Acredita na contribuição da *bagagem cultural*. Utiliza o conhecimento tradicional. Vê o projeto como um processo participativo, com possibilidade de múltiplos caminhos e que exige criatividade para relacionar todas as múltiplas variáveis envolvidas e valoriza a contribuição de todos os envolvidos. Está inserido e deve ser único para cada local. Integra múltiplas escalas. Revela, através da sua estética, as escolhas realizadas e a sua integração com os processos naturais, tendo um caráter lúdico, simbólico e um sentido educativo. Revela, também, a cultura, as tradições locais e deve ser expressivo, ter uma forma agradável a mente, ao corpo e ao espírito humano. É, antes de tudo, *um processo e um projeto responsável*, que não exclui, mas inclui, integra e não compromete o futuro do homem e da Terra e do homem na Terra. Um projeto nesta perspectiva:

“dá início a uma era baseada não só no que podemos extrair da natureza, mas do que podemos aprender com ela”.

Fritjof Capra

Quadro 2 – Principais características do projeto sustentável contribuição dos autores

dimensões autores	ambiental	social	cultural	espacial	formal/estética	tecnológica	econômica
Cole (1999)					Renovação e reuso		
Day (1990)	Ser sensível às nuances do lugar, e ao <i>espírito do lugar</i> Resposta às características climáticas e às características do ecossistema local			Resposta às características climáticas e às características do ecossistema local e estar em consonância com o <i>espírito do lugar</i> ; Espaço saudável e diverso, reduzindo o stress e que correspondendo plenamente às necessidades dos usuários; Trabalhar com o <i>qualitativo</i> no vocabulário da arquitetura; considerar o “olhar” (lugares que sejam bonitos); o olfato (que tenha odores agradáveis); o tato (com texturas agradáveis ao tato); a audição; Espaço simbólico	Usar exemplos de padrões: formas, estrutura, ritmos renováveis, lugares sociáveis e agradáveis, atmosferas relaxantes, harmonia, tranqüilidade escala e proporção da natureza		
Edwards (2004)				Espaços saudáveis	Reutilização de edifícios; Flexibilidade		
Pearson (1994;2001)	Integração com a natureza; Inspiração em formas da natureza; Projeto concebido como um organismo, desde sua origem; Soluções únicas, de acordo com o local	Processo envolvendo os usuários, suas expectativas e aspirações	Utilização de aspectos da cultura local	Saudável: saúde para o corpo, a paz de espírito, a harmonia com o meio ambiente, tranqüilidade e alegria; nutrindo o bem-estar do homem; Espaço simbólico; Seguir os fluxos e ser flexível e adaptável	Arquitetura orgânica: formas presentes na natureza, a geometria não linear e modelos computacionais; Formas para guiar fluxos; Estética ecológica: a estrutura da natureza fornece aos projetistas uma fonte inesgotável de novas idéias expressividade (da forma e dos materiais); Formas curvas, expressivas, agradáveis a mente, corpo e espírito humano	Diversidade de materiais; Materiais locais; Uso de novas tecnologias aliado a formas expressivas	
Van der Ryn; Cowan (1996)	Natureza como parceira; Processo que envolve <i>interconexões com a natureza</i> ; Características holísticas; Forma de projetar que minimiza os impactos da destruição do meio ambiente por estar integrada a processos vivos fluxos, ciclos e padrões da natureza; Valorizar a sabedoria ecológica presente nas culturas tradicionais; desenvolver e cultivar uma cultura de sustentabilidade apropriada as particularidades locais	Todos são projetistas	Valorizar o conhecimento tradicional e local, presente em culturas tradicionais; Projeto leva em consideração as características locais, refletindo o clima, materiais, costumes e formas regionais. Projeto integrado com a cultura local respeita e estimula o conhecimento tradicional do lugar e de materiais e tecnologias locais.	Integra múltiplas escalas, refletindo a influência de escalas maiores em menores escalas e vice-versa	Estética baseada nas formas e na geometria da natureza; Saúde humana e dos ecossistemas; Reuso, reciclagem, flexibilidade, facilidade de conservação e durabilidade; Natureza e tecnologias visíveis	Tornar tecnologias visíveis; Reuso, reciclagem, flexibilidade, facilidade de conservação e durabilidade; Trabalha com todos os sistemas em conjunto, produz projetos que proporcionam integridade e coerência interna	Economia ecológica

Lyle (1994)	Deixar a natureza fazer seu trabalho; Natureza é modelo e contexto; Natureza é fonte e inspiração; Gerenciar reservas; Priorizar sustentabilidade	Envolve processos naturais e sociais	Agregar, não isolar	Propor forma para guiar fluxo; Propor forma para manifestar processos	Buscar ótimos níveis para múltiplas funções; Igualar tecnologia às necessidades; Combinar tecnologias alternativas com tecnologia dos sistemas industriais; Interação entre sistemas; Usar informações para substituir energia; Buscar soluções comuns para problemas diferentes; Utilizar a longa vida dos materiais e reutilizar os materiais	
Mc Donough; Braungart (2002)	Ecologia, equidade (justiça) e economia; Projeto tem semelhança com o mundo vivo; Fazer as escolhas "ecologicamente corretas" e segui-las; Conexão com os fluxos naturais de energia; Concordância com o local	Equidade (justiça); Considerar como será o uso e por quem será utilizado; Respeito a diversidade em todos os níveis	Aspectos culturais orientam o projeto; Retornar a uma visão nativa	Reinventar, usar a criatividade, buscando o não convencional; Formar: siga a evolução e se relacione a aspectos culturais, ecológicos e econômicos	Uso de materiais locais	Economia
Okamoto (2002)			Arquitetura vai além do abrigo das necessidades e consiste em um meio de favorecer e desenvolver o equilíbrio, a harmonia e a evolução espiritual do homem, atendendo suas aspirações, acalentando sonhos e instigando emoções de se sentir vivo, desenvolvendo um sentido afetivo em relação ao local utilizar o conhecimento, a criatividade e os sentidos perceptivos, os sistemas visual, auditivo, tátil, cinestésico			
Orr (1999)				As formas de um edifício devem refletir pensamentos, idéias, imaginação, sentido de lugar, preocupações ecológicas; A forma pode manifestar escolhas, processos inteligentes ecologicamente		
Roaf (2006)			Saudável; Espaço simbólico	Analogias com padrões, elementos e estruturas da natureza		

Rocky Mountain Institute Wilson et al (1998)	<p>Integra objetivos ambientais/ecológicos com sociais, culturais e com considerações financeiras em projetos de várias escalas e tipos;</p> <p>Responsabilidade ambiental; Utilização eficiente de recursos;</p> <p>Integração ecologia e meio construído para preservar e estabelecer padrões da paisagem;</p> <p>Antecipar decisões de projeto;</p> <p>Soluções baseadas em processos naturais</p>	<p>Reforçar integração e conexões, entre pessoas e lugares;</p> <p>Desenvolver o senso comunitário;</p> <p>Trabalho em equipe;</p> <p>Processo de projeto participativo</p>	<p>Desenvolver o senso cultural; Integrar preservação histórica e gerência ecológica</p>		<p>Tornar a restauração um hábito;</p> <p>Estética ecológica</p>	<p>Pensamento global dos sistemas</p>	<p>Considerações fim-uso/mínimo custo</p>
Todd; Todd (1994)	<p>Projetos para estabelecimentos humanos que incorporem princípios inerentes ao mundo natural e que adaptem a sabedoria e estratégias desse mundo aos problemas humanos</p>						
Wilson et al, (2006)				<p>Espaço lúdico;</p> <p>Flexibilização;</p> <p>Simplificação da geometria do edifício e maximização da longevidade; ;</p> <p>Projetar para adaptabilidade e durabilidade</p>	<p>Estética que dê preferência à diversidade da natureza;</p> <p>Renovação e reciclagem de edifícios;</p> <p>Unidade;</p> <p>Diversidade, variedade; ;</p> <p>Multiplicidade;</p> <p>Harmonia e equilíbrio</p>		
Yeang (1999, 1995)	<p>Sistema construído deve ser percebido dentro de uma visão global; Conservação de energia, uso racional dos materiais e recursos;</p> <p>abordagem contextual dos ecossistemas; local do projeto deve ser individualmente analisado;</p> <p>conceito de ciclo de vida inserido no projeto;</p> <p>abordagem holística ou de sistema total; considerar a questão da disposição de resíduos; estratégia de projeto compreensiva e antecipatória</p> <p>As soluções nascem do lugar;</p> <p>Projetar com a natureza;</p> <p>Tornar natureza visível</p>	<p>Todos são projetistas</p>	<p>Integração com padrões locais da paisagem, da cultura e fatores dos ecossistemas e da natureza</p>	<p>Tomar natureza visível</p>	<p>Conceito de ciclo de vida inserido no projeto</p>		

6 LIÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA E NA CONSTRUÇÃO: A BUSCA DE PRINCÍPIOS ORIENTADORES PARA O PROJETO SUSTENTÁVEL

Esse capítulo buscou encontrar, ao longo da história da arquitetura e da construção, exemplos de práticas sustentáveis, que se constituem no que denominamos: *lições de sustentabilidade*.

No enfoque estudado, as *práticas sustentáveis* se caracterizaram por apresentar uma maior aproximação da arquitetura e da construção com a natureza e com o homem, comportamentos de menor impacto ambiental e uma percepção e adaptação maior do homem e do espaço construído ao meio ambiente. Trata-se, portanto, do relacionamento do homem e das construções que edifica, com a natureza e o meio ambiente.

Não se teve a pretensão de citar todos os exemplos existentes, mas de selecionar alguns mais significativos, que se inserissem na temática da sustentabilidade, buscando, nestes exemplos, princípios e influências para o projeto sustentável em arquitetura e construção. A idéia foi identificar as *fontes de inspiração* de diferentes projetos, seja na arquitetura oficial ou de acompanhamento, buscando referências na *tradição da arquitetura* para a produção da arquitetura – *sustentável* – atual e futura. Segundo Lyle (1994, p. 99), *a história e tradições da arquitetura são ricas em beleza e sentido, quase sempre interessantes, muitas vezes inspiradoras*.

A produção de um edifício envolve a coordenação de múltiplos fatores. E para avaliar os fatores de maior importância em um projeto e facilitar trabalho de coordenação destes fatores é importante à preparação crítica do projetista. Isso, segundo Tedeschi (1978, p.19) pode se alcançar de uma só maneira: com o estudo e exame de obras nas quais se pode reconhecer dados de projeto que foram utilizados e valorizados, transferindo as experiências alheias para a própria experiência. Com esse objetivo é que se buscou desvendar as *lições de sustentabilidade*, como forma de identificar padrões ou práticas sustentáveis - que foram organizados por categorias, na tentativa de sistematizar e revelar alguns *princípios orientadores e inspiradores de projetos sustentáveis de edificações*.

6.1 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Este termo surge nas últimas décadas do século XX como uma espécie de “reação ecológica” ao estilo internacional³⁵, com sucessivos estudos do que se convencionou chamar de *arquitetura bioclimática*. Essa expressão compreende vários conceitos. Pode-se, em termos gerais, definir arquitetura bioclimática como a adoção de soluções de projeto adaptadas às condições específicas (clima e hábitos de consumo) de cada lugar, que criam um nível satisfatório de conforto em uma determinada edificação. Isso envolve estudos que visam harmonizar as construções ao clima e características locais, pensando no homem que habitará ou trabalhará nelas e tirando partido da energia solar, através de correntes convectivas naturais e de microclimas criados por vegetação apropriada. Integra outras definições mais concretas, como por exemplo, a de arquitetura integrada, aquela que se adapta a seu ambiente físico, socioeconômico e cultural, utilizando materiais autóctones, técnicas e formas tradicionais, que favorecem a integração visual e reduzem o impacto ambiental. A arquitetura bioclimática também é conhecida como a *de alta eficiência energética*, porque economiza e conserva a energia que capta, produz ou transforma no seu interior, reduzindo, portanto, o consumo energético e a poluição ambiental (ENEA/IN ARCH, 1983, p.27).

Desde a Antiguidade, o homem procura adaptar as tipologias das construções e as cidades às potencialidades da natureza, tirando proveito das mesmas para o conforto ambiental dos diferentes espaços, bem como para proteger-se e proteger as habitações dos rigores climáticos.

6.1.1 Conforto térmico

6.1.1.1 Cidades

É possível identificar a preocupação com o conforto ambiental das cidades e edifícios – ventilação e orientação solar - nas civilizações da Antiguidade. Na Babilônia se pode encontrar um bom exemplo da importância da orientação solar para planificação de uma cidade. As ruas eram dispostas de tal maneira que os habitantes podiam aproveitar as

³⁵ Movimento Moderno de Arquitetura

vantagens climáticas: luz e brisas agradáveis, ao mesmo tempo em que se protegiam dos menos favoráveis, como os ventos fortes do sudoeste. Também era comum a adequada ventilação e a busca por sombra.

No antigo Egito as soluções para a proteção contra a adversidade climática ilustram a hierarquia social existente resultante da divisão do trabalho e a presença da escravidão. Os escravos viviam em bairros expostos ao vento, que servia como uma espécie de barreira para os habitantes mais ricos da cidade.

Os gregos, por sua vez, estabeleciam diretrizes que orientavam a localização e traçado das cidades. A cidade da antiga Grécia se baseava nos princípios de orientação solar e ventilação e representava a cidade ideal para uma sociedade realmente democrática (Behling, 2002, p.87). Vitruvius, em seus *Dez Livros de Arquitetura*³⁶, elucida alguns destes aspectos. No capítulo VI do seu primeiro livro, especifica a importância de se estabelecer uma adequada orientação e traçado das ruas, quadras e praças, a fim de garantir que as mesmas não fossem atingidas pelos ventos dominantes. Para ele, *as cidades deveriam estar orientadas de forma conveniente e os ventos habilmente deveriam ser desviados das ruas porque estes se frios, ferem; se quentes, entorpecem; se úmidos, enfraquecem* (Polião, 1999, p.62).

A preocupação com a escolha da localização e orientação mais favorável também se estendia a outros edifícios e espaços urbanos como recintos sagrados, praças, foro, banhos públicos, teatros e estádios, indicando a importância para as cidades gregas da saúde e da higiene.

Com tudo isso, os gregos estabeleceram um modelo de desenho urbano condicionado às características ambientais e climáticas, ou seja, um esquema para o traçado de uma *cidade ideal*³⁷, cuja planta é um octógono rodeado de muralhas com torres circulares nos ângulos do octógono. Cada lance de muralhas se opõe a um vento dominante. Assim as razões de índole militar se somam às considerações meteorológicas (Goitia, 1998, p.112). A

³⁶ *De Architectura Libri Decem*, conhecido como “Dez livros de Arquitetura” de Vitruvius. A tradução em Português é de Marco Aurélio Lagonegro, sob o título *Vitruvius Da Arquitetura* (São Paulo: Hucitec, 1999).

³⁷ A qual, informa Goitia (1998, p.111), servirá de base para os estudos da cidade ideal do Renascimento, criação mais intelectual que real, que virá ser uma consequência do pensamento utópico renascentista.

figura 8 mostra um esquema da cidade ideal e a seguir, encontra-se a descrição feita por de Vitruvius para o traço³⁸:

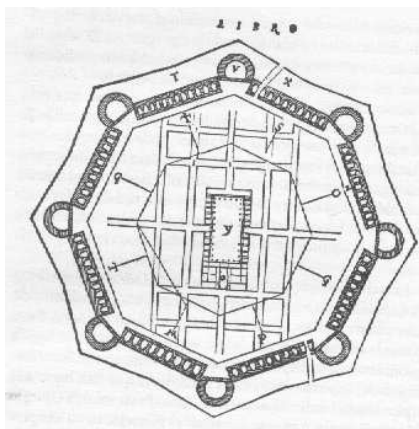


Figura 8: A cidade ideal de Vitruvio.

Fonte: Goitia, 1998.

Seja um terreno nivelado; um centro indicado pela letra A; o ponto onde atinge a sombra matinal de um gnômon indicado por B; e uma linha de circunferência traçada com o compasso certada em A, aberto até onde assinala a sombra em B. Reposto o gnômon onde estivera até então, espera-se que a sombra decresça e que, crescendo novamente, projete uma sombra vespertina do mesmo comprimento da matutina e encontre a circunferência onde será marcada a letra C. Então, do ponto B e do ponto C, descrevam-se duas circunferências secantes em D, e depois pela intersecção D e pelo centro, conduza-se uma linha até o extremo a qual estarão as letras E e F. Essa linha será a indicação das direções sul e norte. Com o compasso deverá ser tomada a décima sexta parte de toda a circunferência, e o centro do compasso, colocado na linha intermediária que atinge a circunferência em E, e assinalada a direita e a esquerda, onde estarão as letras G e H. Do mesmo modo, na parte setentrional, o compasso deve ter o centro na circunferência e abrir até F, devendo ser assinalado a direita e a esquerda, as letras I e K, e deverão conduzir-se retas até G e K e de H até I. Assim, o espaço que resulta de G até H será o vento Austro(sul), e, da parte meridional, bem como o que estiver entre I e K, será o Setentrião (norte). As demais partes, três à direita e três à esquerda, devem ser igualmente divididas; as que estão voltadas para ocidente, nas quais estarão as letras L e M, e as que procedem do oriente, nas quais estarão as letras N e O. Conduzam-se linhas secantes de M até O, e de L até N, e assim resultarão igualmente os domínios dos oito ventos na circunferência. Quando estiverem assim descritos, em cada um dos ângulos do octógono, recomeçamos a partir do sul: no ângulo entre o Euro e o Austro estará a letra G, entre o Austro e o Áfrico, H; entre o Áfrico e o Favônio, N; entre o Favônio e o Cauro, O; entre o Cauro e o Setentrião, K; entre o Setentrião e o Aquilão, I; entre o Aquilão e o Solano, L; e entre o Solano e o Euro, M. feito isso, coloque-se o gnômon entre os ângulos do octógono e assim orientar-se-á o arruamento”.

Marco Vitruvio Polião (1999, p. 66)

Os romanos mantiveram nas cidades preocupação com a orientação das vias, respeitando os ventos dominantes, e, igualmente, foi mantido para os prédios, principalmente nas residências: *domus*³⁸ e nas termas romanas, diretrizes de orientação de compartimentos.

Todas estas cidades tinham em comum o aspecto místico e a interação muito sutil entre a atuação do homem e a natureza. A concentração de pessoas em estruturas urbanas representava uma maneira de proteção contra as intempéries, mas havia um equilíbrio das ações do homem com relação ao entorno natural. Para a subsistência e manutenção das condições de saúde, a manutenção de condições climáticas favoráveis era de importância fundamental (Behling, 2002, p.79).

Com traçado não previamente estabelecido, a cidade árabe ou islâmica se configura em um organismo simples e espontâneo(figura 9). As ruas em geral são sinuosas e

³⁸ Casas individuais típicas das cidades mediterrâneas, com um ou dois andares, fechada na parte externa e aberta para os espaços internos, reservada as famílias mais ricas.

estreitas, com um traçado puramente natural e biológico. *Na aparência o desenho da cidade parece um diagrama do corpo vivo, do seu sistema nervoso* (Goitia,1998, p.73). A morfologia da cidade árabe, com ruas estreitas e sinuosas flanqueadas por edifícios altos, impede a entrada da luz solar e de tempestades de areias comuns nas cidades orientais, proporcionando maior conforto térmico. Ruas cobertas (figura 10) também são comuns, filtrando os raios solares e proporcionando uma temperatura mais amena e agradável (Behling, 2002, p.66). A própria disposição das residências, muito próximas, como mostra a figura 11, deixando mínimas superfícies expostas ao sol, auxiliava para criar ambientes interiores mais refrescantes (Schoenauer, 1984, p.139).



Figura 9: Vista aérea do tecido urbano de Trípoli – cidade islâmica
Fonte: Benévolo, 1983

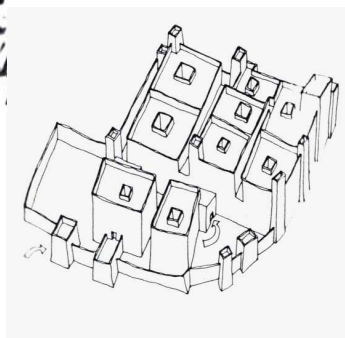


Figura 11: Esquema mostrando conjunto de casas na cidade árabe
Fonte: Benévolo, 1983

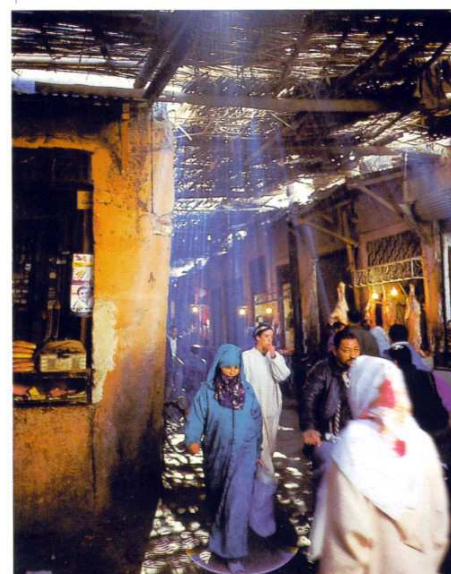


Figura 10: Rua coberta, cidade árabe
Fonte: Behling, 1996

6.1.1.2 Tipologia dos edifícios

As regiões climáticas da terra oferecem ao ser humano espaços vitais bastante diversos. As condições climáticas nas distintas regiões do mundo podem variar muito e ser prejudiciais para os seres humanos. A natureza apresenta, assim, ao homem, grandes desafios. Apesar do corpo humano desenvolver estratégias para sobrevivência a proteção mais importante contra as condições externas desfavoráveis é a habitação. Em todo mundo, atualmente e ao longo do tempo, foram desenvolvidas edificações energeticamente eficazes, de acordo com as condições climáticas e o seu entorno específico. Trata-se de uma

arquitetura vernacular, que segundo Oliver (1978, p.11), diferencia-se segundo as culturas, meio ambiente e clima dos diferentes lugares não possuindo um projeto consciente. É uma arquitetura local, adaptada às condições e exigências específicas de cada região (Behling, 2002, p.44).

Diferentes condições climáticas exigiram, portanto, diferentes tipologias de construções. Estas tipologias surgiram como respostas sensíveis e hábeis contra o calor, frio, chuva ou vento. Alguns exemplos:

Clima polar: as temperaturas abaixo de zero constituem o normal nestas regiões. O único material disponível para a construção é o gelo, uma vez que poucas espécies animais e vegetais resistem a um frio extremo. O iglu foi a solução utilizada (figura 12). São utilizados blocos de gelo que podem chegar a ter 1m de comprimento por 50cm de altura e 20 cm de espessura. A construção parte de um círculo com um diâmetro de aproximadamente 5m, onde se coloca a primeira fiada de blocos de gelo. Os demais blocos, nas fiadas seguintes são inclinados para que uma cúpula se eleve em uma espiral contínua. A abertura para entrada se abre uma vez finalizada toda a cúpula. Alguns esquimós revestem o interior com pele de animais, usadas também em vestimentas.

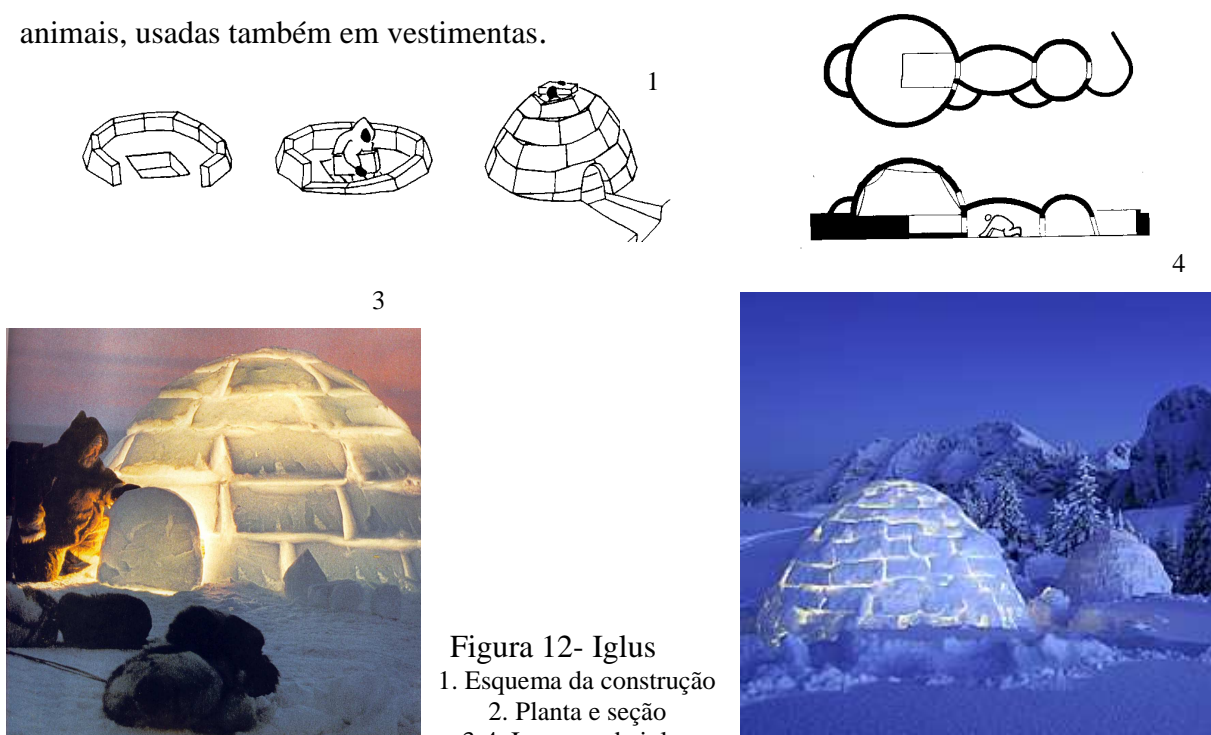


Figura 12- Iglus
1. Esquema da construção
2. Planta e seção
3-4. Imagens de iglus

Fonte : Behling, 2002

Clima ártico: mesmo que possuindo verões quentes com condições climatológicas favoráveis, o clima ártico apresenta invernos frios onde o solo se congela. Até bem pouco tempo as construções e a agricultura eram muito limitadas e nestas regiões viviam tribos nômades com moradas transportáveis. Com a escassez de materiais de construção próprios destes locais o homem recorre a diferentes soluções: moradas escavadas no terreno (figura 13), tendas montadas na primavera e no outono cobertas por peles. As casas enterradas ou subterrâneas se encontram em uma cota mais baixa por razões de calefação. Em geral são estruturadas em troncos de madeira e cobertas com grama. A ventilação acontece por uma abertura na parte superior da cobertura formada por vértebras dorsais ocas de baleia. Habitação subterrânea, portanto, é aquela que cobre a altura de um homem, ficando como elemento externo somente o telhado. Essa construção, de acordo com La Salvia (1987, p.8). é uma forma de *vencer o clima e de usufruir do meio*.

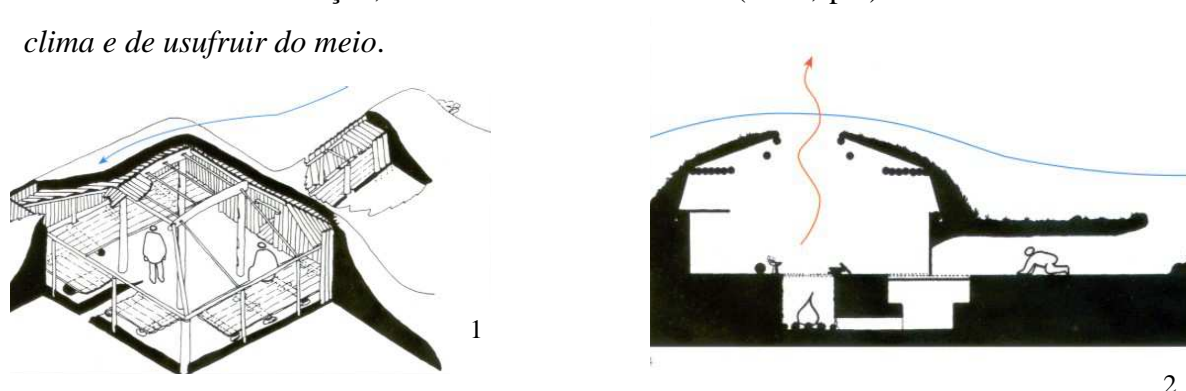


Figura 13 - Casas enterradas, clima ártico

1. Perspectiva

2. Seção

Fonte: Behling, 2002

No sul do Brasil³⁹, a habitação subterrânea foi uma adaptação da habitação indígena ao clima frio. No Rio Grande do Sul as aldeias com casas subterrâneas se encontram em terrenos altos e frios em áreas de campos e matas mistas com pinheiros onde as geadas intensas são comuns nas madrugadas de inverno e a neve também se faz presente. As construções eram feitas escavando um buraco circular dentro do chão sólido ou na rocha em decomposição, com diâmetro e profundidade necessária. Nas casas menos profundas a parede pode acontecer a existência de degraus. O telhado era em geral feito com tronco, palha e terra.

³⁹ Norte do Rio Grande do Sul até Minas Gerais .

Nas casas maiores um esteio central dava suporte a cobertura, cujas traves em raios descansavam no chão. Dentro das casas eram acesos fogos para cozimento de alimentos e calefação. Em casas mais fundas, onde o telhado era rente ao chão, com existência de respiros laterais, escavados na parede, que traziam para dentro da casa o ar puro e expulsavam o ar quente e a fumaça. Nas casas menos profundas a renovação do ar era conseguida por aberturas na parede, entre o telhado e o chão. Habitações semi-subterrâneas também são comuns. Estas têm menor profundidade escavada, com uma estrutura única de cobertura e parede, em geral de varas enterradas no solo, vergadas e amarradas em uma determinada altura (Weimer, 1987, p.11-23).

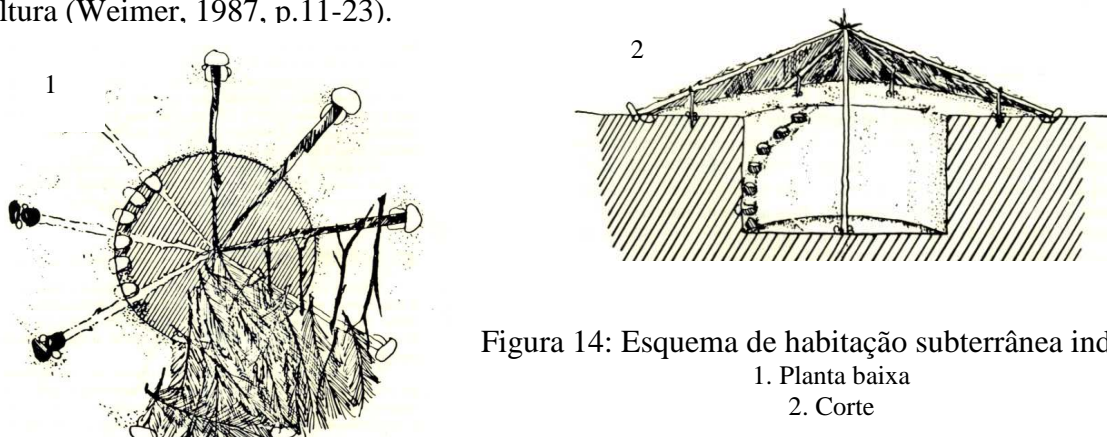
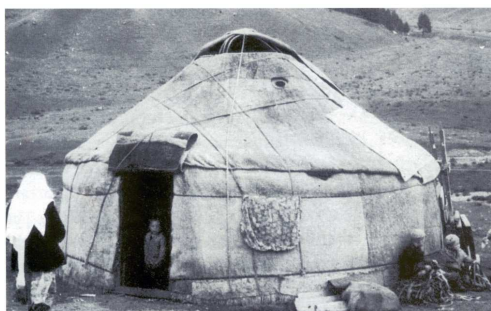


Figura 14: Esquema de habitação subterrânea indígena
1. Planta baixa
2. Corte

Fonte: Weimer, 1987

As habitações desmontáveis, tendas ou yurtes (figura 15) utilizadas também em climas frios, têm demonstrado sua capacidade de adaptação em grandes áreas do mundo (Rússia, Mongólia, Afeganistão) Os *yurtes*, em geral, têm a mesma estrutura, mesmo que seu nome e detalhes variem de um país para outro. Sua forma é circular com diâmetro aproximado de 5m. A estrutura é uma treliça de madeira presa por correias de couro ou de crina de cavalo. O fechamento é com feltro, um pano que não é fiado, mas fabricado com lã de carneiro ou pêlo de camelo, amassado com os pés. O espaço interior está dividido em segmentos de círculo e existem setores separados para o dono da casa, as mulheres, as crianças e os hóspedes.



Tradição, Inovação e Sustentabilidade: desafios e oportunidades para um projeto sustentável em arquitetura e construção

Figura 15: Yurtes
Fonte: Behling, 1996.

Clima mediterrâneo: o clima mediterrâneo se aproxima bastante de um clima ideal para o homem, mesmo que se tenha necessidade de proteção no forte calor do verão. Assim, nas regiões de clima mediterrâneo as soluções construtivas relacionadas com a sombra têm uma larga tradição: *balcões, galerias, casas-pátio*. Aliado a isso, a própria massa dos edifícios proporciona um ambiente mais fresco. A disposição dos edifícios e ruas pode reduzir o impacto da radiação solar.

Os *pátios* podem atuar como canais de ar verticais que atravessam os diversos pavimentos de um edifício, provocando um microclima agradável. Os pátios são elementos multifuncionais, além de ajudar na climatização da residência, proporcionando maior conforto aos habitantes, é o elemento ordenador e unificador do espaço. A morfologia do edifício somente adquire a sua essência com a sua presença. O pátio não é, assim, o que sobra da construção, mas o vazio que juntamente com o cheio fazem um todo. Essa unidade é indissociável. A casa-pátio é uma tipologia de edifício que possui características próprias e o distingue de outros tipos.

Uma qualidade intrínseca da casa-pátio, como já foi referido, é oferecer um microclima favorável a seus usuários. As condições climáticas, temperatura do ar e umidade são modificados, amenizados ou intensificados, com a presença de plantas, elementos que forneçam sombra, fontes de água e aberturas em diferentes níveis. O pátio permite que o sol e a ventilação entrem na residência, iluminando os compartimentos de maneira adequada e formando, ao mesmo tempo, agradáveis sombras no verão. Assim, propicia a existência de um microclima, mais ameno e agradável que as condições climáticas locais. A vegetação e a presença da água em fontes ou canais auxiliava no conforto térmico. Por outro lado, o pátio quadrado oferece exposição a quatro posições diferentes, permitindo a disposição dos compartimentos em diferentes orientações solares. Outra característica inerente da casa-pátio é uma privacidade visual e acústica não somente em relação a rua, mas também aos vizinhos (Schoenauer,1984, p.239).

A configuração das residências ao redor de um pátio tem sua origem na Antiguidade. Os pátios se constituíam em uma característica indispensável da maioria das casas urbanas orientais. O ocidente também utilizou esta tipologia por questões de privacidade da vida doméstica, por motivos de limitação do uso do solo em consequência das cidades amuralhadas, por questões de proteção e por questões climatológicas (Schoenauer, 1984, Rosilaine André Isoldi - Porto Alegre: PPGEC/UFRGS, 2007

p.121). Além de estruscos, gregos e romanos na Antiguidade, o uso desta tipologia recorre em momentos posteriores. Na Idade Média, Renascimento, no Ecletismo e no Modernismo a tipologia casa-pátio foi também utilizada.

A residência urbana oriental possui suas raízes em antigas civilizações, com características e atributos intrínsecos, mas segundo Schoenauer (1984, p.239) a mais importante de todas é a presença do pátio ajardinado. O pátio é o *coração* da casa urbana oriental, fonte de luz, ar e água para a residência. O pátio central está presente em grande parte da arquitetura árabe, ele cria ambientes sombreados, pois muitas vezes é dotado de vegetação, e por possuir água, favorece o conforto térmico. As fontes detêm uma posição de destaque nos pátios, já que a pureza dos corpos desempenha um papel importante para a religião islâmica (Hintzen-Boehlen,1999, p.460). Nas residências orientais, a porta de entrada dá, da rua para o pátio, do qual no centro geralmente se encontra um grande tanque de água corrente. É comum os quartos rodearem o pátio, que nas casas maiores são dotados de um peristilo. Existe uma relação constante entre o meio ambiente natural e o ambiente arquitetado, que se insere no espaço graças ao caráter alegre e aberto.

A casa urbana medieval oriental também estava desenhada para criar condições climáticas favoráveis em seu interior. Fontes, árvores criavam um ambiente fresco nos pátios contrastando com a aridez e calor das ruas. A existência de espaços semi-abertos – arcadas, sacadas e galerias – orientadas para aproveitar as condições climáticas positivas, e a presença de coletores de ar e tetos altos estimulavam a circulação do ar, auxiliando na consolidação do microclima (figuras 16 e 17). Tramados de madeira, os *muxarabis* eliminavam a excessiva luminosidade, determinando um nível de iluminação agradável. A própria disposição das residências, muito próximas, deixando mínimas superfícies expostas ao sol, auxiliavam para criar ambientes interiores mais refrescantes (Schoenauer,1984, p.139).

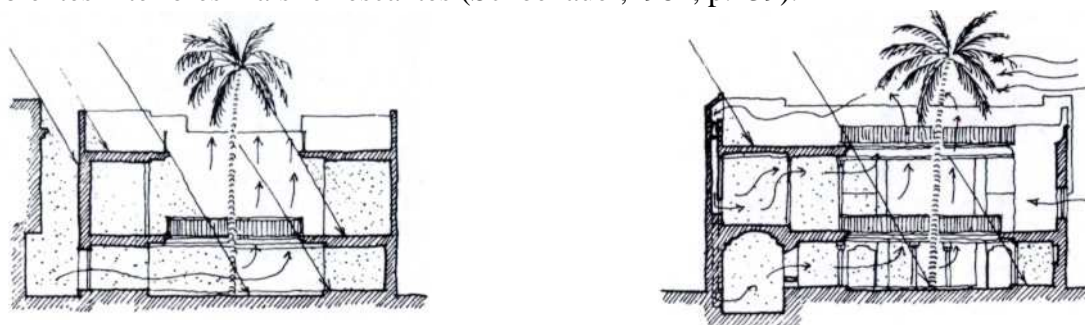


Figura 16 - Controle climático nas casas islâmicas

Fonte: Schoenauer, 1984

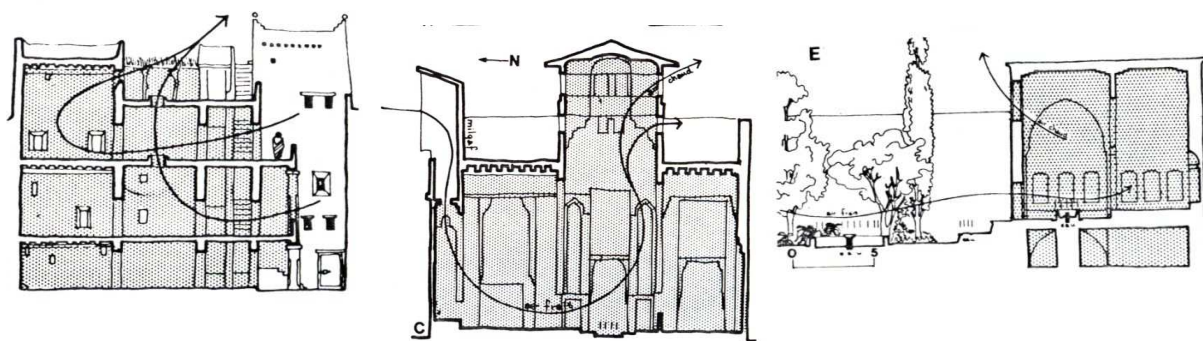


Figura 17: Aberturas em diferentes níveis permitem a ventilação na casa-pátio oriental
Fonte: Benévolo, 1983.

No ocidente, os gregos também utilizaram a tipologia em pátio em suas residências, estabelecendo diretrizes relativas à orientação dos edifícios e compartimentos. De acordo com Schoenauer (1984, p.220) os pátios constituíam característica indispensável na maioria das habitações gregas, proporcionando iluminação e ventilação das habitações e dando possibilidade a seus usuários de realizarem muitas das atividades domésticas ao ar livre, durante todo o ano e ao mesmo tempo manter a privacidade junto ao mundo exterior. Uma característica em todos os pátios era um altar dedicado a *Zeus Herkeios*, o deus do pátio. Segundo o autor, a casa-pátio grega foi uma adaptação da casa-pátio oriental.

Vitruvio descreve, no Livro Sexto, a residência grega clássica, e, segundo Robertson (1997, p.302) essa era altamente elaborada e luxuosa, com dois pátios de acessos independentes. A primeira parte da casa, mais próxima à porta de entrada, recebia o nome de *andronitis* ou androceu e era destinada aos homens - e a segunda, mais protegida *gynaeconitis* ou gineceu – para as mulheres e crianças. Também são descritas alas reservadas para os hóspedes, que talvez se localizassem entre os dois pátios. O zoneamento da casa também respeitava as atividades diurnas e noturnas realizadas. A parte sul da casa era usada principalmente para realizar atividades diurnas e a norte, a noite. Havia, pois, diferentes “linhas” de intersecção que dividiam a casa separando as zonas do homem e da mulher e delimitando, segundo fatores climáticos e de iluminação, as zonas diurnas e noturnas.

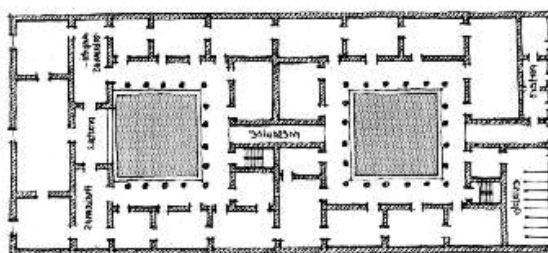


Figura 18: Planta de uma residência grega, segundo Vitruvius
Fonte: Schoenauer, 1984

A casa típica romana – *domus* - era um composto derivado da casa etrusca e grega, ambas com a presença do pátio (Schoenauer,1984, p.227).A presença do *atrium*⁴⁰, do *peristilum*⁴¹, do *impluvium*⁴² (implúvio), a tipologia em pátio, o zoneamento e as características bioclimáticas são similares a da casa grega. A grande diferença consiste na dimensão de ambas. As *domus* em geral cobriam superfícies 800 a 1000m², enquanto a casa grega tinha dimensões bem mais modestas.O átrio servia como centro para as funções públicas da família e era rodeado por compartimentos. Ao lado oposto da entrada o átrio se comunicava com o peristilo, onde eram realizadas atividades familiares e em geral tinha uma área maior que o pátio anterior. O peristilo romano servia como um jardim, com árvores e plantas de menor porte. Durante o verão os romanos conseguiam um pouco mais de sombra utilizando tecidos que denominavam *courtinae*. Ao redor do peristilo estavam os dormitórios (*cubicula*), o comedor (*triclinium*), solar familiar de recepção (*oecus*), a cozinha (*culina*) e os banhos.



Figura 19: Vista de um peristilo
Fonte: Lawrence, 1998

Clima subtropical e subtropical: na maior parte do ano esses climas são agradáveis. Os verões, no entanto, são úmidos. Para os seres humanos a combinação do calor e umidade não é fácil de agüentar, uma vez que o sistema de refrigeração do corpo humano depende da evaporação e se sobrecarrega rapidamente. Há necessidade, portanto, de uma ventilação eficaz e uma proteção contra o sol e a chuva. Dispositivos como venezianas, persianas, *brises*, amenizam a luz intensa, podendo deixar entrar a brisa mais suave.

⁴⁰ Núcleo central da casa romana ou complúvio, a céu aberto no centro e normalmente com um tanque para receber as águas pluviais – implúvio.

⁴¹ Galeria de colunas que rodeava o pátio de uma casa ou templo antigo.

⁴² Tanque que recebia à água da chuva.

Embora o clima tropical e subtropical predomine no Brasil, e existam características comuns na arquitetura e na cidade ao longo do tempo, é possível identificar soluções distintas adotadas em função das diferenças climáticas, geográficas e culturais. Soluções adequadas ao norte e centro do país, não foram adotadas no sul, onde existem grandes variações de temperatura e umidade. Assim, problemas de orientação e ventilação foram encarados de modo diverso conforme a região. Por exemplo: a face sul, considerada excelente orientação no Norte e no Rio de Janeiro, porque está sempre a sombra, é imprópria em São Paulo e na Região Sul, pois os ventos frios vêm dessa orientação (Bruand, 1981, p.15).

Necessários e próprios para o clima tropical e subtropical, os *dispositivos e elementos de proteção contra a insolação*, são comuns na arquitetura brasileira. Estes são variáveis segundo as diferentes regiões do país.

Varandas, alpendres e corredores externos foram utilizados na arquitetura do período colonial, principalmente no centro e norte do país. Estes permitiam a proteção contra o sol, a chuva, o sombreamento e a diminuição da temperatura nos espaços interiores da residência. Os três termos assumem significados regionais, quase sempre como locais de estar das residências. A *varanda*, em geral, é tida como *um alpendre grande e profundo* (Corona; Lemos, 1972, p.468) e o *alpendre* é considerado *o telhado que se prolonga para fora da parede mestra da casa e que é apoiado em sua extremidade por colunas, tendo como função sombrear a construção, evitando que se acumule na alvenaria o calor do sol*. Pode ser alpendre só na frente ou rodeando a construção e além da função climática, também é um espaço de recepção da construção. Para esses espaços se abriam as portas das capelas domiciliares e dali visitantes, agregados e escravos podiam assistir às cerimônias religiosas. Muitas vezes ali também ficava a porta do quarto de hóspedes, que nunca freqüentava o interior da morada. Este esquema de circulação estava inserido no programa de necessidades que exigia o resguardo da família, principalmente com as mulheres (Lemos, 1978, p.28).

Lemos (1978, p.27) diz que o alpendre pode ser considerado um elemento de composição arquitetônica tipicamente brasileiro, devido à sua ampla disseminação no Brasil e sua reinvenção na arquitetura brasileira, desde os primeiros momentos de utilização. Segundo o autor, o alpendre foi e é raríssimo na arquitetura européia em geral, por ser desnecessário como moderador de temperatura. Os raros alpendres europeus pertencem a edifícios religiosos onde se apresentam como uma variação dos abrigos de acesso às basílicas romanas,

transformadas em templos pelos cristãos (Corona; Lemos, 1983, p. 36). O alpendre sombreador de paredes teria vindo da Índia, trazido pelos portugueses que teriam percebido as qualidades do *bangalô*, casa rural alpendrada da Índia (Lemos, 1978, p.29).

No sul, onde há variações de temperatura constantes, os alpendres e varandas abertas quase não são encontrados e as tipologias voltam-se para espaços internos que propiciam a proteção contra os ventos frios de inverno. Exemplo disso são as sedes de estâncias no Rio Grande do Sul cuja tipologia em geral, tem forma aproximada de “U”, fechado por um pátio. As paredes que dão para esse espaço são menos vazadas por esquadrias e mais espessas que as demais da residência. Semelhante tipologia encontra-se nas sedes das charqueadas, cuja presença do pátio interno é percebida em vários projetos, como mostram as figuras 20 e 21 a seguir.

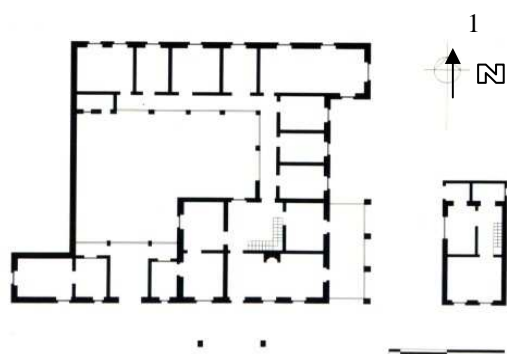


Figura 20: Estância da Graça, Arroio Pelotas, RS

1. Planta
2. Vista

Fonte: Moura; Schlee, 2002



Figura 2: Charqueada São João, Pelotas, RS

1. Planta
2. Vista

Fonte: Moura; Schlee, 2002

De acordo com Bruand (1989, p.12), os alpendres e varandas foram *substituídos* pelos amplos espaços livres cobertos do modernismo, possíveis graças às novas técnicas construtivas e a um novo estilo arquitetônico: térreo total ou parcialmente livre, com o emprego de pilotis e grandes terraços ou sacadas protegidas por lajes em balanço. O uso de pilotis no centro e norte do país foi viável e plenamente adaptável ao clima (Mindlin, 2000, p.34). Mas, devido ao caráter unitário do movimento, utilizado no sul do país sem a adequada resposta climática.

Dispositivos como *venezianas, persianas e outros tipos de postigo* também são elementos constantes na arquitetura brasileira em todos os momentos. Estes possibilitam, além de um conforto térmico mais adequado, pela possibilidade de sombreamento e ventilação dos espaços internos, um elemento compositivo de grande riqueza estética. Atuam, assim, como um moderador de temperatura e são eficazes no combate à umidade. Por isso, foram utilizados também no sul do Brasil, onde nos períodos de frio, a ventilação é necessária para combate à umidade e por motivos de higiene (Rivero, 1986, p.123). Nos estados do Sul, onde as diferenças de temperatura são consideráveis, com geadas frequentes e calor, é necessário combater o frio e proteger do calor.

Na arquitetura indígena brasileira já é possível encontrar elementos tecidos em palha e que serviam para fechamento e sombreamento dos espaços. No norte do país ainda é comum o emprego de trançados de palha, herança da arquitetura indígena, chamados *urupemas* (Corona; Lemos, 1972, p.330). Na arquitetura colonial, o uso de venezianas de madeira e de *muxarabis*⁴³ são comuns (figura 22). Estes permitem a obtenção de sombreamento e, ao mesmo tempo, a possibilidade de se olhar para o exterior sem ser observado. O muxarabi, de origem árabe, constitui uma testemunha da influência desta arquitetura na península ibérica, transplantada para o Brasil (Corona; Lemos, 1983, p.330). No ecletismo também foram utilizados, mas gradativamente, assim como os beirais do colonial pelas calhas e platibandas, foram sendo substituídos pelo uso de vidros simples ou coloridos (Reis Filho, 1987, p.37).

⁴³ Nome que se dá ao anteparo, geralmente de madeira, perfurado colocado na frente de uma janela ou na extremidade de uma saliência abalcoada, para se obter sombra e se poder olhar para o exterior sem ser observado (Corona; Lemos, 1983, p.330).



1



2

Figura 22 – Presença de muxarabis

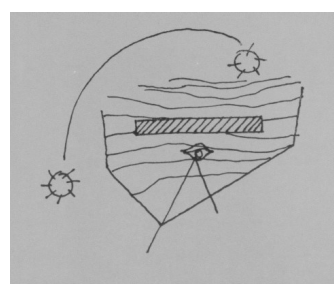
1. Sobrado em Diamantina (MG)
2. Sobrado em Olinda (PE)

Fonte: Fotos da autora

O neocolonial retoma a tradição de uma construção mais próxima da origem brasileira, a única que, segundo os seguidores desse movimento, ao responder diretamente às exigências do clima e dos materiais, poderia servir de base e de ponto de partida para uma interpretação construtiva das necessidades arquitetônicas do Brasil no pós-guerra (Mindlin, 2000, p.25). Incorporou, assim, elementos e características do colonial, retomando dispositivos e elementos de proteção contra a insolação. Exemplo disso é o Grande Hotel de Ouro Preto (1939), de Oscar Niemeyer (figura 23).



1



2



3

Figura 23: Grande Hotel de Ouro Preto(1939)

1. Vista geral
2. Esquema de insolação
3. Detalhe sacadas

Fonte: Cavalcanti, 2001

No período modernista surge o “*brise soleil*”⁴⁴, idealizado por Le Corbusier para o projeto de urbanização de Argel (1930-1934). Estudos sobre o movimento do sol, nas várias estações do ano, permitiram aos arquitetos brasileiros estabelecer um conjunto de regras para o emprego adequado do elemento. Composto em geral por lâminas paralelas, fixas ou móveis estes elementos concebidos inicialmente com uma finalidade estética transformaram-se num meio de expressão plástica que marcou a arquitetura brasileira (Bruand, 1983, p.12). De acordo com Mindlin (2000, p.33), o *brise soleil* adicionou um novo elemento à arquitetura brasileira, seja por sua independência com relação às janelas, seja pela intenção plástica nas fachadas, dando, quando fixo ou móvel, uma característica dinâmica. Para o autor, freqüentemente nestes elementos podem ser encontradas reminiscências e variações de rótulas, venezianas e persianas coloniais, seja como expressões de um passado que se reintegram no novo vocabulário em formação, seja como novas respostas dadas aos problemas permanentes dos climas tropicais e sub-tropicais (figura 24). Painéis de *cobogós*⁴⁵ ou de concreto pré-moldados, muito utilizados na arquitetura moderna brasileira, também atenuam a ofuscação ou sombreiam as fachadas. Diversas variedades de treliças e rótulas se inspiram em modelos anteriores, como os muxarabis (Mindlin, 2000, p.33).

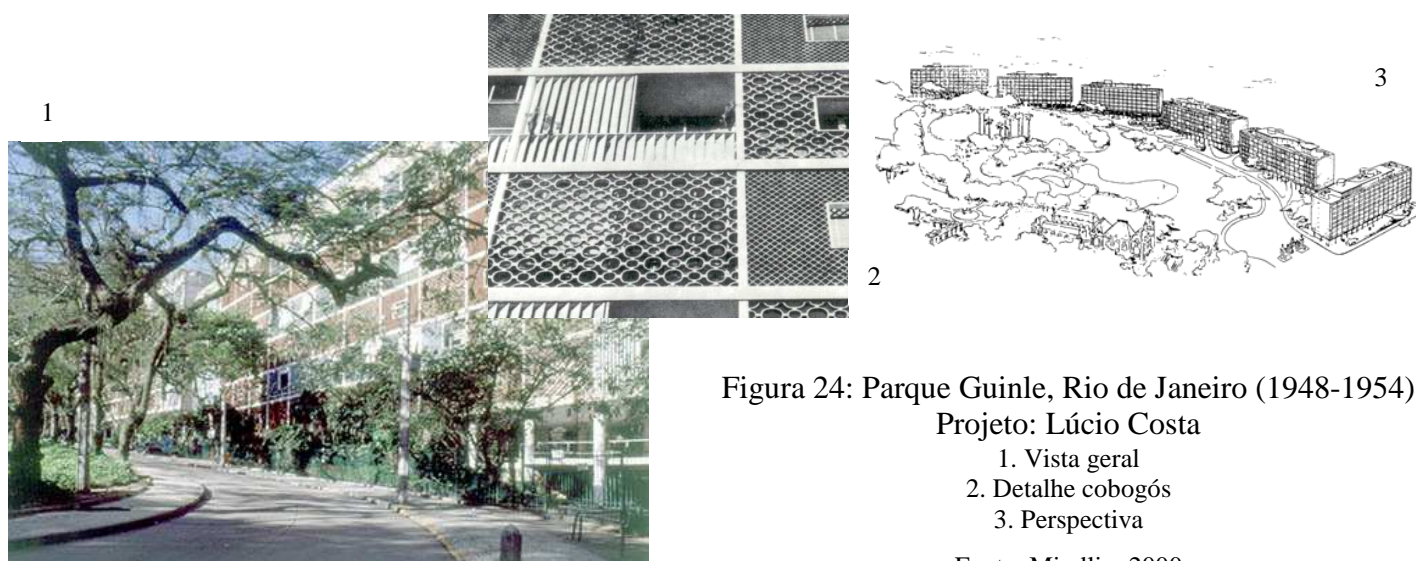


Figura 24: Parque Guinle, Rio de Janeiro (1948-1954)

Projeto: Lúcio Costa

1. Vista geral
2. Detalhe cobogós
3. Perspectiva

Fonte: Mindlin, 2000

⁴⁴ Termo francês, cuja tradução literal é quebra-sol. Segundo Ching (1999), quebra-sol é qualquer um entre uma série de dispositivos externos que consistem em lâminas horizontais e verticais, inclinadas para proteger uma janela da incidência direta da luz solar.

⁴⁵ Nome que se dá ao tijolo furado ou elemento vazado feito de cimento empregado na construção de paredes. Nome que se generalizou para designar os elementos celulares usados como quebra-sol (Corona; Lemos, 1972, p.138).

Prédios como o da Associação Brasileira de Imprensa (figura 26), dos arquitetos Marcelo e Milton Roberto e o Ministério da Educação e Saúde (figura 25), que teve como consultor Le Corbusier e cujo projeto foi desenvolvido por Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Carlos Leão, Jorge Moreira, Afonso Reidy e Ernani Vasconcelos, no Rio de Janeiro são exemplos da utilização do *brise* na arquitetura moderna brasileira.



1



2

Figura 25: Ministério da Educação e Saúde (1937-1943), RJ

1. Vista geral
2. Detalhe brise

Fonte: Montezuma, 2002



1



2

Figura 26: Prédio da Associação Brasileira de Imprensa (1936-1938), Rio de Janeiro

1. Vista geral
2. Detalhe brise

Fonte: Fotos da autora

Os procedimentos de sombreamento, no entanto, só resolvem o problema do calor, quando associado a um *sistema de circulação de ar*. A solução mais racional e de emprego mais freqüente é a ventilação cruzada ou o estabelecimento de correntes de ar que atravessem o edifício. Várias soluções de ventilação foram adotadas no Brasil ao longo do tempo, quase sempre associadas à orientação adequada do edifício, o que se constitui um meio eficaz de combate ao calor, muito utilizado na arquitetura brasileira (Bruand, 1983, p.13).

Além da utilização da ventilação cruzada para o combate a umidade, é possível encontrar outras soluções utilizadas que visam à proteção da edificação contra a ação das águas da chuva e da umidade. As soluções são encontradas em todo o país, mas especificamente no sul estas se intensificam, uma vez que a questão se agrava nesta região. Assim, entre as soluções adotadas, podemos destacar, no período colonial, o uso de elementos como cunhais, socos, beirais (figura 27) e coberturas com inclinações diferenciadas dos telhados, na parte próxima aos beirais, objetivando levar para longe das paredes a água das chuvas. A utilização de telhas verticais, colocadas sobre as paredes como revestimento, comum na parte superior dos sobrados, também é uma solução que visa à prevenção da umidade nas alvenarias.

2

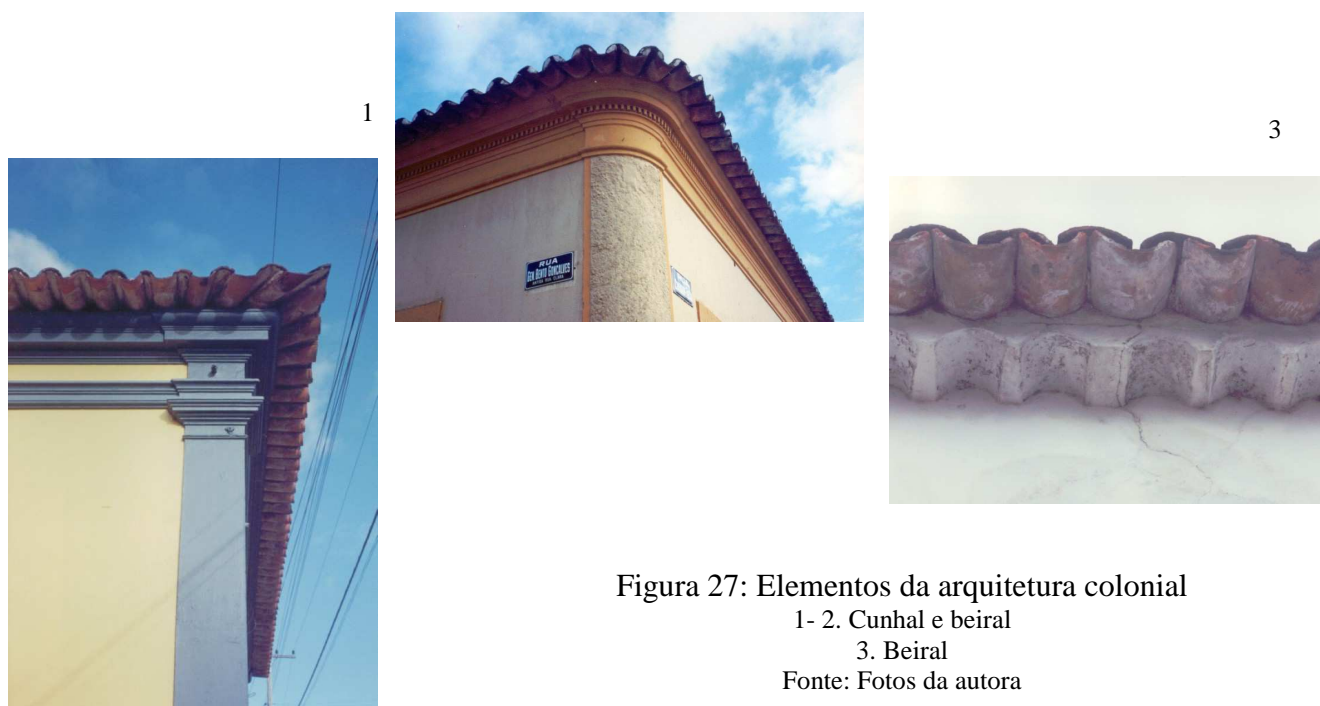


Figura 27: Elementos da arquitetura colonial

1- 2. Cunhal e beiral

3. Beiral

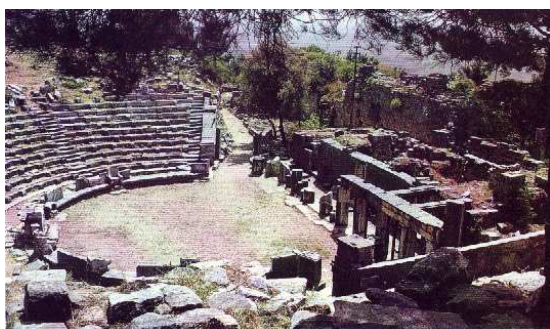
Fonte: Fotos da autora

Uma tipologia que possuía grande eficácia contra umidade é a casa de porão alto, característica do ecletismo brasileiro, transição entre os sobrados coloniais e as casas térreas, (Reis Filho, 1987, p.40). Os porões, mais ou menos elevados, tinham a presença de óculos ou seteiras com gradis de ferro, o que permitia a circulação do ar sob a residência.

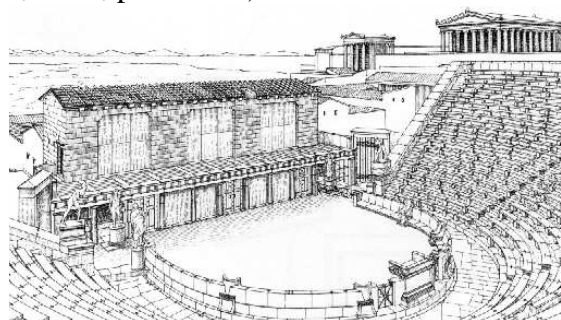
6.1.2 Conforto acústico

6.1.2.1 Harmonia entre os sons nos teatros gregos

Um exemplo significativo de preocupação com o conforto acústico vem dos teatros gregos (figura 28). Estes eram locais ao ar livre onde eram realizados espetáculos dramáticos e atléticos. Vitruvius, no Livro Quinto, cita todas as preocupações relativas ao conforto acústico necessário e que devem ser obedecidas nestes espaços. Após dissertar longamente sobre harmonia e sons musicais⁴⁶, recomenda *que nenhum lugar no teatro permaneça surdo, mas que nele a voz possa fluir tão claramente quanto possível* (Polião, 1999, p 126). Recomenda a colocação de vasos de bronze, fabricados de tal forma que quando percutidos façam com que os sons musicais ressoem em seqüência. Estes deveriam ser colocados entre os assentos do teatro e não deveriam encostar em nenhuma parede, *tendo em seu redor espaços vazios, segundo proporções musicalmente estabelecidas*. Assim, segundo Vitruvius, a voz proferida no palco, como de um centro, propagando-se em círculos e atingindo cada um destes vasos, ocasionaria *um aumento de nitidez sonora e, num acorde, uma consonância harmoniosa entre os sons* (Polião, 1999, p 126-127).



1



2

Figura 28: Teatro Grego, Priene

1. Vista

2. Perspectiva (reconstituição)

Fonte: Lawrence, 1998

⁴⁶ Ver Polião, 1999, p.124-126.

Na Idade Média a cultura era essencialmente transmitida por via oral: pregação dos monges, leitura escutada da Bíblia e, de livros religiosos e profanos, canto litúrgico, poesias cantadas por trovadores e jograis. Os santuários e igrejas onde convergiam os peregrinos, vindos dos mais diversos pontos do mundo cristão, e as capelas, centro de romarias locais, podem ser considerados foco de irradiação dessa cultura oral. Havia a crença de que *nas questões de fé, para se chegar à verdade, o ouvido era superior à vista* (São Bernardo) e isso fez com que os espaços das igrejas, catedrais, abadias e mosteiros oferecessem boas condições acústicas para a prática da oratória e o exercício do canto.

Um exemplo de preocupação com a acústica é o projeto da abadia de Le Thoronet, Provence, França. Afirma-se que o local possui uma sonoridade quase mágica, isso, segundo alguns, se deve muito às proporções da igreja que, por sua vez, estão relacionadas ao *número áureo*. Em Le Thoronet, retângulos e triângulos áureos encontram-se interligados, contribuindo para a harmonia das formas e a unidade de suas proporções. E, sem dúvida, é isto que garante a harmonia dos sons e a unidade sonora excepcional desse templo (Marchart, 2006). Le Corbusier, já no modernismo, passou um tempo na Abadia de Thoronet (figura 29) enquanto concebia o convento dominicano de La Tourette (figura 30), pois julgava que cada detalhe dessa abadia representava um princípio de arquitetura criativa.



Figura 29: Igreja Le Thoronet (1160-1175)

Fonte: Marchart, 2006



Figura 30: Igreja La Tourette, (1957-1960)

Fonte: Marchart, 2006

Outro exemplo interessante está na Casa El Capricho (figura 31), projetada por Gaudí. Nela, o arquiteto utiliza o som como um efeito surpresa. Nas janelas de guilhotina, coloca contrapesos metálicos que ao abrir e fechar das janelas, oscilam, produzindo sons inusitados (Zerbst, 1985, p.50).



Figura 31: El Capricho (1883-1885)

Fonte: Zerbst, 1985

6.2 ESPÍRITO DO LUGAR (GENIUS LOCI)

*Espírito do lugar ou genius loci*⁴⁷, é um conceito da Antiguidade. Tinha um sentido sagrado. Acreditavam que existia um *espírito do lugar*, guardião para cada cidade, uma divindade que presidia tudo o que ocorria em um determinado lugar. Estava presente não só nas edificações, mas também nas pessoas, no comportamento, na vida que se desenrolava. Para eles, cada lugar onde ocorria a vida continha seu próprio *genius*, sua própria personalidade, que se manifestava tanto na locação como na configuração espacial e na caracterização da articulação. Assim lugares estavam governados pelo *genius loci*, por um guardião, por uma divindade local, que dava personalidade própria ao lugar e influenciava todos os seres e coisas pertencentes ao seu domínio.

⁴⁷ *Genius* = espírito; *loci* = lugar. *Locus* (palavra latina que significa lugar, sítio, local, posição)

O *genius loci* ou *espírito do lugar* é o senso de continuidade e autenticidade de um dado local e os seus princípios são fundamentalmente importantes para a arquitetura e o urbanismo. O conceito de *genius loci* diz respeito à qualidade da experiência urbana. Contempla dimensões da história e da cultura, dando significado e fornecendo referências a experiências futuras. Através da sensibilidade e percepção, se busca a descoberta e reinterpretação da história e símbolos, bem como as qualidades e potencialidades de cada local. Busca-se perceber o *espírito do lugar*, para a partir daí lançar diretrizes projetuais. O conceito de *genius loci*, assim, adquire grande importância quando se pensa em uma arquitetura que respeite e leve em consideração as características locais. Segundo Tomich (2002, p.33), entre os elementos que definem o *espírito do lugar*, estão:

- características físicas do local (geografia, topografia, clima, padrões urbanos);
- atividades dinâmicas (manipulação da forma do edifício e a sua repercussão social);
- significados (funcional, cultural, histórico, simbólico).

Ao longo da história, a idéia de *genius loci* recebeu várias (re)interpretações: com Lord Burlington (1731); nos tratados renascentistas de Andréa Palladio e Milizia; com Christian Norberg-Schulz⁴⁸; com Tadao Ando (1992) e Aldo Rossi (1995) e mais recentemente com David Pearson (1994) e Christopher Day (1990).

“O que caracteriza hoje o espírito do lugar não é uma visão simplista ou um retorno dimensional à história ou à terra. Embora, seja nosso despertar para terra e para a história...é a estimulação para descoberta da energia vital da terra, do vento, da água.É a energia que necessitamos dirigir”. Tadao Ando

[...] o locus, aquela relação singular mas universal que existe entre certa situação local e as construções que se encontram naquele lugar. [...] o locus assim concebido acaba pondo em relevo, no interior do espaço indiferenciado, condições, qualidades que nos são necessárias para compreensão do fato urbano determinado.

Aldo Rossi

⁴⁸ Em seu livro *Genius Loci – Towards a phenomenology of architecture* (1979).

De acordo com Del Rio (1990, p.69) *genius loci* é uma *qualidade holística que expressa a identidade, o caráter e a qualidade de um lugar*. É, portanto, possível gerar novos ambientes de qualidade buscando inspiração no passado, no *genius loci*, nas necessidades e valores particulares das pessoas comuns e que muito disto vai depender em aprendermos como escutar as pessoas não profissionais, compreender o que querem, como eles vêm e realmente como colaborar com eles. Para Day (1990, p. 17), os lugares não podem se comunicar através de palavras, mas o homem pode perceber o que ele requer, o que ele aceita. O projetista deve, portanto, perceber o espírito do lugar.

Em um sentido natural-espacial, a orientação a respeito do *genius loci* implica na definição, mediante arquitetura e urbanismo, de uma relação experimental com o entorno geográfico, climático, geomorfológico e com a flora e a fauna característica de uma determinada área onde se realizará o projeto. Assim, nos dias atuais, a orientação a respeito do *genius loci* supõe relacionar a arquitetura e o urbanismo com a história de um lugar determinado, considerando a cidade e seus bairros como componentes de uma herança viva do passado (Franco, 2001, p.71).

6.3 INSPIRAÇÃO NA NATUREZA

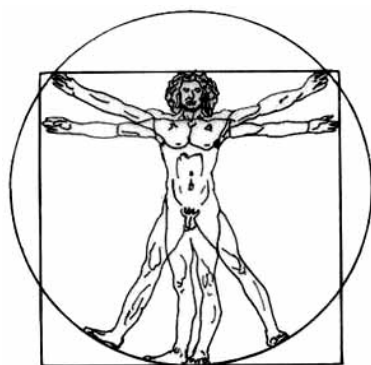
Ao longo da história da arquitetura e da construção é possível identificar vários exemplos de elementos de composição arquitetônica que se baseiam em formas presentes na natureza e no meio ambiente, bem como a presença de relações entre a arquitetura e princípios inerentes ao mundo natural. Os exemplos a seguir demonstram a natureza como um *modelo, que inspira* e instrui a produção da arquitetura.

As civilizações egípcias e da Grécia antiga estudaram as formas naturais e o corpo humano e o transformaram em uma abstração geométrica. Utilizavam o círculo, a elipse, o triângulo e o retângulo para obter proporções harmônicas nos seus edifícios. Esse era um modo de harmonizar suas relações com os Deuses, com os espíritos da Terra e com o cosmos (Pearson, 2002, p.30).

Assim, a arquitetura grega buscou como referencial a escala e proporção da natureza, adaptando seus edifícios a isso, na busca de harmonia e perfeição. A natureza, para

os gregos, era a criação máxima de Deus, e, portanto, o elemento mais próximo da *perfeição*, ideal procurado pela estética Clássica. Os gregos tomaram como base às proporções do corpo humano para realizar suas construções. Isto é o que se chama em arquitetura de escala humana⁴⁹. Com relação às medidas, estas eram igualmente baseadas em partes do corpo humano como dedos, mãos, pés e braços.

No livro terceiro Vitruvius orienta que a composição dos templos deveria levar em consideração uma proporção análoga a uma figura humana bem constituída, onde existe uma harmonia perfeita entre todas as partes. Assim,



[...] as partes dos edifícios sacros devem corresponder com muita exatidão ao conjunto em toda a sua grandeza a partir de cada um dos elementos. Analogamente, o umbigo é o centro médio natural do corpo, porque, de fato, se um homem for posto deitado, com mãos e braços estendidos, e a ponta de um compasso for colocada em seu umbigo, descrevendo-se uma circunferência, os dedos das mãos e dos pés serão tocados pela linha. E ainda, assim como o corpo sujeita-se ao esquema da circunscrição, do mesmo modo submeter-se-ia á quadratura. Com efeito se o corpo fosse medido da planta dos pés até o sincipício, e essa medida fosse transportada para os braços estendidos, encontrar-se-iam as mesmas altura e largura, da mesma forma que nas superfícies quadradas traçadas com esquadro (p.93).

Figura 32: Interpretação de Leonardo da Vinci do homem de Vitruvio com as proporções áureas relacionadas

Fonte: Doczi, 1990

De acordo com Doczi (1990, p.93) essa relação adjacente do corpo humano com o círculo e o quadrado é baseada na idéia da “quadratura do círculo” que tanto fascinou os antigos. Essas formas eram consideradas perfeitas e até sagradas: o círculo simbolizava as órbitas celestes e o quadrado representava a estabilidade da terra. Os dois combinados no corpo humano sugerem, simbolicamente, que unimos dentro de nosso corpo as diversidades do céu e da terra. As proporções do corpo humano estão dentro das proporções da seção áurea. Essa proporção impressiona por ser harmoniosa e agradável, o que foi comprovado cientificamente por diversas vezes. Estudos revelam que esta proporção aparece freqüentemente em padrões de crescimento orgânico na natureza (figura 32).

Também a figura humana e as formas da natureza inspiraram os arquitetos gregos a criarem elementos para suas edificações. Exemplo disso são as ordens e colunas gregas. Vitruvius, no livro quarto, explica a origem e a simbologia das ordens comparando-as a

⁴⁹ Escala humana, na arquitetura, se baseia nas dimensões e proporções do corpo humano (Ching, 1998, p.316).

caracteres humanos. A ordem dórica (figura 33) com uma *imagem viril* representando “as proporções, a firmeza e a beleza do corpo masculino”; a ordem jônica (figura 34) representando a *esbeltez feminina*: “a graça do corpo feminino”, com “*volutas como se fossem mechas de cabelos num penteado em forma de anéis pendentes, com molduras e festões à maneira de madeixas e com estrias por todo o fuste como se fossem pregas de uma estola matronal*” e a ordem coríntia (figura 35) que procurava reproduzir a *delicadeza virginal*, com ornamentos mais graciosos. Neste último capitel a inspiração foram as folhas de acanto, folhas estas que se encontravam sobre o túmulo de uma jovem em Corinto (Polião, 1999, p.107).

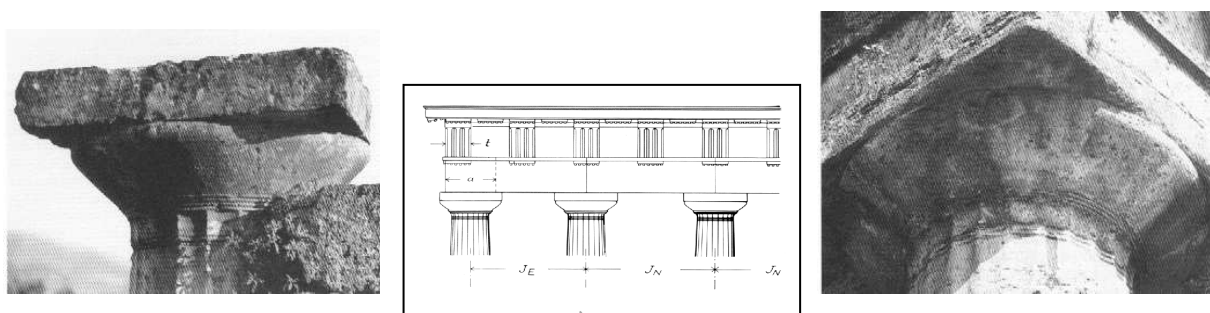


Figura 33: Coluna e capitéis dóricos
Fonte: Norberg-Schulz, 1999; Lawrence, 1998

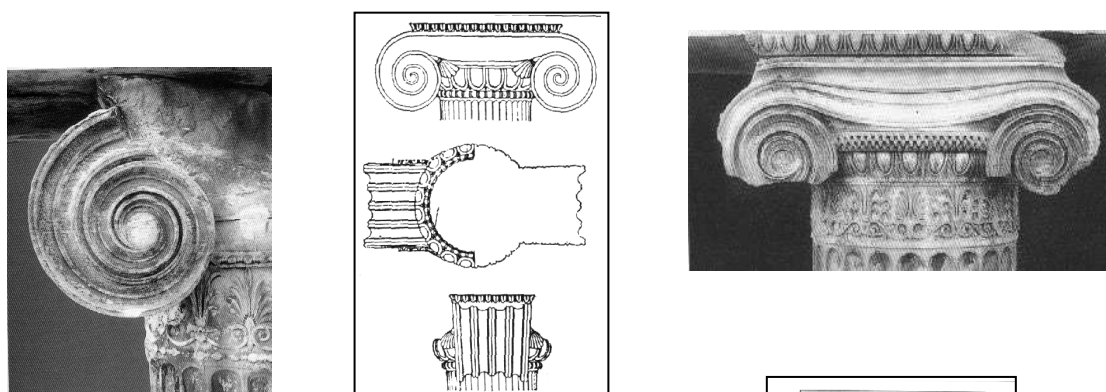


Figura 34: Coluna e capitéis jônicos
Fonte: Norberg-Schulz, 1999; Lawrence, 1998



Figura 35: Coluna e capitel coríntio
Fonte: Norberg-Schulz, 1999; Gombrich, 1999

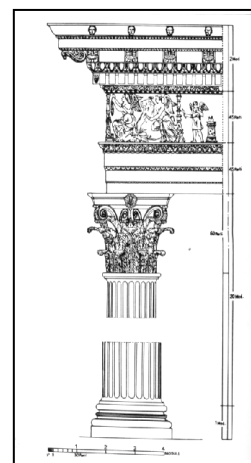




Figura 36: Folha de acanto natural e estilizada

Fonte: Summerson, 1982

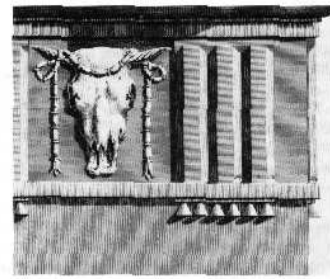


Figura 37: Bucrânio
ornamento inspirado em uma cabeça de boi

Fonte: Summerson, 1982

É importante salientar que as colunas egípcias já possuíam inspiração em elementos da natureza. O capitel da coluna egípcia, perfeitamente geométrico, tinha os ornatos na base e no alto da coluna estilizando a flor de lótus e papiro. Também em móveis motivos florais, grinaldas e animais aparecem nas decorações.

Colunas em forma de estátuas femininas (figura 38), chamadas de cariátides, também são comuns na arquitetura grega. *Vestidas* por drapeados, quando vistas de frente parecem caneluras, comuns nas ordens jônicas. Na Tribuna das Cariátides no Erecteion, na Acrópole de Atenas, pode ser visto este elemento, que, de acordo com Gympel (1996, p.11) se constitui em uma figura humana no lugar de um elemento arquitetônico de sustentação. Sua utilização, segundo o autor, é um reconhecimento formal da união do homem e da arquitetura.



Figura 38: Tribuna das Cariátides, Erecteion

Fonte: Lawrence, 1998

Variante da cariátide clássica a coluna feita por Gaudí, como mostra a figura 39, no Parque Güell, tem, segundo Zandt (1997, p.51), inspiração em uma lavadeira, com avental e mangas arregaçadas, levando uma trouxa de roupa na cabeça. Segundo o autor, é bem provável que seja uma homenagem de Gaudí as pessoas comuns e humildes.



Figura 39: Detalhe de pilar - Parque Güell
Fonte: Zerst, 1985.

Como reação ao predomínio excessivamente científico do Renascimento surge o Movimento Arts and Crafts, onde pensadores como Ruskin, Pugin, Morris e Viollet-le-Duc propõem princípios arquitetônicos inspirados em formas e processos da natureza, e fomentam tradições da construção medieval.

O *Art Nouveau*⁵⁰ também buscou referenciais em formas e elementos da natureza. As formas fluídas e orgânicas tinham como inspiração a natureza, mas não uma cópia da mesma, mas a síntese e aplicação em formas mais livres e imaginativas. Os artistas e arquitetos idolatravam a natureza, mas por natureza referia-se a uma cálida e intensa vitalidade natural. O que propunham era a busca de *raízes mais profundas da criação natural para descobrir os processos ocultos que determinavam o crescimento e desenvolvimento das plantas e animais* (Barilli, 1991, p.12).; A acentuação linear sobre os demais componentes lingüísticos; o uso de formas fluidas e linhas entrelaçadas; o uso de formas assimétricas, derivadas da natureza e reinterpretadas pelo artista e o movimento (sinuosidade, transparência) e a aliança entre o formal e o funcional são as principais características formais

⁵⁰ Aplica-se o termo *art nouveau* ao estilo da arquitetura e das artes que floresceu nas últimas décadas do séc. XIX e no início do séc. XX, mais ou menos entre 1880 e 1905.

da tendência orgânica deste movimento, cujos principais representantes foram Van de Velde, Vitor Horta e Antoni Gaudí.

Tendo como base as teorias e os estudos desenvolvidos no *art nouveau*, o *organicismo* surge como um movimento paralelo ao funcionalismo. As reações às condições sub-humanas da sociedade industrial, no início do séc. XX levam, em um dos caminhos vislumbrados, a um *retorno à natureza*. Neste momento teorias como a *antroposofia*⁵¹ de Rudolf Steiner, procuraram harmonizar a evolução humana com o universo. O conhecimento da natureza também foi uma alternativa para os arquitetos e demais artistas que buscavam uma saída para o rígido historicismo do clássico (Gympel, 1996, p.80).

O organicismo surge como um produto intuitivo, uma busca do particular com formas múltiplas concebidas como um organismo que cresce segundo as leis naturais (De Fusco, 1981, p.355). A *arquitetura orgânica* se baseia na individualidade e se volta para a paixão pela vida, natureza e formas naturais e está envolvida com a vitalidade do mundo natural e com as formas e processos naturais (Pearson, 2001, p.8). Os edifícios não são tratados de maneira isolada, mas se pretendem criar com sua configuração uma harmonização entre a paisagem e a natureza (Gympel, 1996, p.102). O caráter demasiado mecânico do funcionalismo europeu recusava qualquer tipo de adaptação às condições locais. Partilhando a posição de recusa da decoração e do historicismo, o organicismo entendia, por sua vez, que cada edifício, qual organismo vivo, *deveria se adaptar às condições concretas do ambiente* em que se integra, tendo em conta aspectos como a integração paisagística, a luz, o calor, os materiais da região e mesmo o bem-estar físico e psicológico dos habitantes desse mesmo edifício.

Gaudí (1852-1926) pode ser considerado um dos precursores e representantes mais significativos do organicismo. Para Gaudí a natureza é inspiração e modelo. Ele observou as formas naturais e foi um ousado planejador de estruturas. Projetou estruturas equilibradas que se sustentam *como uma árvore*. Seus projetos tinham vários níveis de significado, mas, principalmente, possuíam um sentido simbólico-religioso e simbólico-naturalista (Pearson, 2002 p.34). A orientação simbólico-naturalista impregnou a forma e a estrutura dos seus

⁵¹ Ver item 6.4 Conceitos geradores de projeto, deste capítulo, p.191.

edifícios. Gaudí teve a oportunidade formas geométricas antes não utilizadas na arquitetura, mas presentes na natureza em grande número.

A inspiração em elementos da natureza pode ser evidenciada, por exemplo, na grade de ferro forjado da Casa Vicens, cujo desenho se inspira na folha de palmeira; nos pilares do Parque Güell, e da Cripta da Colonia Güell, que *imitam* as árvores existentes no local; nas janelas da Cripta da Colônia Güell que *imitam* gotas; na decoração associada aos edifícios (Sagrada Família) que retrata animais e elementos da natureza.

O banco que *serpenteia* e delimita o terraço do Parque Güell, figura 40, foi projetado segundo as proporções do corpo humano. Para desenhar a forma vertical do banco, conta-se que Gaudí fez um homem sentar em cima de um molde de gesso, utilizando o mesmo como modelo para o banco.



Figura 40: Parque Güell

1. Caminho
2. Banco

Fonte: Zerbst, 1985

Gaudí também preservou e se valeu de elementos que encontrava na natureza e os incorporou em seus projetos. Na Cripta da Colônia Güell, desvia a escada de acesso pela presença de um pinheiro existente no local. No Parque Güell, mantém a presença de árvores naturais nos caminhos.

A *arquitetura orgânica* tem seu auge com Louis Sullivan e Frank Lloyd Wright. O primeiro porque enunciou o conceito chave do desenho orgânico “*a forma segue a função*”, o segundo, pelo profundo amor que professava pela natureza (Pearson, 2002, p.36).

Frank Lloyd Wright desejava que seus edifícios fizessem parte da natureza. O conceito do edifício surgia, assim, com naturalidade a partir de sua localização. Isso determinava, em seus projetos, uma forte relação do espaço interior com o exterior, uma integração do edifício com a topografia e com o clima, a importância da matéria bruta natural e a recusa da tipologia padrão em benefício da diversidade e do *enraizamento* na paisagem. Wright acreditava que o integrar a arquitetura na paisagem deixaria o ser humano experimentar e participar do encantamento da beleza natural podendo alcançar com isso maior plenitude para a vida (figura 41). Acredita que quanto mais o homem se relacionasse com a natureza, mais o seu bem estar pessoal, espiritual e físico cresceria e se expandiria como resultado dessa associação. Acredita que somente a natureza poderá devolver o homem a si mesmo e permitir um harmonioso desenvolvimento da pessoa como totalidade (Pfeiffer, 2004, p. 12). Com base nesse ponto de vista, os seus edifícios eram colocados na paisagem e tinham como objetivo deixar que o ser humano experimentasse e participasse das alegrias e beleza do mundo natural. Assim, ofereceu soluções sob forma de arquitetura, mostrando harmonia entre edifício e natureza (figura 41). Projeta estruturas segundo princípios da natureza e cuja própria forma revela as formas da natureza, como na estrutura interna projetada nas Oficinas Johnson, em Racine, Wisconsin. Segundo Pfeiffer (2004, p.57), na sala de trabalho principal, uma *floresta* de finas colunas brancas de concreto se elevam para se abrir em cima e formar o teto, sendo o espaço entre os círculos cheios de clarabóias feitas de tubos de vidro (figura 42).



Figura 41: Casa Kaufmann (Casa da Cascata)
1935-1939
Fonte: Nash, 1996

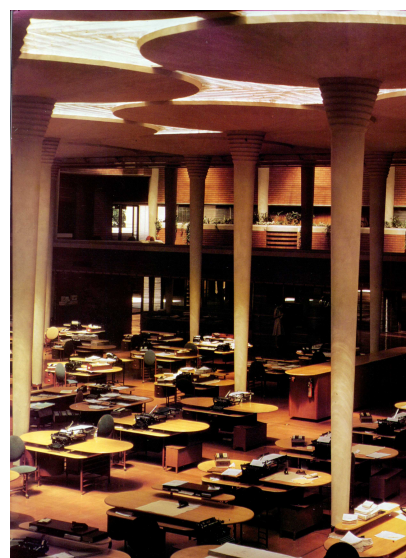


Figura 42: Interior Fábricas Johnson (1939)
Fonte: Nash, 1996

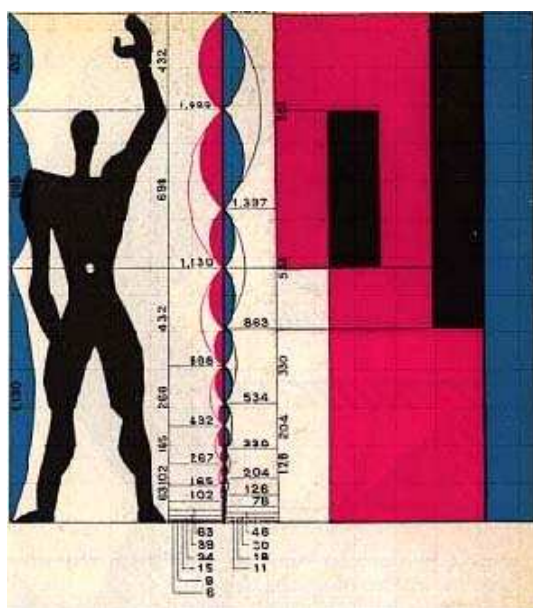
Segundo De Fusco (1992, p. 365), na Casa da Cascata, Casa Kaufman ou *Fallingwater* (1936-1939), em Bear Pun, Pensylvania, a configuração espacial e inserção na paisagem não teriam sido possíveis sem um *interesse particular pela natureza*, pelas características dos materiais, pelo imprevisto, *pela relação arrojada entre a natureza e o projetado*. O que Wright fez nessa casa foi colocar seus ocupantes numa íntima relação com o terreno, com o vale, com a folhagem e as plantas nativas. Onde quer que o usuário se encontre no interior da construção, consegue perceber o ambiente envolvente que é incorporado na vida diária, caracterizando a integração do espaço construído com a natureza.

Ainda dentro do Movimento Moderno de arquitetura podemos destacar o arquiteto finlandês Alvar Aalto. Seus edifícios unem aspectos tradicionais da arquitetura vernacular finlandesa, da antiga Grécia e do Japão com uma arquitetura inovadora, com um estilo pessoal único e característico. Em seus edifícios o uso freqüente da luz zenital, a folhagem natural e as plantas se integram com as superfícies interiores. Utiliza a natureza como uma forma de identidade (nacional). Realiza uma *arquitetura humana*, buscando conciliar o projeto às necessidades do homem. Utiliza as formas, cores, iluminação e materiais para proporcionar maior conforto - térmico, acústico, iluminação e psicológico - aos usuários.

Exemplo da integração edifício e natureza é Vila Mairea (1939), na Finlândia. Para projetar o edifício, Alvar Aalto privilegiou o contacto com a natureza. Inserida na floresta, a casa articula-se com o espaço envolvente ora recorrendo a materiais locais como a madeira ou na forma como quase se funde com o pano de fundo que é a floresta, através da sua organização em “U” e da grande abertura da casa para o exterior. Aalto deu grande relevância ainda á luz, ao modo como esta penetra na casa e afeta os espaços, cria ambientes.

O interior da residência Aalto visualiza como um bosque finlandês, trabalhando com colunas de aço negro, revestidas de diferentes materiais, para sugerir o centro dourado dos pinheiros e a variedade da natureza. As colunas são postes de madeira que sustentam a escada e a entrada e a sensação que se têm quando se passa por estes espaços é que se está rodeado de árvores. A “tela” de postes fecha o ambiente e a forma de troncos altos retos das árvores da rua. Eles “diminuem” e filtram a luz do dia.

Ainda dentro do Movimento Moderno, Le Corbusier desenvolveu seu sistema de proporcionalidade: o *Modulor* (Figura 43), principalmente *para organizar as dimensões daquilo que contém e daquilo que é contido*. Ele via as ferramentas de medição da antiguidade como sendo infinitamente ricas e sutis, pois formavam parte da matemática do corpo humano. Baseou, portanto, sua ferramenta de medição tanto na matemática (seção Áurea) e nas proporções do corpo humano. Le Corbusier via o Modulor não apenas como uma série de números com uma harmonia inerente, mas como um sistema de medidas que poderiam governar comprimentos, superfícies e volumes e manter a escala humana em qualquer lugar. Acreditava que o seu sistema de medidas satisfaria tanto às exigências de beleza – por ser derivado da seção áurea – quanto as funcionais – porque adequado às dimensões humanas. Para ele, este era um instrumento universal, fácil de empregar e que poderia ser utilizado por todos para obter beleza e racionalidade nas proporções de tudo que seria produzido pelo homem.



6.4 CONCEITOS GERADORES DO PROJETO

Conceitos são idéias que integram vários elementos em um todo. *Conceitos* em arquitetura sugerem *um modo específico de conjugar exigência programática, contexto e intenções*. Há cinco tipos de conceitos: *analogias*, *metáforas*, *essências*, *conceitos programáticos* e *ideais*. *Analogias* identificam relações possíveis e literais entre as coisas⁵²; *metáforas* indicam correlações entre coisas mais abstratas que literais; *essências* concentram aspectos de pontos mais complexos em declarações explícitas; *conceitos programáticos* são os que derivam de respostas pragmáticas ou programáticas e *ideais* são idéias que representam valores universais (Snyder; Catanese, 1984, p. 210, 223).

Existem vários exemplos da utilização de analogias e metáforas com elementos, características e princípios da natureza como conceitos geradores de projeto. Vamos, aqui, selecionar alguns desses exemplos como forma de ilustrar este amplo espectro de possibilidades.

6.4.1 Analogia com o orgânico

A natureza é a inspiração fundamental da *arquitetura orgânica*, por exemplo. Os organismos vivos, segundo Pearson (2002, p.10), tanto em suas formas externas como suas estruturas internas oferecem ao projeto incontáveis idéias e *conceitos*. A *arquitetura orgânica* trabalha com metamorfoses, com processos de crescimento e transformação e com a idéia de projeto partindo do interior. Também faz analogia com um organismo, um todo indivisível.

6.4.2 Analogia antropológica

Rudolf Steiner, pensador austríaco, pesquisou trabalhos científicos de Goethe, sobre a morfologia e a metamorfose das plantas e animais. Baseado nestes estudos chegou à idéia do princípio da metamorfose da forma e desenvolveu um processo intuitivo particular que denominou *organischen Baugedanken*⁵³. Aplicou princípios da criação das formas do mundo

⁵² Pode ser uma imagem de projeto (apropriada para outro projeto); sensações ou aspecto simbólico, uma linguagem arquitetônica, a obra de um arquiteto ou artista ou uma teoria/pensamento.

⁵³ Pensamentos estruturais orgânicos

natural para criar uma relação entre as partes e o todo. A *arquitetura antroposófica*⁵⁴ se encontra, portanto, vinculada à metamorfose da forma e às sensações que essas formas são capazes de exercer. Um edifício bem projetado, segundo esse conceito, é capaz de exercer um efeito curativo e apoio espiritual sobre os indivíduos e sociedade. Esse estilo arquitetônico unia o *espírito e a matéria*, com uma interação entre as partes e o todo (figura 44).



Figura 44: Arquitetura antroposófica, Rudolf Steiner

Fonte: Shoenauer, 1984

6.4.3 Analogia biológica antropomórfica

A Escola biomórfica na Arquitetura se configurou como uma tendência nos anos 90, do século XX, escolhendo a biologia como metáfora e referência estética para a criação de formas a serviço do espaço humano e na produção de artefatos de consumo em larga escala, principalmente em automóveis e eletrodomésticos. Na Arquitetura alcançou uma importância maior, a partir da década de 20. Tendo como referência as formas da natureza, quando arquitetos e designers se inspiram e criam a partir do corpo humano para definir a forma de suas obras, que irá responder a uma função, dizemos que fizeram uma *analogia biológica antropomórfica*. Partes do corpo humano ou ele como um todo, em uma posição específica, podem servir para criar uma forma (Jencks, 1975, p.109).

⁵⁴ Como seguidores dessa tendência atualmente podem ser destacados Imre Makovecs, Eric Asmussen, Tomas Rau, Christopher Day e outros.

6.4.4 Analogia com os cinco elementos da natureza

Feng Shui (Kan Yu) ou arquitetura ambiental chinesa se refere à avaliação da paisagem rural e urbana e ao estudo das influências dos ambientes sobre a saúde física e psíquica dos indivíduos. O Feng Shui orienta diferentes formas de usar a distribuição espacial como uma forma de arte e a energia como uma ferramenta de desenho. É a utilização de vários conhecimentos existentes na escolha, construção ou criação de espaços mais adequados e adaptados as necessidades físicas e psicológicas do homem. (Pietro, 1996, p. 119)

Baseia-se na teoria dos cinco elementos (madeira, fogo, terra, metal, água), cuja origem é a interação da sombra e da luz, do Yin e do Yang, as duas faces do Chi (energia vital). Tem como proposta básica relacionar a ação humana sobre a natureza com conseqüências sobre o próprio destino. A escola da forma no Feng Shui, aplicando a Teoria dos Cinco Elementos, busca interpretar a forma dos relevos e da vegetação, pretendendo acessar o caráter, a intenção, ou a vocação do lugar, o que pode ser entendido como a especialidade do local, ou as qualidades (boas ou más) inerentes ao local.

Faz relações e busca analogias para orientar os projetos ns cinco elementos da natureza:

- Madeira: sua forma característica natural é alongada e estreita. A forma geométrica é o retângulo e a linha reta. Os atributos são: crescimento, expansão, persistência, objetividade, induzindo crescimento em todos os níveis que se relacionam à primavera (germinação da semente, plantas e flores);

- Fogo, cuja forma característica natural associada, é a pontiaguda. A forma geométrica é o triângulo, a seta, a flecha. Os atributos são: nervosismo, atividade, ação, agressão, ruptura, transcendência, induzindo criatividade, excitação, êxtase, exaltação relativo ao verão (estação do calor, da exuberância da vegetação que cresce em todas as direções, da maturidade do ciclo sazonal);

- Metal, cuja forma natural correspondente é a esférica, redonda. A forma geométrica é o círculo, e os atributos são centralidade, controle, induzindo assepsia e reunião que são as características do outono (momento mais introspectivo ou contrativo do ciclo

natural é a estação da produção dos frutos e a colheita, expressando sobriedade, melancolia e frieza);

- Água (profundeza das águas), cuja forma natural característica é a onda; a forma geométrica, a linha sinuosa; e os atributos a calma e a tranqüilidade, induzindo tranqüilidade, introspecção características do inverno (momento de conservação e de recolhimento profundo da energia natural);

- Terra, o mundo, é o lugar do nascimento e da morte de todo o ciclo sazonal. A terra centraliza o movimento cíclico e o sustenta. A forma natural característica é pesada e massuda. A forma geométrica associada é o quadrado, tendo como atributos: peso, inércia, estabilidade, simetria, equilíbrio, solidez, ordem; induz segurança e estabilidade.

Os cinco elementos, segundo esta teoria, não são os elementos em si, mas representam arquétipos que influenciam diretamente na prosperidade e na saúde das pessoas. Na conformação de qualquer ambiente devem estar presentes todos os elementos, porém, baseada nas relações entre eles. A matriz dos cinco elementos constituirá uma dada configuração ao ambiente, positiva ou negativa, de acordo com a “intenção” daquele ambiente. Esta teoria pode valer como base conceitual tanto para ambientes interiores como para ambientes exteriores, pequenos como o terreno de uma habitação ou amplos como a cidade, por exemplo (Colombo et al, 2006, p.3595).

6.4.5 Analogia com sensações: igualdade, coletividade

A maior parte dos povos indígenas do Brasil central dispões as suas casas de modo a dar a aldeia uma forma circular, o que pode ser percebido nas figuras 45, 46 e 47. Segundo Silva (Novaes, 1983, p. 36), *os povos indígenas vêem no círculo a disposição ideal de suas casas*. O círculo tem um significado psicológico e simbólico muito importante. É a figura ideal para expressar idéias básicas de *igualdade, coletividade e intensidade da vida social*. Todas as habitações distantes do centro adquirem o caráter igualitário em relação ao “peso social”. Assim, pode-se utilizar a metáfora de “centro do mundo”, representado pelo centro da aldeia, onde se reúnem o conselho dos homens e se desenvolvem os rituais e a vida pública em geral. O espaço doméstico e feminino é também constituído por um círculo de unidades residenciais, as casas, onde se pode observar a aldeia, mas não ser visto. Um espaço privado,

onde não se entra sem ser convidado e onde se discutem e resolvem os assuntos privados da comunidade (Novaes, 1983, p.90).



Figura 45: Aldeia Krahô, Brasil

Fonte: Novaes, 1983



Figura 46: Aldeia Kayapó-Xikrin, Brasil

Fonte: Novaes, 1983



Figura 47: Aldeia Bororó, Brasil

Fonte: Novaes, 1983

O espaço indígena também se configura de acordo com a estrutura básica do espaço humano. Há a existência de um centro e de caminhos que chegam até lá. Em geral as habitações se localizam ao redor de um espaço central público. O público e o privado se apresentam como fechado e aberto respectivamente em diversos graus (Rummenhoeller, 2004). É possível perceber que apesar das sociedades indígenas serem muito diferentes entre si, em nenhuma delas há a especialização do espaço, como ocorre em nossa sociedade. O espaço indígena é integrado e menos compartimentado, nele se desenvolvendo as diversas atividades sociais e individuais (Novaes, 1983, p.4). Poucos são os espaços com acessos restritos a um grupo.

6.5 UTOPIAS

Embora a idéia da tecnologia alternativa aparecer como um fenômeno recente, como um sintoma da insatisfação com o progresso da tecnologia moderna, é possível encontrar, ao longo do tempo, muitos conceitos de tecnologias alternativas. A crítica aos modelos tecnológicos e sociais deram impulso a várias teorias e propostas, muitas vezes denominadas *utópicas*. As utopias, ao longo do tempo, vem permitindo observar atitudes passadas na busca de soluções que possibilitem melhor qualidade de vida e um tipo-ideal de cidade e arquitetura, ambientalmente e socialmente mais equitativa (Vale; Vale, 2000, p.22).

No momento da Revolução Industrial começa a surgir uma nova sociedade, e ambas, a Revolução industrial e social confirmou a decadência do momento anterior, mas sem criar uma nova ordem que pudesse satisfazer a necessidade humana de uma base existencial. No momento em que a cidade do séc. XIX começou a tomar forma própria ela provocou um movimento novo, de observação e reflexão, buscando a solução para os problemas da cidade como um todo. Assim começou-se a pensar em grandes mudanças qualitativas, envolvendo planejamento, edificação e *construção social*, demandando a construção de novas urbanizações, modelos para uma vida mais saudável com reformas sociais (Behling, 2002, p. 151). Os pensadores da época perceberam que a conformação da sociedade havia mudado, descaracterizando-se com o avanço do industrialismo e lançaram idéias e propostas que incluíam tanto o desenvolvimento social como o técnico e o artístico, bem como os condicionamentos apresentados pela sociedade, pela natureza e pela história.

De acordo com Choay (1999) por não poder dar uma forma prática ao questionamento da sociedade, a reflexão, em um primeiro momento, se situou na dimensão da utopia, orientando-se segundo as duas dimensões fundamentais do tempo: o passado e o futuro, para tomar formas da nostalgia ou do progressismo. A autora apresenta três modelos de urbanismo: *progressista, culturalista e naturalista*. Em dois momentos: pré-urbanismo e urbanismo propriamente dito. Estes diferindo em dois pontos: no pré-urbanismo as propostas são formuladas por generalistas (historiadores, economistas e políticos) e no urbanismo por especialistas, geralmente arquitetos e as idéias no momento do urbanismo serão aplicadas, não ficando unicamente no nível da utopia.

6.5.1 Modelo progressista

Definido a partir de obras de autores como Robert Owen, Charles Fourier, Richardson, Cabet, Proudon, que concebem o indivíduo humano como *tipo*, independente de todas as contingências e diferenças de lugares e tempo. A ciência e a técnica devem possibilitar a resolução dos problemas dos homens com o meio em que vivem. Esse pensamento é orientado para o futuro e dominado pela idéia de progresso e de *modernidade*.

No período considerado como urbanismo, dando continuidade as idéias progressista é concebida a *cidade industrial* de Tony Garnier, editada em 1917. A partir de 1928 o modelo progressista encontra seu órgão de difusão em um movimento internacional: o grupo dos C.I.A.M.⁵⁵, em 1933. Esse grupo propõe uma formulação doutrinária sob o nome de “A carta de Atenas”.

5.5.1.1 Robert Owen

Ex-operário, em 1817 lança diretrizes a uma série de comunidades semi rurais, auto-suficientes. As cidades teriam:

- uma população entre 300 e 2000 pessoas, de preferência de 800 a 1200 pessoas, ocupadas no trabalho industrial de produtos da terra;
- um acre por pessoa para o cultivo da terra;
- organização funcional das edificações;
- apartamentos privados, que poderiam ter um a quatro andares;
- alimentação coletiva;
- produção excedente produzida pelo trabalho da comunidade, trocada livremente;

implantação: Orbiston (Inglaterra) e New Harmony (EUA)

6.5.2 Modelo culturalista

Esse modelo é extraído das obras de John Ruskin e William Morris e ainda é reencontrado no fim do século – com o urbanismo - nas idéias de Ebenezer Howard. Neste

⁵⁵ Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna.

modelo, o ponto de partida crítico não é a situação do indivíduo, mas do agrupamento humano, da cidade. Dentro disso, cada indivíduo, por sua particularidade e sua originalidade constitui um elemento insubstituível em uma comunidade (Choay, 1979, p.13).

Ao contrário da aglomeração do modelo progressista, a cidade culturalista deve formar um contraste sem ambigüidade com a natureza, cujo estado mais natural tenta conservar-se. William Morris chega a propor “reservas paisagísticas”. As dimensões da cidade são modestas, inspiradas nas cidades medievais. Busca-se a irregularidade e assimetria, que são marca de uma ordem orgânica ao invés da geometria. Acredita-se que só uma ordem orgânica é suscetível de integrar as heranças sucessivas da história e de levar em consideração as particularidades da paisagem. Cada cidade ocupa o espaço de maneira particular e diferenciada (Choay, 1979, p.14).

5.5.2.1 Jonh Ruskin (1818-1900)

Em um primeiro momento Ruskin se dedica à crítica e a filosofia da arte, para concluir que uma filosofia social não se dissocia destas (Choay, 1979, p.121). Jonh Ruskin se ocupou da poesia a pintura, do artesanato as ciências naturais, da arquitetura a polêmica político social (De Fusco, 1992, p. 47).

Para Ruskin, a pobreza da arquitetura e do planejamento urbano é reflexo de uma situação geral. Ele analisa as conseqüências do sistema industrial e a decadência do trabalho humano, que deixou de ser a realização de uma função vital. Esse pensamento constituirá, principalmente através de Willian Morris, o fundamento do urbanismo culturalista. Para Ruskin e Morris, há uma relação orgânica entre arquitetura e sociedade, de onde se deduz que o nível de uma serve para medir o da outra (De Fusco, 1992, p.46). Buscam, como Pugin, o modelo de estrutura social medieval e o vêem como alternativa para a solução dos problemas da sociedade e da cidade industrial.

6.5.2.2 Willian Morris (1834-1896)

Segue fielmente as teorias de Ruskin e não discorda dele em nenhum ponto importante. Sua originalidade consiste na natureza de sua dedicação, que não é somente teórica, mas prática: ele traz para essa linha de pensamento uma série de determinações concretas, extraída de sua experiência de trabalho (Benévolo, 1983, p.196).

Assim, herda de Ruskin a valorização social da arte, a profunda adesão ao trabalho e ao gosto medieval e a aversão pela produção industrial da época. Parte da consideração de Ruskin de que a arte é a expressão do prazer do trabalho e por isso é um grande prejuízo social mecanizar o trabalho, despojando-o de toda participação humana. Assim estende a idéia de arte a todos os aspectos da vida diária: a pintura, escultura, arquitetura e igualmente aos objetos úteis, a cidade, etc. (De Fusco, 1992, p.52).

A Ruskin e Morris atribui-se, além das idéias relativa a cidades, o Movimento *Arts and Crafts*, que produziu uma renovação nas artes aplicadas e determinou uma renovação edificatória e desenvolvimento urbanístico. A este movimento associa-se a obra de Ebenezer Howard, que definiu as diretrizes da cidade-jardim.

6.5.2.3 Camillo Sitte

Arquiteto vienense que viu sua cidade crescer segundo planos esquemáticos e com muito pouca interação entre prédios, ruas e praças. No fim do século XIX, propôs àqueles que planejavam ou restauravam que considerassem aspectos artísticos como uma dimensão da sociedade como um todo. As referências deveriam ser buscadas na história, principalmente nas cidades medievais. Somente dessa forma seria possível evitar a monotonia e o disforme. Sitte desprezava os assentamentos do industrialismo, e seu interesse se concentrava na imagem da cidade anterior á era do industrialismo. Considerava que o século XIX tinha perdido sua unidade e diversidade (Cornell, 1998, p.145).

No entanto, tratava-se de algo mais do que recriar a variedade visual. Dizia respeito à forma da cidade corresponder a sua função, tanto no seu todo como em seus detalhes. Entre muitas outras coisas, Sitte mostrou que o tráfego fluía melhor no centro das cidades medievais do que nas quadrículas de largas ruas. Comparadas com os cruzamentos

nos arruamentos em quadrícula, as encruzilhadas e os entroncamentos das cidades medievais continham somente uma quinta parte dos cruzamentos das quadrículas. E, havia uma hierarquia no sistema viário medieval: as vias secundárias desembocavam nas principais, enquanto nas quadrículas todas as ruas têm igual grandeza. O desenho livre dos planos de Camillo Sitte permitia que terreno e cursos d'água concordassem com as vias em curva e em rampa, enquanto as quadrículas em conflito com a topografia do terreno tinham de admitir ladeiras, ruas sem saída e outras interrupções (Cornell, 1998, p.145).

Propõem algumas soluções práticas para a cidade industrial a fim de restabelecer alguns valores presentes na cidade antiga:

- substituição de espaços inarticulados ou muito grandes, por espaços subdivididos a fim de criar ambientes definidos de construção;
- substituição de formas abertas por fechadas;
- suavização da simetria por assimetria parciais;
- deslocamento dos monumentos do centro geométrico das praças para locais mais distanciados.

6.5.2.4 Ebenezer Howard (1850-1928) e as cidades-jardim

O movimento das cidades-jardim possui duas fontes principais: a tradição utopista, de Robert Owen, com sua síntese cidade-campo e o conceito da casa unifamiliar em meio ao verde, uma tentativa de subtrair a vida familiar da promiscuidade e desordem da metrópole industrial. Esse ideal já se encontra expresso nas idéias de Ruskin:

“ruas bem limpas, com campos livres em torno; um cinturão de belos jardins e hortas, de modo que, de todos os pontos da cidade se possa chegar, em poucos minutos de passeio, a um ar perfeitamente puro, á grama e a um longínquo horizonte”.⁵⁶

⁵⁶ John Ruskin, citado em Benévolo, 1983, p.356.

Cidades-jardim

A imagem geral de uma *cidade jardim* deriva da aspiração a uma volta a natureza e a um tipo de vida natural, representada originalmente pelo jardim de estilo inglês. Ebenezer Howard concebeu a cidade como um organismo vivo e não somente um local rico em áreas verdes, mas sem vida (Norberg-Schulz, 1999, p.150). Parte do contraste criado entre o campo e a cidade industrial, enumerando vantagens e inconvenientes de um e de outro, chegando a conclusão de que é possível unir os aspectos positivos de ambas em um tipo particular de assentamento.

Longe da forma de grande cidade, com a qual está diretamente relacionada, a cidade-jardim representa uma unidade urbanística auto-suficiente enquanto que a atividade industrial se desenvolve e o terreno agrícola cultivado é proporcional ao número de habitantes que ali residem (De Fusco, 1992, p.58). Howard reintroduziu no urbanismo o antigo conceito grego do limite natural de crescimento de qualquer organismo ou organização, restabelecendo a medida humana na nova imagem da cidade. Para isso propõe uma cidade com um número de habitantes, densidade e área limitada desde o princípio, organizada para realizar todas as funções essenciais de uma comunidade urbana, negócios, indústria, administração, educação, equipada também com um número suficiente de parques públicos e jardins privados a fim de manter a saúde e a suavidade de todo o ambiente. Tudo isso para reunir e expressar essa reunião cidade-campo (Munford, 1998, p. 556-557).

Em seus livros, Howard descreve a futura cidade e traça alguns desenhos, contudo recomenda que sejam considerados apenas como esquemas, uma vez que o *projeto deveria se adaptar ao local escolhido*. Sua construção social cresce na comunidade em que vive e atua (Cornell, 1998, p. 147).

A proposta inclui uma população de 3000 pessoas na própria cidade e 2000 na zona agrícola, em uma cidade que ocuparia uma área de 2400 hectares, onde 400 hectares seriam destinados à cidade-jardim, localizada no centro da área total e de preferência em uma forma circular, com um raio de 1130m, ou seja, um pouco mais de um quilômetro, do centro à circunferência. A cidade teria 5500 terrenos com uma superfície média de 6,5m x 44m.

As casas, algumas com jardins comunitários e cozinhas cooperativas, tinham disposição variadas. Os resíduos da cidade deveriam ser utilizados na região agrícola, que deveria ser cultivada e explorada individualmente em forma de fazendas grandes e pequenas, terras de arrendamento, pastagens, etc.

A cidade-jardim, na opinião de Howard, uma nova espécie de unidade, cujo padrão orgânico acabaria por se difundir a partir do modelo individual, em várias cidades semelhantes (Munford, 1998, p.560). O movimento das cidades-jardim teve ampla influência na Europa. Em 1902 implementa a cidade de *Letchworth*, a cerca de 50Km de Londres, em 1919 a segunda tentativa em *Welwin* (entre Letchworth e Londres). Depois de 1900 um grande número de subúrbios, nas principais cidades européias, assumem a forma de cidade-jardim.

6.5.3 Modelo naturalista - *Broadacre City*

Foi proposta pelo arquiteto americano Frank Lloyd Wright no período de 1931 à 1935. Acusa a cidade industrial de alienar o indivíduo e acredita que somente a natureza poderá devolver o homem a si mesmo e permitir um harmonioso desenvolvimento da pessoa como totalidade. Assim propõe que a arquitetura esteja subordinada à natureza (Choay, 1979, p.29).

A sua concepção arquitetônica corresponde uma teoria de estabelecimento humano que é uma espécie de antiurbanismo e que mergulha suas raízes na tradição do pensamento americano. Nesta concepção, a cidade industrial é acusada de alienar o indivíduo e somente o contato com a natureza poderá devolver o homem a si mesmo e permitir um harmonioso desenvolvimento da pessoa como totalidade.

“cidadão urbanizado trocou seu contato original com os rios, os bosques, os campos e os animais pela agitação permanente, a contaminação do óxido de carbono e um conjunto de celas de aluguel instaladas sobre a rigidez de um solo artificial. A própria vida é cada vez menos suportável na grande cidade. A vida do cidadão urbanizado é artificial e gregária; torna-se a aventura cega de um animal artificioso”.

Frank Lloyd Wright

Frank Lloyd Wright propõe:

- uma cidade onde a natureza volta a ser um meio contínuo, no qual todas as funções urbanas estão dispersas e isoladas sob forma de unidades reduzidas;

- alojamentos individuais: casas particulares, cada uma com 4 acres de terreno destinados à agricultura e ao lazer;

- aproximadamente 1 acre para cada indivíduo (4000m²);

- local de trabalho próximo aos alojamentos;

- poucos e pequenos centros comerciais, industriais, culturais e hospitalares

- todas as células, individuais e sociais ligadas por uma abundante rede de rotas terrestres e aéreas;

- auto-estradas bem integradas a paisagem, despojadas de toda a superestrutura (postes telegráficos e telefônicos), livre de todos os cartazes e sistemas habituais de barreiras. Largura generosa e margens arborizadas. Ligariam unidades diferenciadas: fazendas, mercados de estrada, escolas rurais, habitações.

- a natureza deveria ser cuidadosamente preservada em todos os seus acidentes e a arquitetura deveria resultar da topografia e estar subordinada à natureza:

“a arquitetura resultaria autenticamente da topografia; dito de outra forma, os edifícios assemelhar-se iam, em uma infinita variedade de formas, à natureza e ao caráter do solo sobre o qual estivessem construídos”.

Para Frank Lloyd Wright este é um modelo de uma porção qualquer de um tecido uniforme que poderia estender-se e recobrir todo o planeta. Frank Lloyd Wright, segundo Franco (2001, p.106), desenvolve um conceito de cidade de certa forma *sustentável* e uma arquitetura integrada a paisagem e aos fluxos da natureza.



Figura 50: Broadacre City, desenho de Frank Lloyd Wright

Fonte: Nash, 1996

6.6 USO DE MATERIAIS LOCAIS

Antes do desenvolvimento do sistema de transportes, os materiais utilizados nas construções eram de origem local. Durante muitos séculos diferentes regiões desenvolveram construções harmoniosas e apropriadas ao local. Os materiais utilizados e sua seleção passaram de geração para geração, de maneira tradicional. Naturalmente, há regiões mais desprovidas de materiais de construção que outras e, a medida em que foram se desenvolvendo os sistemas de transporte – por canais e estradas – os materiais puderam ser utilizados distantes do seu local de origem, muitas vezes de maneira inapropriada e discordante com as condições locais. Ocorrendo, assim um processo gradual e inevitável de alienação do uso de materiais e tradições de construção locais (Pearson, 1994, p. 126).

Desde a Antiguidade as civilizações utilizavam materiais disponíveis no local para suas construções. Os gregos, por exemplo, tinham dificuldade para transportar materiais de outros locais, e certamente isso também contribuiu para a utilização de materiais próprios do local como, principalmente a pedra, a argila (tijolo), cal.

Os primeiros edifícios gregos – templos e habitações – foram construídos em madeira (figura 51). As colunas nos templos, por exemplo, eram feitas de troncos de árvores maciços, apoiados sobre pedras, para evitar que a umidade apodrecesse a base das mesmas. Mas, a madeira não era um material muito abundante na Grécia, uma vez que a maioria dos terrenos constituíam-se de montanhas áridas de rocha dura, separada por vales estreitos e profundos ou então por braços de água salgada - e isso determinou o seu uso de maneira mais restrita ou em soluções com toras menores que as desejadas. O uso da madeira, portanto, foi restringido aos telhados, revestimentos e elementos menores (Lawrence, 1998, p.4).



Figura 51: Coluna e templos com estrutura de madeira (reconstituição)

1. Estrutura em madeira de um templo grego
2. Planta e vista de um templo grego
3. Coluna

Fonte: Lawrence, 1998.

A partir daí os materiais mais utilizados foram a pedra, esta sim abundante no local, e o tijolo seco ao sol (adobe). Segundo Vitruvius, a pedra utilizada na construção deveria *ser extraída no verão, dois anos antes de ser utilizada e permanecer em repouso em local coberto* (Polião, 1999, p.79) e, os tijolos não deveriam *ser feitos com terra arenosa, nem pedregosa e sim de terra argilosa branca ou argila vermelha ou até mesmo saibro, sendo palha e grama acrescentados à lama para dar-lhes coesão* (Polião, 1999, p.73).

Assim, por volta do século VI a.C., os arquitetos gregos substituíram quase que totalmente a madeira, principalmente na construção dos templos, construindo em pedra inclusive as vigas de madeira, espigões e telhas. Esses templos em pedra reproduziam essencialmente as formas empregadas nas estruturas prévias, de madeira e tijolos de barro (Lawrence, 1998, p.66). Um exemplo disso pode ser observado na parte superior das arquitraves, como mostra a figura 52, os chamados “tríglicos” que significam três sulcos e reproduzem as extremidades das vigas anteriormente de madeira (Gombrich, 1999, p.77).

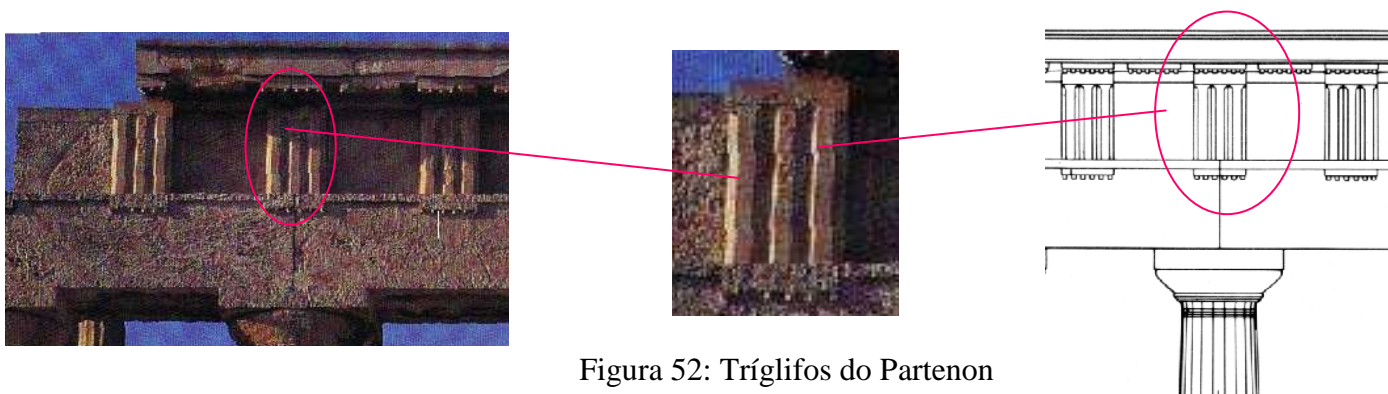


Figura 52: Tríglicos do Partenon

Fonte: Lawrence, 1998

Os quatro materiais de construção básicos utilizados pelos romanos também foram pedra, argila, madeira e cal, escolhidos cuidadosamente, na maioria das vezes, entre as possibilidades que o terreno imediato oferecia (figuras 53 e 54). A argila, além de utilizada na confecção de tijolos, foi utilizada em formas já conhecidas pelos gregos e pelos povos antigos: o taipal (*opus formaceum*) e em telhas. A madeira também foi utilizada pelos romanos, tanto em obras provisórias como definitivas: coberturas, portas e janelas, pisos.

O arco, elemento formal principal da arquitetura romana, era construído em pedra ou tijolos de barro como pode ser visto nas figuras 53 e 54 (Gombrich, 1999, p.119).



Figura 53: Detalhes de construção (romana) em pedra

1. Base coluna romana
2. Seqüência de arcos

Fonte: Stierlin, 2002



Figura 54: Detalhe de edifício (romano) construído em tijolo

Fonte: Stierlin, 2002.

Na Idade Média, a escassez dos meios e a raridade das técnicas também impulsionaram a utilização de materiais locais e tradicionais. Pedra e madeira foram os dois materiais mais utilizados neste período. A arquitetura da Idade Média consistia em mostrar e explicar o significado da organização social e “cósmica” medieval. A arquitetura medieval era a criação do homem que queria trazer Deus a terra. Através da arquitetura românica se buscou mostrar através de sua solidez, monumentalidade e durabilidade a existência de um local seguro sobre a terra. Neste momento, castelos e igrejas de pedra eram comuns, aliando a intenção de solidez com o aspecto prático de segurança e proteção. Muralhas de pedra

protegiam as cidades. Extraídas da pedreira com a mão, as pedras eram levantadas por guias ou polias manobradas por homens ou animais. A arquitetura gótica, por sua vez, consistia na casa de Deus e além da solidez, foi importante a incidência da luz natural, através dos vitrais coloridos, que, de maneira simbólica, marcava a presença imediata de Deus (Norberg-Schulz, 1999).

A Revolução Industrial acelerou o processo de alienação do uso de materiais locais e tradicionais, introduzindo novos fatores como a produção de materiais – ferro, aço, concreto e influenciando arquitetos e designers do Movimento Moderno (Pearson, 1994, p. 128).

O Movimento Moderno, dentro da corrente racionalista, buscou a padronização de elementos, formas e materiais na busca do *estilo internacional*. Foi, de acordo com Dorfles (1986, p.13), *qualquer coisa de fundamentalmente novo e diferente*, principalmente devido ao fato de *ser condicionada por novas exigências sociais e por novos materiais de construção*. Isso, de acordo com Pearson (1994, p.128), foi o que certamente causou a anomie e alienação de muitos edifícios modernos. No entanto, tanto no seu momento de formação, como no período entre as duas guerras e nos primeiros anos do pós-guerra, é possível encontrar soluções específicas e regionais, baseados no estudo e na utilização de materiais e usos locais, reinventados e readaptados à linguagem moderna.

Alguns exemplos de regionalismo, segundo Dorfles (1986, p.83) são a arquitetura de Richard Neutra (1892-1970), em Los Angeles que valorizou a influência do clima local e aspectos psicológicos em seus projetos; Erick Gunnar Asplund (1885-1940), e o neo-empirismo escandinavo que buscava o regresso a motivos e materiais locais e regionais; Arne Jacobsen (1902-1971), na Dinamarca; Kenzo Tange, no Japão; e na América Latina: Félix Candela, no México; Eladio Dieste, no Uruguai; Rogério Salmona na Colômbia. O neocolonial brasileiro, no início do século XX, na busca de uma arquitetura pautada nas origens brasileiras, retoma o uso de materiais próprios do local e o próprio movimento moderno que o seguiu, adapta à realidade brasileira a arquitetura de *estilo internacional* podendo ser considerado um *regionalismo*.

A corrente organicista, dentro do Movimento Moderno, também pode ser considerada um atenuar das posições rígidas e puristas do racionalismo por sua busca maior

de união com a natureza e *utilização de materiais locais* na sua forma pura (Dorfles, 1986, p.68). Os arquitetos ligados ao organicismo manifestaram um cuidadoso conhecimento sobre os materiais naturais: pedra, tijolo e madeira, que há vinham sendo cobertos, pintados rebocados e alterados para satisfazer uma moda ou gosto específico (Pfeiffer, 2004, p.11).

O uso de materiais locais, no momento inicial do Movimento Moderno, pode ser encontrado na arquitetura de Antoni Gaudí. O Parque Güell (figuras 55 e 56), por exemplo, foi localizado em local é escarpado e rochoso e Gaudí não nivelou o terreno, construindo caminhos e túneis elevados e usando as rochas escavadas como material de construção e pedras do local para os pilares.



Figura 55: Caminho do Parque Güell
fonte: Zerbst, 1985.



Figura 56: Pilares do Parque Güell
1. Detalhe do pilar e banco
2. Caminhos
3. Pilares



Fonte: Zerbst, 1985.

Além da utilização de materiais próprios do local, outra característica da arquitetura de Gaudí é o uso de mosaicos, feitos com fragmentos cerâmicos, aliando o reaproveitamento de materiais com baixo custo. No caso do banco do Parque Güell o revestimento decora e ao mesmo tempo impermeabiliza a superfície do banco (figura 57).



Figura 57: Detalhes de fragmentos de mosaicos em cerâmica, Parque Güell

Fonte: Zerst, 1985

Frank Lloyd Wright também utilizou materiais naturais e próprios do local. Buscava o que ele via como sendo mais natural nestes materiais, permitindo que massas de pedras naturais, por exemplo, se tornassem a característica principal do edifício ou ricos tons de terra do tijolo, se elevassem em massas e formas de textura natural (Pfeiffer, 2004, p.11)

Na Casa Kaufmann, conhecida como “Casa da Cascata” – *Falling Water* -, figura 58, utilizou na composição arquitetônica, além da queda de água existente no local, a própria rocha da colina, como estrutura do prédio. Todos os elementos verticais da casa foram construídos de pedra nativa. Os andares foram todos pavimentados em pedra, a mesma das paredes. As partes de madeira foram feitas com nogueiras, executadas de maneira habilidosa. No interior da residência, ele permitiu que aflorassem perto da lareira, na sala principal, as pedras existentes no local, como mostra a figura 59 (Pfeiffer, 2004, p.53).



Figura 58: Casa Kaufmann (Casa da Cascata) 1935-1939

Fonte: Nash, 1996

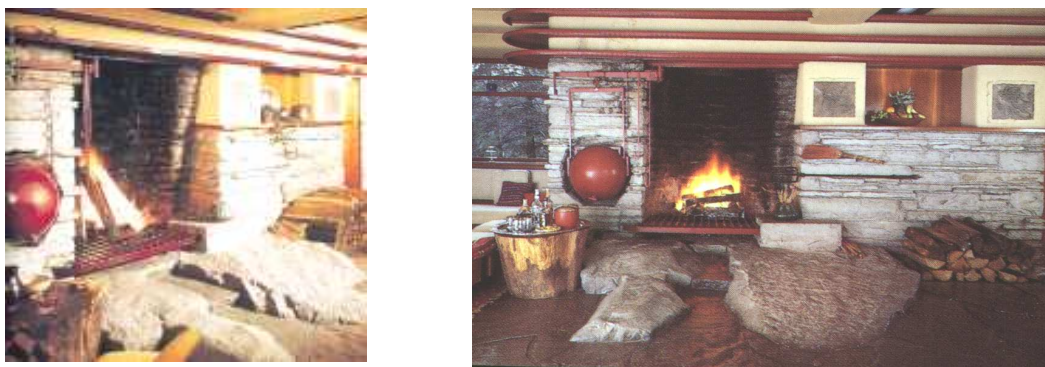


Figura 59: Interior – Casa Kaufmann (Casa da Cascata)

Fonte: Nash, 1996

Na arquitetura espontânea, as respostas quanto ao uso de materiais de construção se fundamentam sobre uma base de materiais disponíveis, quase sempre renováveis, que se encontram nos diferentes locais. Como vimos anteriormente, blocos de gelo, madeira, pedra, terra, barro, vegetação, pele de animais, entre outros materiais, foram e são utilizados em formas construtivas perfeitamente adaptadas as condições climáticas⁵⁷.

No Brasil, podemos citar a *arquitetura indígena brasileira*, a *arquitetura do período colonial* e a *arquitetura de imigração* como típicos exemplos de utilização de materiais em função do local. Na *arquitetura indígena* a estrutura das casas, em geral, era constituída por peças de madeira roliças, escolhidas por sua resistência e durabilidade, com dimensões variadas em função do seu uso (esteio, viga, caibro ripa). Para cobertura eram utilizadas folhas de palmeira, associadas, muitas vezes a folhas de bananeira ou de helicôneas⁵⁸. A fixação das folhas se fazia através de enlaces com o cipó que amarram os talos das folhas ao madeiramento da estrutura. Exceção é a cobertura de sapé, utilizada na casa xinguana. O fechamento era feito com o mesmo material da cobertura ou com esteiras. Estacas de madeira, placas de casca de árvores ou talos de paxiúba⁵⁹ colocados na horizontal também eram utilizados.

Também a *arquitetura colonial brasileira*, com sua produção baseada no trabalho escravo, e com o nível tecnológico precário, utilizava meio e materiais segundo a

⁵⁷ Ver item 6.1.1.2 Tipologia dos edifícios, deste capítulo, p. 163.

⁵⁸ Designação comum às plantas do gênero *Heliconia*, nativas de regiões tropicais das Américas e das ilhas do Pacífico, muito cultivadas como ornamentais pelas inflorescências vistosas com brácteas coloridas (Dicionário Houaiss)

⁵⁹ Palmeira de até 20 m (*Socratea exorrhiza*), nativa do Equador, Guianas, Colômbia, Suriname, Venezuela, Bolívia e Brasil (AC, AM, PA, MA, TO, GO, MT), cuja madeira é usada pela população ribeirinha para a confecção de bengalas e tabuados e pelos indígenas para a confecção de arcos, flechas e lanças; acunã, castiçal, cobertura.

disponibilidade dos diferentes locais (Reis Filho, 1987, p.21). A falta de boas jazidas e a escassez de recursos de que inicialmente dispunham fez com que os construtores da época do colonial lançassem mão das matérias-primas então existentes em abundância: a madeira, para fins estruturais, revestimentos e elementos complementares (portas, janelas, postigos, batentes); o barro, nas paredes (taipa de pilão, taipa de sopapo, adobe) (Bruand, 1981, p.15).

A arquitetura da imigração (alemã, italiana, portuguesa) agiu de acordo com o repertório formal que lhe era familiar, do seu país de origem, que tentou reproduzir de acordo com as possibilidades materiais, igualmente, com os materiais disponíveis no local, como uma *recriação local*. O imigrante escolhia da natureza aqueles materiais que mais lhe convinha. Procurou uma pedra fácil de ser trabalhada, procurou as madeiras mais convenientes de serem trabalhadas e empregou de acordo com suas características. A quantidade e qualidade das árvores nas colônias fizeram com que a madeira fosse o material mais empregado nas construções. Quando não havia madeiras apropriadas para construção, extraiu o barro da terra e fez tijolos, ladrilhos e cobriu o telhado com telhas de barro (Weimer, 1983, p.258).

Na arquitetura de imigração alemã o grande desafio foi vencer a floresta. Através de acerto e erro, foram aprendendo como utilizar a grande variedade de madeiras a seu dispor. Com elas fizeram a estruturas de telhados e paredes, divisórias, piso, forros e telhas. O solo fornecia as pedras para as fundações, o material de vedação e o aglomerante (Weimer, 1983, p.258). Fizeram suas construções em enxaimel, sistema construtivo cuja estrutura das paredes consiste em tábuas paralelas e inclinadas e o preenchimento em taipa de pilão (Corona; Lemos, 1983 p.189).

Os imigrantes italianos também utilizaram bastante a madeira, mesmo não sendo esse um material de construção tradicionalmente utilizado por eles, diferentemente do uso das pedras, cuja tradição remonta da Antiguidade na península itálica. A grande maioria das casas tinham a estrutura (vigas e pilares), fechamentos (paredes, pisos, assoalhos, forros) e cobertura em madeira (tesouras, telhas) em madeira (Gutierrez, 2000, p. 54) . A pedra, quando existente nos terrenos, era utilizada na construção dos porões e para as fundações. Nos lotes onde não existiam pedras as casas não tinham porões e as fundações eram feitas com cepos de lei.

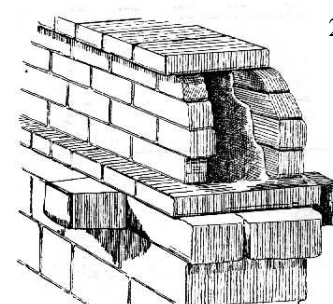
6.7 UTILIZAÇÃO DA ÁGUA (PLUVIAL)

A formação de cidades e aglomerados urbanos levou o homem, desde a Antigüidade, a se ver confrontado com problemas de sobrevivência. A questão da captação e do abastecimento de água sempre foi uma das prioridades. Assim, na instalação dos grupos humanos, uma das primeiras preocupações era de estabelecer uma rede para a circulação de água. Inicialmente, as povoações sempre se localizavam nas proximidades das fontes naturais de água, mas com a transformação dos povoados em cidades, as reservas das vertentes tornavam-se, em alguns casos, insuficientes e expostas à contaminação. Já se reconhecia a importância de se manter saudáveis as populações, necessitando para isso, dispor de canalizações para o abastecimento d'água e esgotamento sanitário, bem como de se utilizar outras fontes de captação de água, como a água da chuva.

Canalizações de água foram descobertas em diversas cidades antigas, inclusive no Antigo Egito e na Mesopotâmia. Os romanos, por exemplo, utilizavam água de nascente ou água fluvial filtrada e canalizavam em um conduto retangular (*specus*) revestido com reboco de tijolo em pó *opus (signinum)*. Este conduto era coberto, mas passível de ser inspecionado e arejado. Ao longo do percurso e na chegada dos aquedutos encontravam-se os reservatórios de decantação (*piscinae limariae*), onde ficam depositadas as impurezas. Em seguida passava por tanques de distribuição (*castellas*) e seguia para as tubulações de chumbo (*fistulae*) das cidades (Benévolo, 1983, p. 188). Os aquedutos (figura 60) constituíam-se em estruturas extensas e notáveis, em geral com arcadas sobrepostas. Uma *tecnologia modelar, que aliava a arte do arquiteto ao saber do engenheiro* (Stierlin, 2002, p.49).



1



2

Figura 60: Imagem aqueduto

1. Vista aqueduto de Nîmes
2. Seção da tubulação

Fonte: Benévolo, 1983.

A captação da água da chuva foi uma prática bastante difundida também desde a Antiguidade. As águas eram captadas em cisternas⁶⁰ localizadas nas residências e nas cidades. Na Mesopotâmia (2750 a.C.) já acontecia a captação da água da chuva e no Palácio de Cnossos, na ilha de Creta (2000 a.C.) a água da chuva era coletada em uma cisterna e aproveitada para descarga em bacias sanitárias (da Silva, 2006). Os gregos e romanos também utilizavam cisternas, que chamavam implúvio (*impluvium*), que consistia em um tanque geralmente localizado no *atrium* das residências, que recebiam a água da chuva por meio de uma abertura denominada complúvio (*compluvium*) (figura 61). Também foram construídas grandes cisternas utilizadas para armazenar água doce como é o caso da Piscina Mirabile (Nápoles) e Cisternone (Albano), que abastecia o exército romano (figura 62) (Stierlin, 2002, p.49).



Figura 61: Átrio e implúvio, casa romana
Fonte: Lawrence, 1998.

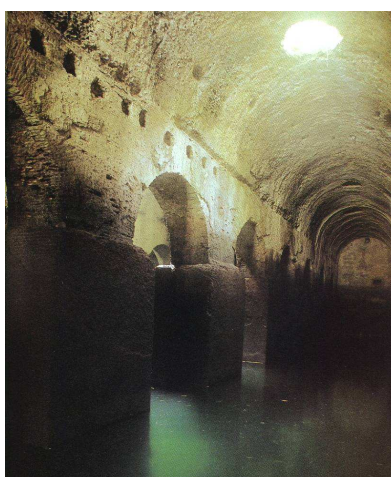


Figura 62: Cisternas
1. Piscina Mirabile
2. Piscina de Albano
Fonte: Stierlin, 2002

⁶⁰ Reservatório de águas pluviais, podendo também ser abastecida com o degelo de neve.

A água foi uma das grandes questões na Idade Média e, durante quase dez séculos, ela representou, segundo Stierlin (2002), *um ponto de reencontro das principais atividades da Idade Média*. Com o aumento do comércio e o intercâmbio, propiciados pela navegação interior, esse período foi marcado por uma forte preocupação defensiva das cidades que se desenvolveram à margem dos rios europeus. A crise econômica, política e religiosa, tornou necessária a construção de fortificações ao redor das cidades através de muralhas e fossos, os quais eram abastecidos com a água retirada de um rio considerado sagrado, localizado em suas proximidades. A presença de cisternas nos pátios das residências era também comum, com a finalidade de abastecimento para as atividades quotidianas.

Nas residências islâmicas a água detinha uma posição de destaque nos pátios, já que a pureza dos corpos desempenha um papel importante para a religião. Por essa razão a presença da água na casa oriental tem uma grande importância, devendo essa existir e estar sempre disponível através de canalizações, poços ou também cisternas (Hintzen-Boehlen, 1999, p.460). Nas residências de tipologia em pátio, a presença da água pode auxiliar na manutenção de uma temperatura mais amena e agradável.

As fontes de água também exercem um importante papel nas edificações e espaços urbanos. Nos espaços urbanos as fontes também se fazem presentes, seja para abastecimento público de água potável ou com um sentido decorativo, como as fontes que surgiram a partir do Renascimento.



Figura 63: Fontes

1. Piazza Navona, Roma
2. Fonte dos Contos, Ouro Preto (MG)
3. Chafariz São José, Tiradentes (MG)

Fonte: Stierlin, 2002

A arquitetura colonial brasileira também apresentou exemplos da utilização de cisternas, localizadas em pátios internos das construções ou em locais públicos, como mercados com a finalidade de abastecimento de um número maior de pessoas. A cisterna é muito utilizada na Região Nordeste, devido ao clima também encontra-se exemplos no sul do Brasil.

Outro exemplo de cisterna é encontrado no Parque Güell, de Gaudí. Um dos problemas que Gaudí teve ao desenhar o parque foi a carência de recursos hídricos naturais. A solução adotada foi um sistema de captação da água da chuva: o banco ondulado possui um sistema de captação das águas da chuva do grande terraço, que desce pela parte interna dos pilares indo até uma cisterna com capacidade de 12000l, concebida como reservatório que é canalizada para a irrigação da área. Esta cisterna é o dragão que representa *Pitão*, o guarda das águas subterrâneas. Há válvulas de segurança na cisterna que permitem que o excesso de água seja expelido pela boca do dragão e de uma serpente, que estão no acesso ao parque, quando necessário (figura 64).

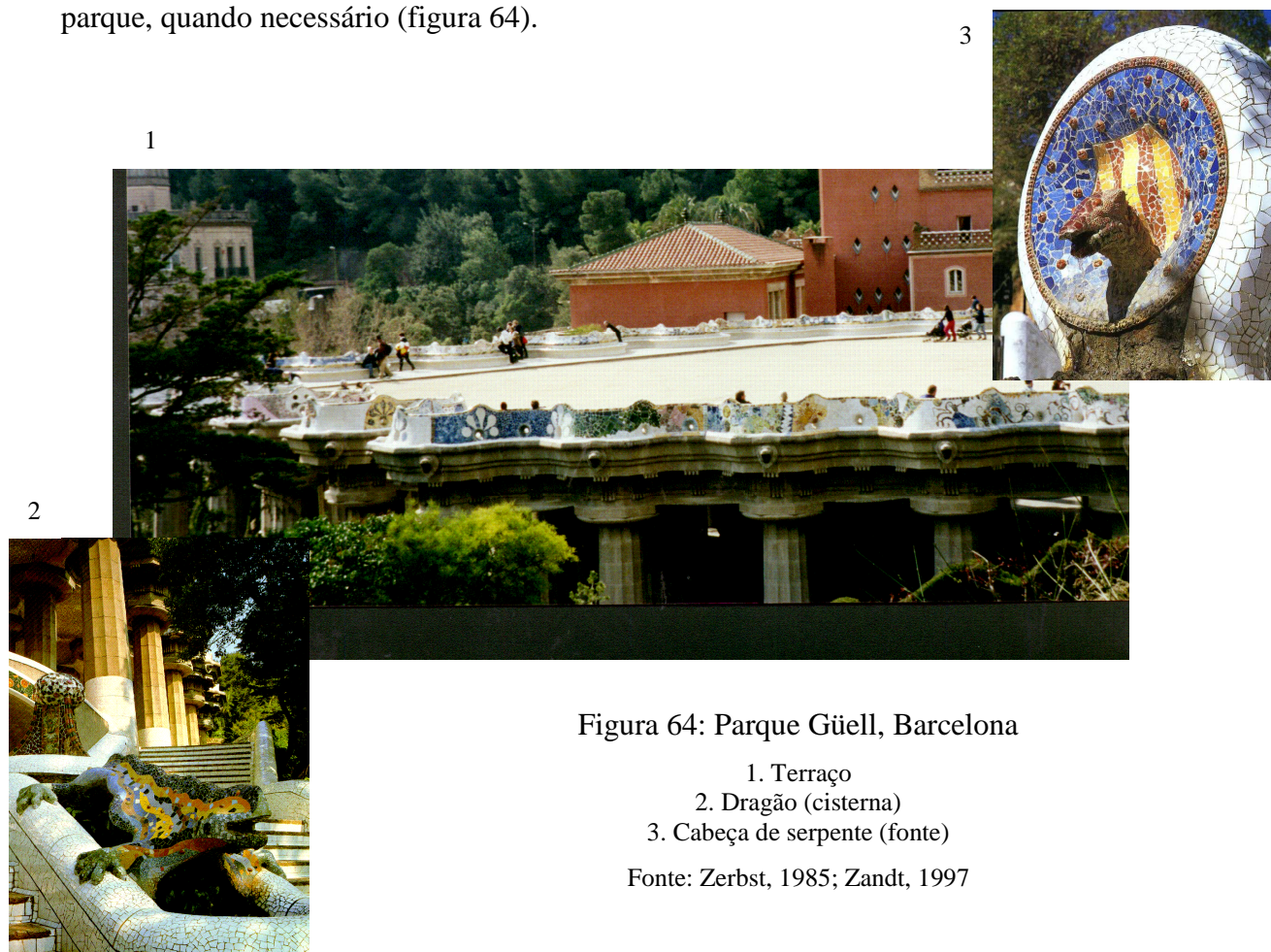


Figura 64: Parque Güell, Barcelona

1. Terraço
2. Dragão (cisterna)
3. Cabeça de serpente (fonte)

Fonte: Zerbst, 1985; Zandt, 1997

7 ANÁLISE DE CASOS: CHEGANDO À CONTEMPORANEIDADE

Uma análise prevê o exame de cada parte, tendo em vista o conhecimento do todo. É um estudo pormenorizado, um exame que se pretende fazer para se conhecer algo ou algum aspecto específico de alguma coisa (Ferreira, 1999).

Nossa intenção neste capítulo é realizar a análise de dois projetos contemporâneos que foram elaborados levando em conta aspectos da sustentabilidade e da educação ambiental desde sua concepção inicial, com soluções que revelam a busca por uma arquitetura e construção de menor impacto ambiental e com vinculação com questões ambientais, sociais e culturais. Os dois projetos selecionados possuem em comum sua relação com o NORIE⁶¹/UFRGS, uma vez que, para ambos, o lançamento das diretrizes e estudos iniciais do projeto foi feito por grupo de profissionais e alunos pertencentes ao NORIE. Os projetos selecionados para a análise foram: o Projeto da Escola Frei Pacífico, em Viamão, no Rio Grande do Sul e Projeto do Refúgio Biológico Bela Vista, no Paraná. O intuito foi conhecer as evidências que caracterizavam estes projetos como projetos sustentáveis, dentro das dimensões da sustentabilidade. Nossa atenção se voltará para esse aspecto em especial e a análise se fará segundo um olhar específico: o da sustentabilidade e suas dimensões.

Primeiramente foi feita uma caracterização do projeto, do partido e dos princípios orientadores do projeto, e depois se realizou uma análise, cujo recorte se restringiu à etapa de projeto, das seguintes categorias: base de conhecimento, dimensões social, dimensão política, econômica, dimensão ambiental, dimensão cultural, dimensão tecnológica, dimensão espacial e dimensão estética. A base da análise teve como referência os estudos realizados nos capítulos anteriores, os quais se fundamentaram nas idéias e teorias desenvolvidas por Day (1990), Pearson (1994, 2001), Lyle (1994), Todd; Todd (1994), Yeang (1995), Van der Ryn; Cowan (1996), Wilson et al (1998), Cole (1999), Kellert (1999), Vale; Vale (2000); McDonough; Braungart (2002), Edwards(2004), Roaf (2006) sobre *projetos sustentáveis de edificações*.

⁶¹ Núcleo Orientado à Inovação da Edificação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

7.1 ESCOLA FREI PACÍFICO

7.1.1 Caracterização do projeto

O projeto para uma escola municipal em Viamão, RS, surgiu da demanda da comunidade por uma nova sede, frente à carência de um espaço físico adequado e uma vez que o terreno da escola então existente não permitia quaisquer ampliações necessárias. Para esta nova escola foi cedida uma área pelo governo estadual, localizada junto ao Parque Estadual de Itapuã.

O Parque Estadual de Itapuã, criado em 1973, localiza-se na região metropolitana de Porto Alegre, no município de Viamão, possuindo uma área total de 5.566,50 ha. O Parque em grande parte do seu perímetro está delimitado pelo Lago Guaíba e a Laguna dos Patos, que perfazem cerca de 75% de seus limites. O Parque Estadual de Itapuã distante 57 Km de Porto Alegre, representa uma das últimas amostras dos ecossistemas originais desta região.

Em 2004, foi solicitado ao Núcleo Orientado à Inovação da Edificação – NORIE/UFRGS, o lançamento de diretrizes para o projeto da Escola, que estivessem inseridas na lógica da arquitetura sustentável e que incluíssem conceitos de educação ambiental. Equipes compostas por alunos e professores do NORIE definiram diretrizes e fizeram o lançamento de algumas alternativas, que, posteriormente, foram apresentadas e discutidas em diferentes instâncias: com representantes do poder público, professores, alunos e a comunidade em geral. Em etapa posterior, foi realizado o desenvolvimento e detalhamento do projeto, por alunos do NORIE, a quem foram concedidas bolsas de extensão.

7.1.1.1 Conceituação

O projeto busca inspiração em um forte componente histórico-cultural: *a cultura indígena* da região. A relação saudável com o meio ambiente, a atitude preservacionista e não exploratória do índio e o convívio pacífico do homem com a natureza trazem referências para o projeto. Também, a configuração das aldeias indígenas, onde a centralidade, igualdade e unidade foram inspirações para o lançamento do partido arquitetônico.

A satisfação integral dos sentidos humanos: *olfato, audição, paladar e tato* também foi uma prioridade para a conceituação, refletindo-se nas soluções adotadas no projeto.

7.1.1.2 Partido

Sete blocos dispostos em semicírculo ao redor de uma área central comunitária: **bloco 1**, atividades administrativas e biblioteca; nele se coleta água da chuva para os sanitários e, externamente, faz-se o tratamento de efluentes dos blocos 1 e 2; o **bloco 2**, congrega as áreas de serviço e o refeitório; no seu exterior estão a horta, o pomar e a composteira; O **bloco 3**, reúne quatro salas de aula; próximo há um círculo de bananeiras integrando o leito de raízes dos blocos 4 e 6); o **bloco 4** compreende os sanitários dos alunos e o laboratório de ciências; o **bloco 5** congrega um auditório com mezanino e depósito para instrumentos musicais; aos fundos há uma varanda para contemplação do entorno; o **bloco 6** é a sala de alfabetização e contém outro conjunto de sanitários; O **bloco 7** é o último da seqüência, com mais quatro salas de aula (figura 65).

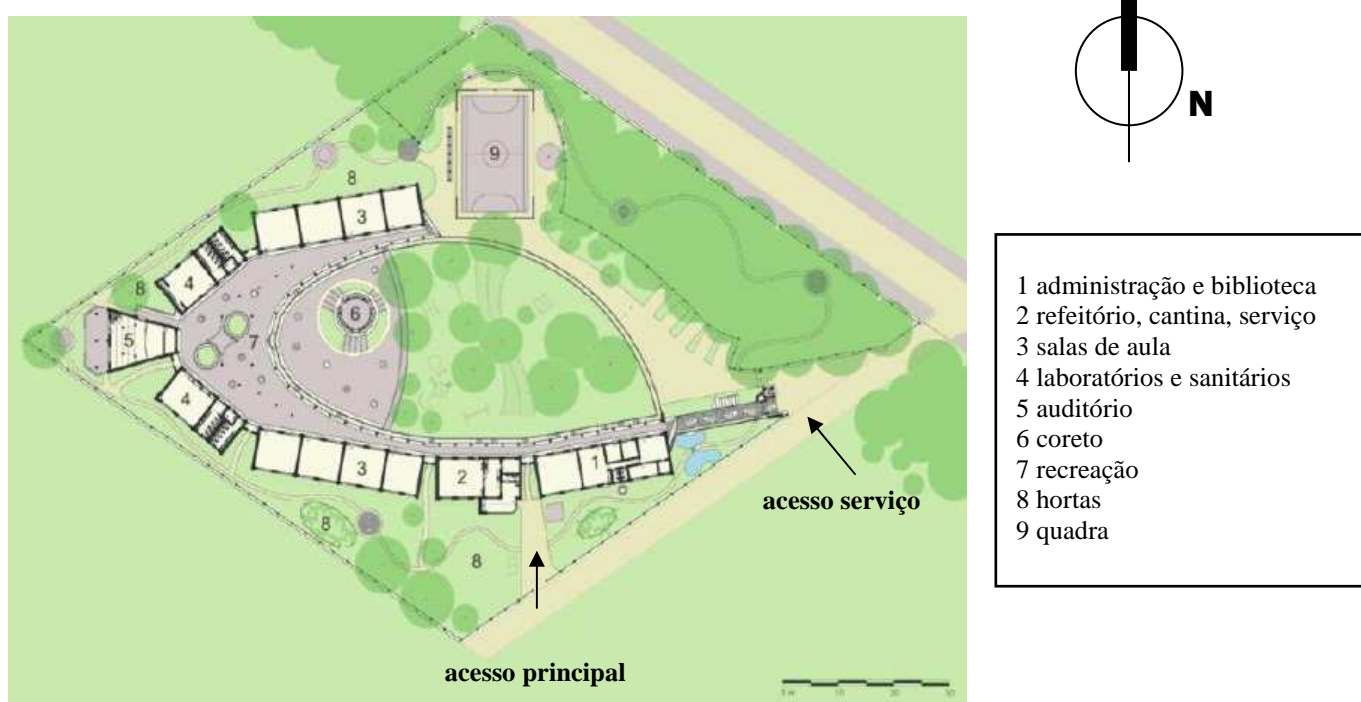


Figura 65: Implantação geral e zoneamento – Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)

Fonte: NORIE/UFRGS

A edificação, disposta em curva, “secciona” o terreno, definindo uma área interna onde está a praça de convívio coletivo, área de recreação e coreto e uma área externa, destinada a prática de esportes, com quadra poliesportiva e área de sensibilização ambiental, com possibilidade de realização de percurso pela área de hortas (próxima ao refeitório), paisagismo produtivo, áreas de serviço e área pedagógica (figura66).

O acesso principal da escola se dá próximo a maior via de acesso, com um acesso secundário próximo à zona de serviço (NORIE, 2005).

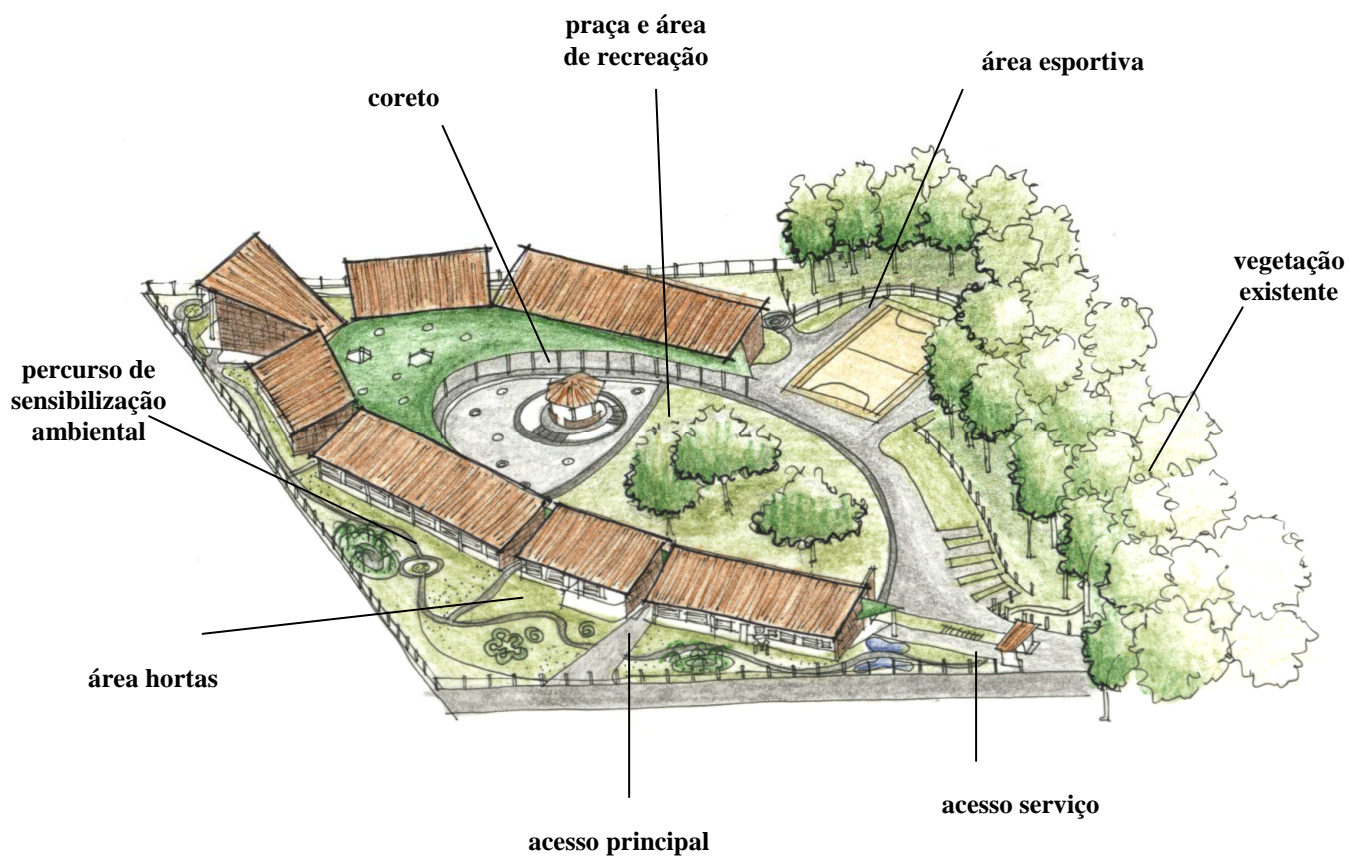


Figura 66: Perspectiva geral do conjunto
Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)

Fonte: NORIE/UFRGS

7.1.1.3 Princípios orientadores do projeto

De acordo com o Memorial Descritivo da Escola Frei Pacífico (NORIE, 2005, p.2), elaborado pela equipe que desenvolveu o projeto⁶² os princípios orientadores da proposta foram:

- a) arquitetura sustentável;
- b) educação ambiental, enfatizando a relação do ser humano com a natureza de maneira sustentável, proporcionando aos usuários a vivência do espaço como uma forma de compreender e respeitar o mundo que os cerca;
- c) respeito ao forte componente histórico da região: a cultura indígena;
- d) respeito ao meio ambiente;
- e) ludicidade;
- f) satisfação integral dos sentidos humanos;
- g) integração espacial, cultural e com a comunidade local;
- h) flexibilidade dos espaços;
- i) acessibilidade universal.

7.1.2. Análise do projeto

7.1.2.1 Base de conhecimento

Foi possível identificar, na concepção da proposta da Escola Frei Pacífico, *o enfoque sustentável e interdisciplinar* (Lyle, 1994; Wilson, et al, 1998; Yeang, 1995), uma vez que o projeto buscou implantar tecnologias e princípios relativos a sustentabilidade, meio ambiente, educação ambiental, cidadania, ludicidade, satisfação dos sentidos humanos, integração e flexibilidade. A proposta de sustentabilidade se fez presente e se torna evidente no respeito aos condicionantes físicos do terreno (ventos predominantes, insolação e vegetação existente), na possibilidade de utilização dos recursos naturais imediatos (uso de materiais locais, utilização da água da chuva e produção local de alimentos) e no uso de um fluxo de recursos cíclicos (tratamento de efluentes e compostagem de resíduos orgânicos).

⁶² Coordenação Prof. Eng. Miguel Aloysio Sattler; Estudo inicial: Alunos da disciplina “Projetos Regenerativos” (2003); Projeto: arq. Christian Ilanes, arq. Nauíra Zannin, est. arq. Raquel Azevedo, est. Arq. Vivian Ecker.

Como principais estratégias sustentáveis o projeto apresenta: uso de materiais de baixo impacto ambiental; uso de materiais reciclados; bio-climatização; uso de telhado verde; tratamento de efluentes; captação e utilização da água da chuva; proposta de paisagismo produtivo; compostagem do lixo; plantio de espécies nativas; mínima intervenção nas características originais do sítio.

A *interdisciplinaridade* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.27) surgiu da intenção e importância de aliar campos de conhecimento distintos, desde a definição das primeiras diretrizes projetuais. A relação e parceria entre universidade, comunidade, município e parque ambiental buscou a potencialização e a divulgação do conhecimento envolvido e necessário ao desenvolvimento de um projeto nesta perspectiva (da sustentabilidade). Isso facilitou a percepção de todos os condicionantes do projeto *dentro de uma visão holística ou de sistema-total* (Yeang, 1995, p.40).

Também *conceitos ecológicos, de natureza e de responsabilidade ambiental* (Lyle, 1994; Yeang, 1995; McDonough; Braungart, 2002; Van Der Ryn; Cowan, 1996) foram incorporados ao projeto, uma vez que este buscou uma disposição espacial da edificação em consonância com o clima, a vegetação, a topografia e a cultura local. Isso possibilitou um aproveitamento dos recursos e processos naturais no projeto. Tudo isso foi potencializado por *conhecimentos arquitetônicos relacionados com a proteção, conservação, preservação e regeneração* (Lyle, 1994; Yeang, 1995), evidente no aproveitamento dos próprios recursos ambientais (exploração da radiação solar como fonte de energia, condicionamento climático e orientação dos compartimentos, ventilação natural para uma melhor habitabilidade); na utilização da água da chuva como recurso hídrico e amortecedor climático; no uso de materiais locais e na simplificação de formas e técnicas construtivas.

O princípio de *equidade* (McDonough; Braungart, 2002) se fez presente na participação popular nas escolhas realizadas no processo de projeção, construção e orçamento da obra.

Padrões éticos do projeto foram *alinhados com os padrões éticos da sustentabilidade* (Edwards, 2004, p.14), e é possível perceber *soluções criativas de projeto* (Lyle, 1994, p. 38), *baseadas no conhecimento e no entendimento da natureza* (Kellert, 1999, p.43; Lyle, 1994; Yeang, 1995; McDonough; Braungart, 2002). As soluções de projeto adotadas revelam, assim, a preocupação com a preservação ambiental e a melhoria da

qualidade de vida para todos, para todo o tempo. Foi, inclusive, adotada uma nova abordagem ética para a educação: a preocupação com *todas as crianças para todo o tempo*.

Assim, foi possível identificar como base de conhecimento projetual o *tripé: ecologia, equidade e economia*, ao contrário do projeto convencional que considera: *custo, estética e desempenho* (McDonough; Braungart, 2002).

7.1.2.2 Dimensão social

A elaboração do projeto da Escola revelou um *processo participativo* (Wilson et al, 1998, p.129; Steele, 1997, p.234; Van der Ryn, Sim; Cowan, Stuart, 1996, p.27), que envolveu a comunidade escolar, e onde houve a preocupação de atender a demandas específicas dos usuários finais (alunos, professores e comunidade local) e clientes (Prefeitura e Secretaria de Educação). De acordo com Wilson et al (1998, p.129) *a criação de um processo participativo, com efetiva participação dos usuários em diferentes etapas do projeto*, onde haja um contínuo processo de educação, comunicação, discussão clara e debate entre todos os envolvidos assegura que as necessidades de todos serão melhor definidas (Steele, 1997, p.234) e que os objetivos de um projeto sustentável serão mais facilmente alcançados, evitando conflitos e demoras em fases posteriores do projeto. Acredita-se, assim, que todos têm poderes para interferir no processo projetual (Van der Ryn, Sim; Cowan, Stuart, 1996, p.27). Que todos são projetistas (Van der Ryn, Sim; Cowan, Stuart, 1996, p.55) e podem fornecer novas idéias para desenvolvimento e implementação do projeto. No caso da Escola Frei Pacífico foram realizados encontros e entrevistas com a comunidade escolar (pais, alunos, professores e funcionários) para apresentar os princípios do projeto e conhecer as expectativas a respeito da nova escola. A participação popular não se restringiu unicamente à etapa de projeção. A idéia se estendeu à participação no orçamento e execução da obra, prevendo a possibilidade de envolver a comunidade local na autoconstrução e manutenção das atividades da escola (como na implementação da horta e paisagismo produtivo).

O desenvolvimento do projeto foi realizado por uma equipe multidisciplinar, um *teamwork* (Wilson et al, 1998, p.55), composto de profissionais de diferentes áreas de conhecimento e atuação, da Universidade (NORIE/UFRGS), do poder público, com o apoio de empresas locais e participação da própria comunidade, como revela a figura 67, mostrando mais uma atividade de caráter coletivo e integrador. A formação de uma equipe de trabalho

multidisciplinar, nos estágios iniciais do projeto facilita a percepção de um espectro mais amplo dos condicionantes e implicações projetuais, possibilitando a adoção de soluções mais criativas e adequadas e resultando em um menor impacto ambiental (Wilson et al, 1988, p.129).

A própria configuração espacial do projeto se revela integradora, promovendo espaços que permitem a prática de atividades culturais, esportivas e educacionais extensivo à comunidade local, proporcionando o *desenvolvimento do senso comunitário* (Wilson et al, 1998, p.8). A proposta também harmoniza a escola com o Parque de Itapuã, podendo constituir um atrativo a mais na área e transferir tecnologias sustentáveis para a comunidade e eventuais visitantes, demonstrando a intenção de ampliar o público alvo do projeto, expandindo o caráter social da proposta e o *desenvolvimento da sensibilidade cultural e ambiental* (Wilson et al, 1998, p.9).

A valorização de aspectos da cultura local, presente em elementos e princípios projetuais, orientadores do projeto, também se constitui em um caminho para propiciar o *desenvolvimento da sensibilidade cultural* (Wilson et al, 1998, p.9). Conceitos de educação ambiental e sustentabilidade que igualmente guiaram as escolhas realizadas no projeto, poderá proporcionar aos usuários a possibilidade de vivência do espaço como uma forma de compreender e respeitar o mundo que o cerca. Conforme o Memorial do projeto (NORIE, 2005, p.3) muito além do espaço das salas de aula e laboratórios, os alunos e a comunidade em geral estarão em direto e permanente contato com o ideário ambiental. Tudo isso revela a dimensão social do projeto, seu caráter educativo e sua intenção pedagógica. A idéia foi à elaboração de um “projeto-modelo”, com a finalidade de tornar visível técnicas, práticas e princípios e demonstrar as vantagens de aplicar critérios de sustentabilidade e educação ambiental no ambiente escolar.

Soma-se a isso a relação entre as escolhas das soluções técnicas do projeto e suas implicações sociais. Exemplo disso é a eleição de materiais, que foram escolhidos para gerar empregos e renda na região (as paredes de pedra, granito, extraído em cooperativa artesanal da região), e a preocupação em formação e utilização de mão-de-obra local, constituindo-se em uma oportunidade de imprimir melhorias sociais e econômicas junto à população local.



Figura 67: Processo participativo - Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)

1-2. Encontros realizados com a comunidade escolar
 3-4. Desenhos realizados por alunos, ilustrativo das aspirações para nova escola, utilizados como referência pelos projetistas

Fonte: NORIE/UFRGS

7.1.2.3 Dimensão política

A dimensão política da sustentabilidade enfatiza a importância da democracia, cidadania e tomadas de decisões conscientes baseadas na ética ambiental e cultural e nos direitos humanos (Raumolin, 2006, p.28). Neste sentido, a dimensão política se confundiu com a dimensão social uma vez que se verificou a *participação democrática e igualitária* de profissionais, poder público, usuários e comunidade na elaboração e tomada de decisões junto ao projeto da escola, execução e utilização da mesma. Tratou-se, assim de um processo que buscou a *transparência e justiça política* e, igualmente a inserção de opiniões e aspirações de

usuários e da comunidade em um processo participativo e democrático. Isso, aliado à intenção e concepção da escola, de propiciar um espaço físico e pedagógico que ressaltasse questões de educação ambiental, cultura, história e sustentabilidade também se consolidou em um impulso ao desenvolvimento do espírito crítico e da cidadania, não só na etapa de projeto, mas ao longo do tempo, na utilização e aproveitamento dos diferentes espaços, revelando a intenção e dimensão política da proposta.

7.2.1.4 Dimensão econômica

Com relação ao aspecto econômico, o projeto foi *considerado não só como um produto, mas foi levado em consideração, principalmente, como ele será utilizado e por quem* (McDonough; Braungart, 2002, p.139). Isso influenciou diretamente nas escolhas realizadas que aconteceram considerando aspectos como:

- aspiração dos usuários;
- ganhos ambientais (não só imediatos, mas a médio e longo prazo);
- ganhos sociais;
- ciclo de vida de materiais e da própria construção;
- resgate sócio-cultural;
- baixo impacto ambiental.

Como evidência disso podemos citar:

- o uso de *recursos e materiais locais, para melhor se adaptar a região e diminuir custos de transporte* (Steele, 1997, p.245; Yeang, 1995, p.200) e *custos ambientais*;
- a previsão de monitoramento, em longo prazo, de materiais, práticas e serviços para avaliar o cumprimento das expectativas e dos objetivos iniciais do projeto;
- *redução de custos* (Wilson et al, 1998, p.10). Custos de infra-estrutura, por exemplo, no escoamento da água da chuva poderão ser reduzidos a longo e médio prazo com a captação e reutilização desta água.
- propostas como aproveitamento local de resíduos e produção local de alimentos também poderão trazer economia na futura utilização da escola.

Segundo o Memorial Justificativo da proposta (NORIE, 2005), com relação à dimensão econômica da sustentabilidade, o projeto *com um orçamento menor que o das escolas convencionais do município, a escola venceu o desafio de criar elevado desempenho ambiental, ampla participação social e resgate sócio cultural.*

7.2.1.5 Dimensão ambiental

É possível perceber que houve um *estudo e respeito com relação ao local* onde o projeto está inserido (Yeang, 1995; McDonough; Braungart, 2002; Pearson, 2001). As soluções de projeto surgiram dessa análise, pois o projeto respondeu às particularidades locais: solo, vegetação, animais, clima, topografia, cursos d'água, e usuários. Foi, para isso, considerado o contexto específico do local (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.23). Pode-se concluir que as *soluções nasceram do lugar* (Pearson, 2001; Van Der Ryn; Cowan, 1996). Exemplo disso é a própria tipologia adotada que se adapta às condições climáticas e de insolação, respeitando os acidentes e elementos naturais existentes no terreno e definindo a melhor insolação e ventilação natural para os diferentes ambientes. A implantação da edificação obedeceu, principalmente a orientação solar, os ventos e a massa vegetal existente, à nordeste do terreno (NORIE, 2005, p.3). Houve a exploração da radiação solar como fonte de energia e condicionamento climático. Os edifícios foram orientados com o seu maior lado pra norte, aproveitando a insolação saudável dessa orientação e as edificações foram dispostas afastadas das árvores, para evitar sombreamento excessivo. A praça central também foi orientada para leste, sentido dos ventos de verão e protegida dos ventos de inverno, de oeste (NORIE, 2005, p.3).

Além da orientação solar adequada aos diferentes compartimentos, outras *soluções bioclimáticas foram adotadas* como:

- iluminação natural: o uso de prateleiras de luz, que potencializam a luz solar difusa dentro das salas de aula e uso de quebra-sóis (*brises*), beirais e vegetação caducifólia, para regular a incidência solar;

- ventilação natural: exploração da ventilação natural, de maneira eficiente (fechada aos ventos de inverno e aberta aos de verão), para uma melhor habitabilidade; uso de ventilação cruzada potencializada pelo efeito chaminé (ventilação eficiente no verão);

- inércia térmica: utilização da inércia térmica na construção como condicionador climático e bio-climatização das edificações através da ventilação (fechada aos ventos de inverno e aberta aos de verão);

- telhado verde: o uso do telhado verde também representou um ganho com relação às condições bioclimáticas, apresentando benefícios quanto à temperatura, acrescido de outras vantagens como a redução de áreas pavimentadas, drenagem, limpeza do ar, redução de aquecimento do telhado e grande potencial estético.

A natureza como modelo, contexto, fonte de inspiração e como parceira (Lyle, 1994; Pearson, 2001; Van Der Ryn; Cowan, 1996) pode ser identificada na busca de relação entre o espaço edificado (projetado) e os processos naturais. Os projetistas apresentaram esta relação identificando *o sol*, como gerador de energia e fornecendo o aquecimento e melhores condições de iluminação para os usuários e, igualmente, potencial para geração de eletricidade; *a terra*, como produtora de alimentos (paisagismo produtivo), valendo-se de nutrientes liberados pela compostagem dos resíduos locais e geradora de um espaço agradável, lúdico e educativo; *a água*, captada da chuva e cuja reutilização é prevista, trazendo o ciclo da água ao convívio diário da escola, servindo como elemento de ligação e de ensino, permitindo a visualização de um fluxo de recurso cíclico; e *o ar*, que enriquecido por plantas nativas refresca-se e é aromatizado, sendo utilizado como fonte de ventilação natural dos diferentes espaços.

As soluções buscaram *mimetizar os processos naturais* e foram pensadas *soluções baseadas em processos naturais* (Wilson et al, 1998, p.129). A água da chuva, por exemplo, é coletada e circula pelo terreno, sendo conduzida a uma fonte por uma calha de pedra ao nível do solo, que circunda toda praça animando o espaço e tornando-se visível e propiciando um elemento educativo e lúdico aos usuários. O tratamento de efluentes líquidos também foi pensado para ser realizado no terreno local, com uso de sistemas naturais como a separação das águas negras e cinzas e tratamento em lagoa de estabilização. Igualmente foi pensado no processo de coleta seletiva de lixo e compostagem de lixo orgânico, para utilização como adubo nas hortas e pomares.

Houve a preocupação com a *preservação e restabelecimento de padrões da paisagem* do local (Wilson et al, 1998, p.129), que se configurou no estudo e implementação de um paisagismo adequado ao sítio e plantio de espécies nativas.

Todas essas soluções também revelam uma *integração entre o ambiente construído e o meio ambiente e uma responsabilidade ambiental* (Wilson et al, 1998) na concepção do projeto.

O *uso de energia renováveis* (Lyle, 1994, Van der Ryn e Cowan, 1996, McDonough e Braungart, 2002): energia solar, eólica e captação da água da chuva também foi parte integrante do projeto. Houve a preocupação com a *conservação de recursos* (Wilson et al, 1998): reuso da água, compostagem do lixo e o aproveitamento das potencialidades naturais e culturais do sítio e da região. Segundo o Memorial Justificativo do Projeto: *no sol se buscou energia, para aquecer os usuários e na água um potencial para geração de eletricidade*(NORIE, 2005, p.4). Nas escolhas realizadas, mesmo aquelas bastante simples como a opção por sanitários com caixa acoplada, é possível perceber a preocupação em reduzir o consumo de energia não renovável.

Foi proposto o *uso de recursos e materiais locais* (Yeang, 1995, p.200; McDonough; Braungart, 2002, p.125): pedra (abundante no local), materiais cerâmicos e a madeira de eucalipto, determinando uma *forte conexão com o local* (McDonough; Braungart, 2002; Pearson, 2001, Wilson et al, 1998).

O uso de produtos não tóxicos, como o tratamento ecológico utilizado na madeira de eucalipto, demonstra a preocupação com a saúde de todos envolvidos no processo de produção, implementação e uso da escola, além de preocupação ambiental. O uso de materiais reciclados, como eco-tábua revela a disposição em utilizar materiais de baixo impacto ambiental. O projeto optou, assim, por dar *preferência à inteligência ecológica* (McDonough; Braungart, 2002, p.171).

Houve a *interação entre sistemas* (Lyle, 1994; Yeang, 1995; Wilson et al, 1998) configurando um projeto com *integridade e coerência interna* (Van der Ryn; Cowan, 1996). Foram buscadas *soluções múltiplas* ou de *sistema total*⁶³ (Wilson et al, 1998, p.37), processo pelo qual qualquer conexão entre sistemas são consideradas em conjunto e as soluções são buscadas de forma integrada, ao mesmo tempo. Exemplos disso:

⁶³ *Whole-systems thinking*

- configuração espacial adequada à solução climática, a praça central está aberta para o leste, sentido dos ventos de verão, e protegida dos ventos de inverno, de oeste;
- edificações com orientação adequada, buscando a melhor insolação;
- uso da vegetação como elemento de projeto, criando barreiras contra o vento e insolação e do paisagismo produtivo, com caráter social e educativo, principalmente nas hortas e pomares;
- uso de elementos integradores, como a galeria com cobertura verde que une todos os blocos em uma grande curva. Serve como coletora das águas pluviais, circundando toda a praça e trazendo o ciclo da água ao convívio diário da escola, aliando sistema de abastecimento de água, conforto climático e intenção educativa;
- coleta seletiva, compostagem do lixo em material orgânico para utilização como adubo em hortas e pomares.

7.1.2.6 Dimensão cultural

O projeto da Escola Frei pacífico se valeu da *sensibilidade comunitária e cultural* (Wilson et al, 1998), na medida em que buscou a promoção de resgates culturais, através do envolvimento da comunidade com as tradições locais. O projeto utilizou relações estabelecidas com o forte componente histórico da região: *a cultura indígena* na qual se inspirou, reconhecendo nela um exemplo de uma relação saudável com o meio ambiente. Se reportou, assim, à atitude preservacionista e não exploratória do índio, que demonstra que pode acontecer o convívio harmonioso do homem com a natureza. O projeto incorpora esta atitude através da utilização racional dos recursos disponíveis, da preservação inteligente da vegetação existente, do cultivo de hortas ecológicas, dos pisos e fontes expressos como elementos artísticos e da relação respeitosa com a flora e a fauna.

É possível afirmar que *aspectos culturais orientaram o projeto* (Pearson, 2001; McDonough; Braungart, 2002). Isso é perceptível já no lançamento do partido, onde os blocos da escola foram dispostos em semi-elipse, de maneira periférica, em torno de uma área central de convívio, fazendo uma analogia à tipologia de uma aldeia indígena, cujo espaço principal é a praça central. A centralidade e radialidade, presentes nos aldeamentos indígenas, foram princípios geradores do projeto da escola. Elementos utilizados nos edifícios também revelam a *integração do projeto com a cultura local* (Van der Ryn; Cowan, 1996), como, por

exemplo, o pórtico de pedra pontiagudo, figura 68, junto ao acesso principal, que remete, simbolicamente, à denominação do local: *Itapuã*, que em Guarani significa ponta da pedra. Além disso, a utilização racional dos recursos disponíveis, o uso de materiais locais, a simplificação de formas e técnicas, o aproveitamento de recursos naturais (orientação solar e ventilação natural); a preservação quase que integral da vegetação de porte existente, o cultivo de hortas e a relação respeitosa com a flora e a fauna revelam a herança e influência da cultura indígena no projeto.

A valorização e reinterpretação de hábitos e de espaços, próprios da arquitetura indígena no Rio Grande do Sul, também foram utilizados nas linhas projetuais. A disposição de lendas e elementos da cultura indígena ao longo da mata de eucaliptos - preservada pelo projeto - teve como objetivo propiciar às pessoas um percurso didático, ambiental, cultural e lúdico, onde é possível que alunos e visitantes sejam educados sensorialmente ao longo das trilhas na escola. Isso revela a intenção de *integrar preservação histórica, cultura local e gerência ecológica* (Wilson et al, 1998).

Não só a cultura indígena, mas a arquitetura dos colonizadores portugueses, também serviu como referência ao projeto. Segundo o Memorial do Projeto (NORIE, 2005, p. 5) a arquitetura de imigração portuguesa, com suas casas de porta e janela cobertas com telhas de barro, vieram ao encontro das formas e materiais considerados mais adequados para os blocos da escola. O uso da pedra também remete às características da arquitetura de colonização portuguesa.

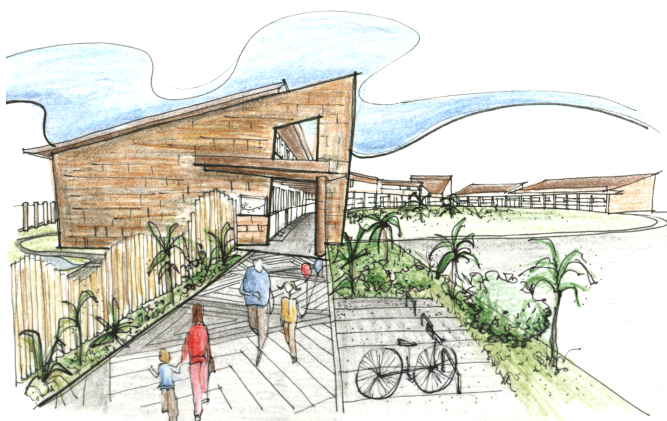


Figura 68: Pórtico de acesso a Escola Escola Frei Pacífico,
Viamão (RS)

1. Perspectiva
2. Foto da construção

Fonte: NORIE/UFRGS

7.1.2.7 Dimensão espacial

O espaço se apresenta como um *espaço lúdico, simbólico e, educativo*. *Lúdico*, na medida em que permite e estimula a criatividade e a aprendizagem dos alunos e usuários de diferentes formas, tanto no espaço construído, como nos espaços abertos, de convívio e lazer. O trabalho com elementos de arquitetura e da paisagem, o uso da cor, a criação de percursos que permitem a percepção e integração com a natureza, a presença e possibilidade de visualização de processos naturais e de tecnologias voltadas para a sustentabilidade foram instrumentos utilizados na materialização deste princípio (NORIE, 2005, p.3).

Configura-se em um *espaço simbólico* na medida em que faz referência à cultura local, indígena e portuguesa, que retoma e procura valorizar, traduzindo em atitudes, formas, materiais e princípios utilizados no projeto. O aspecto simbólico e revela não só na relação com a cultura local, mas na valorização de aspectos perceptivos e sensoriais ligados à educação ambiental. O espaço possibilita a realização de trilhas dentro de uma maior proximidade com a natureza com cinco pontos de parada, que estimulam os sentidos. O primeiro ponto de parada serve de estímulo ao *paladar*, ficando próximo às hortas e sendo circundado por uma estrutura de taquara com trepadeiras frutíferas; o segundo ponto, permite o estímulo da *visão*. Possui um paisagismo com trepadeiras e flores coloridas, sendo o principal foco a vista do entorno natural; logo após o ponto de parada estimula o *olfato*, em um local circundado por ervas aromáticas. Os dois últimos pontos de parada estão localizados na mata de eucaliptos existente, sendo o *tato* aguçado com espécies de diferentes texturas, enquanto que no ponto da *audição* as folhas de eucalipto que balançam com o vento se encarregam de estimular esta sensação (Zanin et al, 2006, p. 3930).

É, igualmente, um *espaço educativo*, pelo próprio tema da edificação, o qual reforça e auxilia na medida em que incorpora conceitos éticos, de sustentabilidade e de educação ambiental na própria concepção espacial do projeto. Foi proporcionado aos usuários a vivência do espaço de maneira pedagógica e educativa, com a intenção de compreensão e respeito ao mundo natural. O projeto apresenta soluções criativas e instigantes, diretamente relacionadas com o conceito de eco-alfabetização. O espaço das salas de aula, os laboratórios, os espaços de convívio, de lazer e de circulação permitem a exposição de técnicas, sistemas e estratégias de produção limpa e eficiente, permitindo aos alunos e visitantes o contato permanente com o ideário ambiental e da sustentabilidade.

Como principais conceitos espaciais é possível identificar a *centralidade*, a *circularidade*, a *integração*, a *flexibilidade* e a *relação espaço interior e exterior*.

A *centralidade* e *circularidade* permitiu a congregação de atividades em torno de uma área de maior interesse: a área de praça, de convívio e onde se desenvolve atividades educativas, lúdicas e de lazer. As atividades da escola acontecem ao redor dessa área, possuindo estreita vinculação com ela. Isso auxilia na *integração espacial, cultural e com a comunidade local*. A *integração espacial* pode ser observada na relação harmônica do espaço construído com o não-construído, uma vez que o espaço interno e externo foram concebidos de maneira conjunta e integrada; na integração visual entre os diferentes espaços (internos ou externos); integração do espaço construído com elementos da paisagem; integração dos diferentes setores da escola (administração, ensino, espaços comunitários e de lazer); na integração dos ambientes da escola com a comunidade - a área de pátio permite o desenvolvimento de diversas atividades: brincadeiras, ensino, descanso, lazer, esportes, etc-. Também há a possibilidade de expansão das áreas de sala de aula para o exterior, através da criação de pátios contíguos a estes ambientes (figura 69).

A *flexibilidade* se traduz na possibilidade de utilização dos diferentes espaços para diferentes fins e atividades. As salas de aula, por exemplo, tem a possibilidade de ser ampliada para área externa e contígua ao prédio, possibilitando a ampliação do espaço e o convívio com o meio ambiente; as áreas de lazer e esportivas podem ser utilizadas como áreas comunitárias; área de coreto e de leitura, na parte externa do prédio, são também espaços de integração com a comunidade; a circulação externa é também um percurso de “sensibilização ambiental” que percorre o paisagismo produtivo e áreas de serviço, permitindo a visibilidade dos processos; o auditório multifuncional permite a utilização em diferentes momentos e para diferentes atividades. O espaço é multifuncional e se adapta a diversos fins.



Figura 69: Volumetria - Escola Escola Frei Pacífico
Circularidade e centralidade

Fonte: NORIE/UFRGS

7.2.1.8 Dimensão tecnológica

Segundo o Memorial Justificativo (NORIE, 2005), *o projeto deveria demonstrar inovação na vanguarda da construção sustentável*. Para isso, buscou a *fusão de tecnologias oriundas da tradição* (antigos saberes) e *novas tecnologias* (novos saberes) (McDonough; Braungart, 2002, p.131). E, também, foi prevista a *combinação de tecnologias alternativas e de tecnologias usuais* (Lyle, 1994).

Tecnologias alternativas e referenciadas na tradição arquitetônica como: soluções bioclimáticas (insolação e ventilação natural); uso de paredes de pedra com aproveitamento da inércia térmica; uso de telhado verde como moderador de temperatura; utilização da água da chuva como recurso hídrico e amortecedor climático; compostagem do lixo orgânico para utilização como adubo em hortas e pomares e outras. E tecnologias alternativas inovadoras, como o uso da vegetação produtiva como elemento de projeto; a separação das águas negras e cinzas, com devido tratamento em lagoa de estabilização, para reutilização pós-filtragem simples; e conceitos inovadores em termos de design, integração de materiais e produtos, estrutura, muramentos e serviços de construção. Tem-se a expectativa de implantação de painéis fotovoltaicos demonstrativos (Zanin et al, 2006, p. 3929).

A intenção de tornar as tecnologias visíveis (Van der Ryn; Cowan, 1996), configurando um caráter pedagógico, também foi uma característica do projeto. Além do espaço interno das Salas de Aula e Laboratórios, o partido adotado propiciou o contato direto e permanente dos alunos com o ideário ambiental por meio da exposição de técnicas e estratégias de produção limpa e eficiente, bem como o melhor aproveitamento dos meios e o correto tratamento dos resíduos ali produzidos. O uso de tecnologias regenerativas (limpas, alternativas) requerem atributos específicos de forma e localização e estes atributos são quase sempre altamente visíveis e também porque estão mais integrados com a vida diária tornam-se mais visíveis. *A forma pode comunicar informações úteis e aumentar o entendimento sobre o mundo* (Lyle, 1994, p.44).

Tanto a *busca de soluções múltiplas* (Lyle, 1994; Yeang, 1995; Wilson et al, 1998), como a *adoção de sistemas cíclicos e inspirados em processos naturais* (Pearce, 2006,

p.6), que foram anteriormente abordados⁶⁴, revelam a escolha por tecnologias limpas, revelando a opção por uma tecnologia voltada para a sustentabilidade.

7.2.1.9 Dimensão formal/estética

No projeto da Escola, formas orgânicas foram conjugadas com formas ortogonais, possibilitando uma *diversidade formal* (Wilson et al, 1998, p.42; Pearson, 2002), cuja inspiração se origina na *relação harmônica com a natureza* e em referenciais da *cultura local*.

A *organicidade* pode ser percebida na disposição dos diferentes blocos do edifício, que gerou um partido que possibilitou a utilização dos diferentes compartimentos da escola de maneira individualizada ou integrada ao meio ambiente e no desenho paisagístico. A geometria está presente na configuração dos compartimentos, na disposição dos blocos ao redor do eixo central e na composição dos planos de fachada. A repetição e modulação de elementos asseguraram a *unidade formal* da edificação (figura 70).

A busca por uma *estética ecológica* (Wilson et al, 1998, p.42) pode ser percebida em soluções como a cobertura verde, uso das diferentes texturas dos materiais em sua forma natural: pedra, madeira (figuras 70 e 71).

A forma foi utilizada para *manifestar os diferentes processos*, reforçando a educação ambiental e instigando à crítica e a não alienação com relação às escolhas tecnológicas. E, igualmente, a forma foi utilizada *para guiar fluxos*. Houve a eleição de formas e localização que melhor se adaptassem, induzissem e potencializassem os diferentes fluxos: de energia, de calor, de ventilação, estruturais, de recolhimento e escoamento de água, etc (Lyle, 1994, p.44).

É previsão do projeto e do orçamento, a contratação de um artista, preferencialmente local, para a construção de uma fonte, que recolherá a água da gárgula central e a distribuirá equilibradamente para o início das duas calhas abertas. O elemento deve remeter-se ao conceito de sustentabilidade e forma deve guiar o fluxo.

⁶⁴ Ver item 7.2.1.5 Dimensão ambiental, p. 228, deste capítulo.



Figura 70: Composição Formal Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)

1-2. Estudo das fachadas internas
 3-4. Fachadas internas em construção
 5-6. Fachadas internas com acabamentos

Fonte: NORIE/UFRGS



Figura 71: Detalhes e acabamentos - Escola Frei Pacífico, Viamão (RS)

1-2-3. Materiais e acabamentos externos
4-5-6. Acabamentos do interior da construção

Fonte: NORIE/UFRGS

7.2 REFÚGIO BIOLÓGICO BELA VISTA

O Refúgio Biológico Bela Vista está localizado no município de Foz do Iguaçu, no estado do Paraná. Possui uma área total de 48 hectares e área construída de aproximadamente 5.000m², com uma área urbanizada de aproximadamente 23.000m², estando localizado ao lado da represa da usina de Itaipu Binacional. Embora exista desde a década de 70, somente em 2000 é que se estabelece como instrumento de educação ambiental e atração turística. Atualmente, nesse local, se concentram quase todos os trabalhos desenvolvidos pela Itaipu Binacional, no lado brasileiro, relacionados com a fauna silvestre, produção de mudas destinadas ao reflorestamento das margens da barragem e condução de experimentos relacionados à flora e à fauna da região e ações associadas à educação ambiental. Atividades ligadas ao turismo também acontecem. O local recebe visitantes a fim de conhecer as atividades ali desenvolvidas e grupos de alunos de escolas da região, que além de conhecer os trabalhos realizados no Refúgio, participam de atividades de educação ambiental e pesquisas.

No ano de 2000, o Núcleo de Inovação na Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) foi solicitado a lançar diretrizes e desenvolver o anteprojeto de novas instalações para o local, já que as instalações existentes haviam sido construídas em caráter provisório. Segundo o Memorial Descritivo do Projeto (NORIE, 2000, p.4), a Revitalização do Refúgio Biológico Bela Vista deveria incorporar *conceitos e práticas de sustentabilidade, de preservação e respeito ao meio ambiente natural e humano e de educação ambiental*. Foi formado um grupo de trabalho que lançou propostas e diretrizes de estratégias para o projeto⁶⁵, que foi posteriormente desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com o auxílio da Facultad de Ingeniería de La Universidad de Asunción (UNA), no período de janeiro a abril de 2001.

⁶⁵ Os autores do projeto foram os Arqs. Tiago Holzmann da Silva e Pedro Augusto Alves de Inda; os co-autores: Arqs. Camilo Holzmann da Silva e Marco Antônio Lopes Maia; colaboradores: Arqs. Rafael Simões Mano, Letícia Rodrigues, Letícia Thurman Prudente, Daniele Caron, Carlos Eduardo Paes Leme Nicolini, Hilton Albano Fagundes; Biol. Rodrigo Balbuena; Acad. Cristian Illanes, Cristiano Kunze, Luciana Ramos de Castilhos, Vinícius de Medeiros. O grupo do NORIE que participou do projeto teve como Coordenador o Prof. PhD Miguel Aloysio Sattler e os Mestrandos: Arq. e Urb. Christiane Carbonell Jatahy; Arq. e Urb. Cristiano Viégas Centeno; Arq. e Urb. Cristina Wayne Brito; Arq. e Urb. Giane de Campos Grigoletti; Arq. e Urb. Michele de Moraes Sedrez; Eng. Agr. Sérgio Luiz Valente Tomasini; Arq. e Urb. Telissa Frenzel da Rosa; Arq. e Urb. Verena Schmidt Baldoni.

7.2.1 Caracterização do projeto

7.2.1.1 Conceituação

A conceituação do projeto se baseou na relação entre arquitetura e meio ambiente, tendo como base os quatro elementos da natureza - *água, ar, terra e fogo*. Estes elementos remetem a significados, que serviram como analogias e forneceram subsídios ao projeto. A visão do projeto a partir dos quatro elementos da natureza contempla *relações harmônicas com a natureza, onde cada elemento é fundamental para o equilíbrio e a sustentabilidade da vida* (NORIE, 2001, p.8). Assim, segundo as Diretrizes de Sustentabilidade para o Projeto de Revitalização do Refúgio Biológico Bela Vista (NORIE, 2001, p.6), na medida em que os elementos não existem um sem o outro, a idéia foi buscar um conceito de um *todo unificador*, que através da harmonia do conjunto, pudesse orientar a integração das formas e recursos naturais e as intervenções humanas de projetos arquitetônicos e urbanos. Ainda segundo as Diretrizes, cada elemento trouxe um significado próprio, que se aplicou aos diferentes usos e ocupações dos locais de intervenção:

- a água: relacionada com a fertilidade, força de vontade e adaptabilidade correspondeu à energia do inverno. A presença de água trouxe também significados como: fonte de vida, alimento, harmonia, paz, meditação, reflexo, purificação, limpeza, alívio da tensão, etc.

- ar: traduz significados como oxigênio, vida, vento, aroma, transparência, movimento, som, renovação, leveza, elevação, suavidade, etc.

- terra: simboliza estabilidade, segurança, firmeza. É uma força tolerante e receptiva que tudo ampara exatamente como a do nosso planeta. Associou-se a significados como: solidez, lar, mãe, planeta, vida, alimento, agricultura, riqueza, paisagem, suporte, origem, etc.

- fogo: este elemento relaciona-se com tudo que é pleno, brilhante, quente. É quando a natureza atinge seu ponto máximo, como no verão. Representa a suprema realização, tanto material quanto espiritual. Foi relacionado a significados como: calor, paixão, coração, vibração, luz, vida, transformação, energia, ação, explosão, criação, propagação, etc.

Esta conceituação funcionou como uma idéia a perseguir, como *o tema central de uma redação. Ele - o tema - não aparece escrito, pois não são palavras, mas entende-se quando se lê todo texto* (NORIE, 2001, p.8). A idéia de aplicar o conceito dos quatro elementos foi a base para o lançamento das propostas arquitetônicas e de implantação do Refúgio como um todo e, segundo Sattler et al ([S.D.]c, p. 8), estes foram *os símbolos que guiaram os projetistas* constituindo-se, ao mesmo tempo, *em uma linguagem amigável de relacionamento com os futuros visitantes*.

7.2.1.2 Princípios orientadores do projeto

Segundo as Diretrizes as Sustentabilidade para o Projeto de Revitalização do Refúgio Biológico Bela Vista Foz do Iguaçu/PR (NORIE, 2001), os princípios orientadores do Projeto foram:

- a) sustentabilidade;
- b) baixo consumo energético;
- c) otimização do espaço, do uso de materiais de construção e de recursos em geral;
- d) conforto ambiental (térmico, lumínico e acústico);
- e) relação entre usuários e paisagem;
- f) diversidade;
- g) unidade;
- h) integração: das diversas funções, integração visual (permeabilidade visual) e espacial;
- k) complexidade;
- l) compacidade;
- m) coordenação modular;
- n) flexibilidade e adaptabilidade
- o) sentido educativo (pedagógico) do projeto.

7.2.1.2 Partido

Baseado na conceituação, as edificações foram concebidas analogamente a *elementos da natureza*, e foram criados percursos, que interligam todas as edificações. Isso, segundo os autores, faz uma analogia à vida, que, igualmente, congrega todos os elementos da natureza. A idéia foi que o visitante pudesse percorrer os caminhos (que representam a vida), e “descobrisse” os quatro elementos da natureza (representado pelas edificações e espaços lúdicos. Foram, assim, criadas 5 trilhas:

1. *trilha dos animais*: nesta trilha, pode-se fazer uma caminhada na mata e observar a flora nativa e diversas espécies de animais da região, dispostas a partir de temas específicos: como cadeia alimentar, hábitos, espaço/habitat e extinção. O percurso é de 1.850m, com duração aproximada: 1h 40min.

2. *trilha interpretativa Guaimbê*⁶⁶: esta trilha é utilizada para observação de espécies florestais nativas e interpretação do ecossistema regional, possibilitando a integração do homem ao meio ambiente natural. Também é usada para estudos de plantas com propriedades medicinais, educação ambiental e visita técnica. O percurso é de 1.380m, com duração aproximada de 1h 30min.

3. *trilha dos sentidos*: nesta trilha há pontos de paradas, que permitem a exploração dos cinco sentidos (olfato, tato, audição, paladar e visão), por meio de vivências educativas sensoriais com utilização de elementos da natureza. Esta trilha é utilizada para educação ambiental. Tem um percurso de 530m e duração aproximada de 2h.

4. *trilha experiências em sustentabilidade*: neste local são apresentados ambientes humanos sustentáveis, economicamente viáveis e ecologicamente corretos, com destaque para sistemas construtivos e energéticos alternativos, conforme projetos construídos no local. Tem percurso de 930m e duração aproximada de 2h.

5. *trilha das águas*: esta trilha apresenta o uso da água pelo homem de forma sustentável. A trilha é utilizada para a educação ambiental. Tem um percurso de 900m e duração aproximada de 2h.

⁶⁶ Quer dizer *amigo da árvore*, em guarani. O nome desta trilha está relacionado ao cipó guaimbê (de origem guarani), que o visitante poderá ver entrelaçado a uma árvore de angico gurucaia. Este angico possui aproximadamente 300 anos, mede 26,50 metros de altura e tem 3,50 metros de circunferência.

O partido do projeto apresenta um padrão de ocupação rarefeito, com edificações isoladas e térreas, unidas por caminhos (figura 72). A implantação geral (figura 73) se baseia, em um primeiro nível, na separação das atividades de serviço existentes no refúgio - criação de mudas e reprodução de animais – e no(s) percurso(s) projetado de visitação. São, ao todo, 37 construções que podem ser divididas em três grandes grupos, em um segundo nível funcional. O primeiro grupo, próximo ao portal de acesso, tem como prédios principais a *administração e o centro de recepção aos visitantes*; o segundo reúne *equipamentos lúdicos e choupana*; o último grupo, vizinho ao reservatório, tem como destaques a *Casa do Sol e da Lua e um pequeno porto*.

Dividido em três volumes, o *edifício administrativo* abriga recepção, reuniões, biblioteca e espaços para estudo da fauna e da flora. Já o *centro de recepção aos visitantes* apresenta biblioteca, área para exposições, auditório e enfermaria. Esse prédio no ponto focal para quem chega. Concebido com um bloco central de acesso, com paredes de pedra e cobertura vegetal, forma uma rampa, permitindo o visitante subir e enxergar o refúgio. Este bloco fica separado dos dois volumes auxiliares, o auditório e a biblioteca e serviços, por uma antecâmara revestida em madeira e descolada do bloco central por uma zenital que a rasga de um extremo ao outro, propiciando iluminação natural. Os blocos auxiliares recebem paredes de alvenaria e cobertura de telhas cerâmicas com estrutura de madeira de reflorestamento.



Figura 72: Vista Geral do Refúgio Biológico Bela Vista

Fonte: NORIE/UFRGS

7.2.2. Análise do projeto

7.2.2.1 Base de conhecimento

A relação com a natureza, a concepção de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável e a educação ambiental são a base de conhecimento (Lyle, 1994) utilizada no projeto. O tema refúgio biológico remete a dois principais sentidos: ao mesmo tempo em que representam uma medida prevista pela legislação para diminuir o impacto ambiental de usinas hidrelétricas, representam a possibilidade de se constituírem em um local de preservação e divulgação de idéias sustentáveis e de promoção da educação ambiental. Em consonância com este último sentido é que se estabeleceu a base de conhecimento do projeto, aliando medidas de caráter ambiental à educação ambiental, o que se constitui na principal interface social trabalhada no Refúgio Biológico Bela Vista.

A preocupação com a proteção ambiental e a ecologia está presente no projeto e pode ser percebida na medida em que *conceitos ecológicos e de meio ambiente* (Lyle, 1994; Yeang, 1995; McDonough, Braungart, 2002) foram considerados e embasaram as decisões de projeto. O projeto procurou igualmente *manter a integridade biológica do local* (Lyle, 1994; Van der Ryn, Cowan, 1996) e teve a preocupação de restringir ao máximo a “invasão” do ambiente construído no ambiente natural. Teve, portanto *a bioregionalidade e a ecologia como base científica para o projeto* (Todd; Todd, 1994, p.32; Wilson et al, 1998, p.7). A integração entre natureza, ambiente construído e o homem foi uma premissa básica do conceito de sustentabilidade adotado no projeto.

Para a definição das *tipologias arquitetônicas foi considerada uma visão holística ou de sistema-total* (Yeang, 1995, p.40), uma vez que as soluções e decisões adotadas consideraram uma visão ampla e levaram em consideração vários fatores como o sítio, a orientação solar, o clima, os custos, os materiais aliados a fatores culturais, ambientais, éticos e estéticos. A busca foi pela utilização de soluções saudáveis e confortáveis ao homem, a um preço acessível e com um impacto ambiental minimizado. E, para dar resposta a tudo isso, o projeto teve que se valer da *integração de múltiplas disciplinas e ciências* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.27) na *busca de soluções criativas* (Lyle, 1994) para as diversas questões que se apresentaram.

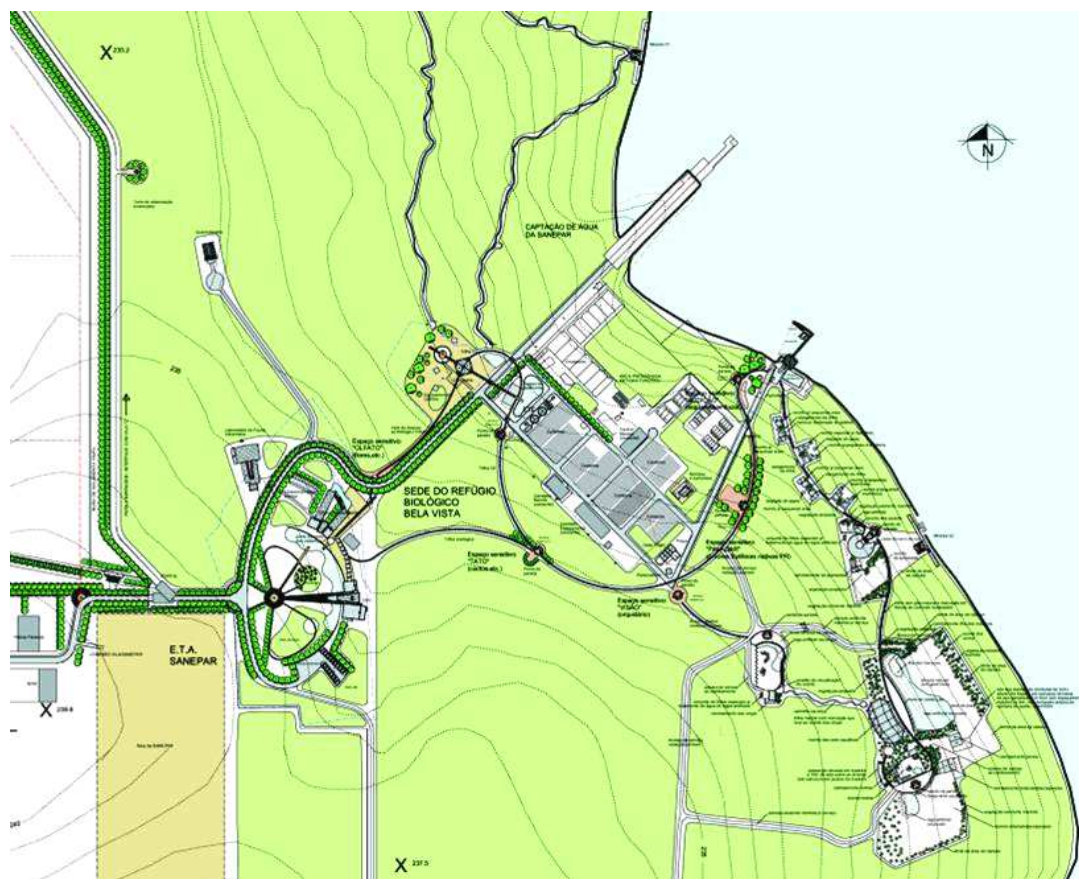


Figura 73: Implantação Geral - Refúgio Biológico Bela Vista

Fonte: NORIE/UFRGS

7.2.2.2 Dimensão social

O projeto foi desenvolvido por uma *equipe multidisciplinar*, e o processo de projeto compreendeu, inicialmente, uma viagem de estudos da equipe⁶⁷ à Foz do Iguaçu para conhecimento e percepção do local. Posteriormente, foi realizada uma *charrete* de três dias no Rincão Gaia⁶⁸, que compreendeu a realização de um trabalho (*workshop*) intensivo, com profissionais gabaritados de diversas áreas que compartilharam suas idéias e fizeram recomendações que posteriormente foram desenvolvidas e aperfeiçoadas no desenvolver do projeto (Wilson et al, 1998, p. 55, 59). Segundo Sattler et al ([S.D.]c, p.6-7) o conjunto de elementos orientadores do projeto chamados *Diretrizes de Sustentabilidade* surgiram nesse

⁶⁷ A equipe contava com dois professores e sete alunos de mestrado, com formação nas áreas de Engenharia Civil, Arquitetura, Agronomia.

⁶⁸ Sede rural da Fundação Gaia, localizado no município de Pântano Grande, RS. Ver <http://www.fgaia.org.br>

momento. A própria conceituação baseada nos quatro elementos da natureza foi resultado dos trabalhos realizados nessa charrete.

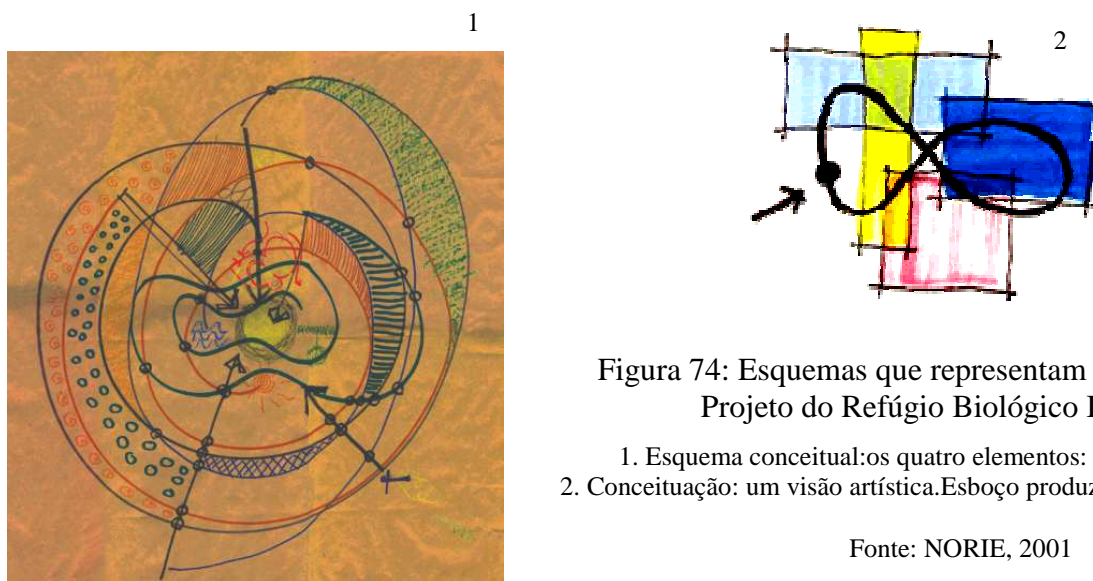


Figura 74: Esquemas que representam a conceituação do Projeto do Refúgio Biológico Bela Vista

1. Esquema conceitual: os quatro elementos: ar, terra, fogo, água
2. Conceituação: uma visão artística. Esboço produzido na charrete realizada

Fonte: NORIE, 2001

Uma importante interface social trabalhada no Refúgio Biológico Bela Vista foram as medidas de caráter ambiental aliadas ao trabalho de *educação ambiental* desenvolvido. A *conscientização, educação e disseminação de conceitos ecológicos e de sustentabilidade* se estendeu às escolas e universidades da região, aos visitantes e à comunidade local, os quais foram tidos como parceiros na conservação ambiental (Sachs, 2000). Na proposta espacial do Refúgio houve a preocupação em *criar uma didática informativa e de motivação do interesse* (Sattler, 2003, p.9). Os diferentes percursos que foram propiciados aos visitantes se configuram como pontos de experimentação sensorial, cada um enfatizando um dos sentidos humanos (visão, paladar, olfato, tato e audição). O paisagismo como um todo, dentro de uma visão holística, foi pensado de maneira integrada aos edifícios e tendo como objetivo a educação ambiental. Foi utilizado o *paisagismo pedagógico*, tendo sido o projeto concebido como uma *grande sala de aula ao ar livre destinada ao desenvolvimento de atividades de educação ambiental* (Sattler, 2003, p. 9). Também, foi propiciada a demonstração de processos e tecnologias sustentáveis nos edifícios - diversas tecnologias alternativas de geração de energia, técnicas construtivas, condicionamento natural dos ambientes internos, ciclo da água com tratamento local dos resíduos sólidos e líquidos, entre outras -, o que permitiu a visibilidade dos mesmos e teve como intuito *despertar a atenção da sociedade para a importância da participação individual em um complexo ciclo, de formação, manutenção, utilização e recuperação de recursos naturais* (Sattler, 2003, p.5).

Ainda dentro do caráter social da proposta é possível destacar algumas medidas adotadas no projeto que visaram apoiar e promover o crescimento da economia local. Foram utilizadas sobras das obras da usina, como pedras de basalto, ferro, entre outros e também houve a utilização de materiais e tipologias próprias do local, como tijolos, telhas, pedra e madeira. Isso colaborou com o contexto social na medida em que propiciou a geração de empregos e a utilização de mão-de-obra local e a promoção do desenvolvimento social da região.

O projeto também buscou o incremento e qualidade das relações entre os usuários do Refúgio, principalmente os funcionários, e uma boa relação entre usuário e paisagem. Isso se constituiu em uma importante estratégia para estimular a conscientização ambiental, bem como contribuiu para melhorar qualidade de vida e de trabalho dos empregados locais (Sattler, [S.D.]c, p.10). Segundo Roaf (2006, p.141) e Pearson (1994, p.14), medidas como essas asseguram a criação de ambientes *saudáveis e diversos*, auxiliando no melhor desenvolvimento das atividades de trabalho, criando uma *atmosfera de tranqüilidade e harmonia*, condições indispensáveis para proporcionar a qualidade do ambiente externo e externo. Assim, espaços comunitários foram criados, visando à possibilidade de congregar não só os trabalhadores, mas também os visitantes e demais usuários do Refúgio.

Ainda com relação à dimensão social pode-se referir a busca pela acessibilidade aos diferentes espaços, edificados e abertos. A *acessibilidade universal* é uma expressão da equidade, buscada pela sustentabilidade. O alcance deste objetivo envolveu várias diretrizes de projeto, como o cumprimento das normas que tratam deste tema e a diminuição de percursos quando possível (NORIE, 2001, p.10).

7.2.2.3 Dimensão política

A construção do Refúgio Biológico foi assegurada por legislação, com o objetivo de minimizar os danos e os impactos ambientais causados por uma construção de grande porte como a Hidrelétrica de Itaipu. É possível detectar a importância de determinações políticas que se voltem para ações nesse sentido. Mesmo sendo “compensatórias”, se constituem em uma possibilidade de promover espaços de estudo, educação, debate e conscientização sobre aspectos da sustentabilidade e da proteção ambiental. Trata-se da *reestruturação do coletivo e*

de tomada de decisões mais conscientes, baseadas na ética ambiental e cultural e nos direitos do homem (Raumolin, 2006, p.28).

7.2.2.4 Dimensão econômica

A *redução dos custos* (Wilson et al, 1998, p.10) foi um objetivo buscado pelo projeto. Com a finalidade de reduzir custos financeiros foram utilizados materiais de construção locais, a fim de eliminar gastos com deslocamentos, que, em geral, são bastante significativos. A utilização de fontes renováveis de energia como energia eólica, energia solar e biomassa, também contribuiu para redução dos custos financeiros da edificação.

Não só os custos financeiros foram levados em consideração. A busca pela redução de *custos ambientais* também se fez presente. Isso pode ser percebido pela preocupação em definir uma implantação e um partido que se integrasse perfeitamente ao local e à biodiversidade existente, e de edificações que utilizassem ao máximo as potencialidades locais, se valendo do uso de sistemas passivos de conforto ambiental - de condicionamento térmico, orientação, ventilação, iluminação naturais -, diminuindo os custos com energia e o consumo de recursos, tanto na fase de construção, mas, principalmente, na fase de utilização da edificação. A reutilização da água da chuva, o paisagismo produtivo e o aproveitamento de resíduos assegurou, igualmente, a redução de custos no período de ocupação dos edifícios.

Outros aspectos aliados à tipologia das edificações como: geometria compacta, modulação, compatibilidade dos componentes básicos comuns, ausência de poluentes, facilidade de desmontar, reciclar, facilidade de manutenção e durabilidade também podem ser consideradas estratégias para diminuição de custos, a médio e longo prazos.

A *reutilização de estruturas e materiais existentes* (Wilson et al, 1988, p.129) – madeiras dos galpões, da fase da construção, materiais restantes das obras de Itaipu e aproveitamento de edifícios existentes no local – também contribuiu na redução de custos ambientais e financeiros.

7.2.2.5 Dimensão ambiental

O projeto teve um caráter *antecipatório* (Yeang, 1999, p.34; McDonough; Braungart, 2002, p.139; Wilson et al, 1998, p.7), uma vez que as decisões de projeto levaram em consideração os efeitos causados ao meio ambiente. Isso pode ser constatado na preocupação em conhecer as características físicas, climáticas e da flora e fauna locais, por parte dos projetistas, anteriormente ao lançamento das propostas iniciais do projeto, o que revela a presença da *responsabilidade ambiental* (Wilson et al, p.7) e preocupação em inserir e adaptar o projeto *perfeitamente às condições locais e a bioregião* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.26; Wilson et al, 1998, p.129).

Assim, é possível afirmar que *o local foi individualmente analisado* (Yeang, 1995, p.38; McDonough; Braungart, 2002, p.123) e que o estudo das características do local - clima, vegetação, insolação, ventos predominantes, temperatura, relevo - foi determinante na definição das estratégias básicas para implantação e promoção de melhores condições de conforto. Como consequência disso, foi possível implantar os edifícios respeitando as características do terreno, acompanhando a topografia do local e colaborando com os ecossistemas existentes no local através da manutenção das características hidrológicas e de insolação da área. Também, as soluções bioclimáticas adotadas no projeto, estão em conformidade com as características específicas do terreno, explorando ao máximo a ventilação no verão, e a inércia térmica através do uso de:

- paredes duplas com isolamento interno que possibilita o armazenamento do calor durante o dia e reemissão durante a noite, mantendo a temperatura interna da edificação estável;

- cobertura com isolamento térmico, através da utilização de: telhas cerâmicas (de preferência de cor clara), camada de ar, chapa reflexiva (barreira à radiação), camada de ar e forro ou laje; ou cobertura vegetal ou camada superficial de água com impermeabilizante e laje de concreto, o que reduz os ganhos de calor além de manter a temperatura da cobertura estável pelo resfriamento evaporativo;

- máxima exposição da edificação às brisas de verão;

- sistema de ventilação da cobertura, com portinhola móvel nos beirais e abertura de saída de ar na parte mais alta da cobertura (cumeeira) para prover ventilação adequada no

espaço entre o forro e o telhado durante o período de verão (portinhola aberta), reduzindo as trocas convectivas de calor entre os mesmos e reduzindo a emissão de calor radiante em direção ao forro e para fazer com que o ar estático constitua uma barreira isolante térmica durante o inverno (portinhola fechada);

- sistemas de aberturas que permitem ventilação no verão (ventilação cruzada) e ventilação higiênica no inverno (esquadrias com bandeiras basculantes), além do aproveitamento do sol para aquecimento, empregando um bom isolamento térmico como vidro duplo para evitar perdas de calor;

- aberturas com posição e tamanho das definidos para minimizar o uso de iluminação artificial durante o dia, assim como para obter uma boa ventilação, auxiliando no desempenho térmico das edificações;

- ventilação vertical, através do emprego de dispositivos como lanternins, aberturas zenitais (também pode promover iluminação natural) ou no telhado e exaustores eólicos, sistemas que associados a aberturas localizadas em um nível inferior criam um fluxo de ar ascendente retirando o ar quente acumulado no interior das edificações no período de verão;

- coberturas verdes e com água, trocadores de calor, jardins sensoriais, incorporados na proposta.

O projeto foi desenvolvido a partir da *ótica de convivência harmônica com o meio ambiente*, sendo *a natureza considerada como parceira, modelo e contexto* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.23-55; Lyle, 1994, p.39). A própria conceituação, baseada nos quatro elementos da natureza, reflete essa tentativa de aproximação. A analogia com os quatro elementos da natureza como *modelo inspirador para as decisões de projeto* mostra que a intenção, desde a concepção inicial, foi a de *projetar com a natureza* (Van der Ryn; Cowan, 1996, p.23). Essa analogia foi traduzida no uso de tecnologias voltadas para a sustentabilidade e nas formas adotadas nos diferentes espaços.

A relação com a natureza também foi pensada na medida em que se buscou uma maior aproximação dos usuários das edificações com a paisagem natural. Tanto a configuração dos prédios como sua localização e implantação permitem ao usuário ter contato

visual, tátil e olfativo com elementos da natureza e igualmente com técnicas alternativas de menor impacto ambiental utilizadas no projeto.

Outros princípios utilizados no projeto também revelam a aproximação com a natureza e a preocupação em preservá-la:

- nada pôde ser utilizado de uma fonte renovável que não pudesse ser regenerado no mesmo período;
- foram lançados no meio ambiente apenas aqueles materiais que poderiam ser absorvidos no mesmo local;
- foram mantidos em um baixo risco de danos para o meio ambiente as quantidades geradas de energia e material nele lançados.

Houve a *incorporação de princípios inerentes ao mundo natural ao projeto* (Todd; Todd, 1994, p.1). Por exemplo, o tratamento de resíduos. Na natureza *os resíduos são recursos ainda não aproveitados* (Lyle, 1994). Os resíduos, no Refúgio Bela Vista, foram considerados como materiais ricos e com elevada carga de nutrientes e que por isso deveriam ser reutilizados. A idéia foi “imitar” a natureza e pensar em *soluções baseadas em processos naturais* (Wilson et al, 1998, p.39).

Ainda dentro do aspecto ambiental da sustentabilidade é possível destacar a preocupação com *a otimização do uso de materiais de construção* e também a utilização de materiais e tipologias próprias do local com o intuito de *provocar impacto ambiental mínimo*. Tanto a otimização como utilização de materiais como a cerâmica e a pedra, abundantes na região, a madeira de reflorestamento, materiais provenientes das sobras da construção, materiais reciclados demonstram a opção pela *inteligência ecológica* (McDonough; Braungart, 2002, p.171) que prioriza ações ambientalmente conscientes e saudáveis para o homem.

6.2.2.6 Dimensão cultural

O projeto focaliza e promove ações direcionadas de maneira mais direta à dimensão ambiental, já que este é o principal objetivo do Refúgio Biológico. No entanto, é possível perceber a vinculação e o respeito com aspectos da cultura local, na medida em que o projeto considera aspectos do entorno, da paisagem, da pré-existência e da cultura locais. A busca de referenciais nas práticas construtivas e materiais locais, *insere a cultura local no*

projeto e assegura a manutenção de características construtivas típicas da cultura da região (Sattler et al, [S.D.]c, p. 8). Trata-se de soluções que buscam aliar a responsabilidade ambiental à cultural, promovendo a educação ambiental e o desenvolvimento, tanto do senso comunitário como o cultural, envolvendo respeito e promoção de um “senso de lugar” (Wilson et al, 1998, p. 9).

6.2.2.7 Dimensão tecnológica

A conceituação, baseada nos quatro elementos da natureza, orientou também as decisões tecnológicas adotadas. Os elementos da natureza inspiraram a utilização *de tecnologias de menor impacto ambiental, imprimindo processos mais eficientes ecologicamente* (Pearce, 2006, p.3). Segundo Sattler et al ([S.D.]c, p. 8) a inspiração proporcionada pelos *elementos* conduziu à criação de várias estratégias ambientais passivas, caracterizando um projeto de baixo impacto ambiental. Dessa forma, o elemento *ar* inspirou a utilização da energia eólica, a ventilação natural dos ambientes e o bombeamento de água, sob a forma de cata-ventos; o elemento *água* moveu a opção pela coleta, reuso e racionalização, através do recolhimento da água da chuva, nos telhados e nos caminhos, reuso das águas cinzas, trocadores de calor com a água e coberturas com acúmulo de água; o elemento *fogo* inspirou o uso da energia solar; combustão através do aquecimento por conversão térmica, uso de células fotovoltaicas, lareiras e caldeiras abastecidas por lenha de reflorestamento; e o elemento *terra* inspirou os trocadores de calor, o uso da inércia térmica, do paisagismo produtivo, a reciclagem de resíduos e o uso de coberturas vegetais.

A utilização de tecnologias de menor impacto ambiental ou tecnologias alternativas demonstra tomada de decisões baseadas no *uso mais adequado dos recursos naturais e na busca da redução de custos ambientais e financeiros*, evidenciando a sustentabilidade na dimensão tecnológica. Foram utilizados *sistemas alternativos associados aos sistemas usuais* (Lyle, 1994, p.37), o que assinala *a busca pela minimização do uso de energias não renováveis* (Pearce, 2006, p.3) e uma *visão global* na concepção sistemas (Yeang, 1999, p.34-40). São exemplos da mescla entre os sistemas usuais e alternativos:

- a integração do projeto de iluminação natural com iluminação artificial, sendo esta última utilizada somente quando necessária. O uso de clarabóias teve o intuito de

diminuir o uso de iluminação artificial e painéis fotovoltaicos possibilitam a captação de energia para iluminação;

- uso de fontes alternativas de energia: energia solar associadas à energia elétrica;

- o abastecimento de água potável, suprido pela rede pública de água combinado com sistema de captação da água da chuva e tratamento de águas servidas, para utilização em descargas de sanitários, limpeza dos pátios internos e passeios, irrigação das áreas verdes, pomares e jardins;

- estação de tratamento de efluentes com sistemas naturais e emprego de resíduos como biomassa.

Todas essas soluções demonstram a possibilidade de utilização de *múltiplos caminhos*, com diferentes opções de utilização, que serão eleitas de acordo com a necessidade e situações específicas (Lyle, 1994, p.42).

O projeto do Refúgio Biológico, considerando a dimensão tecnológica da sustentabilidade, apresenta tecnologias que *contemplam o uso racional e eficiente dos recursos* (Wilson et al, 1998, p.8) *naturais*. Segundo Sattler et al (2003, p.6) o projeto foi concebido como um *laboratório novas tecnologias*, apresentando soluções tecnológicas criativas e que revelam responsabilidade ambiental, social e cultural. Algumas dessas soluções são:

- paredes duplas, teto coberto com terra e grama, e vegetação funcionando como moderadores de temperatura e se constituindo em isolantes térmicos naturais, isolando termicamente os edifícios, mantendo uma temperatura agradável e reduzindo o uso de aparelhos de ar-condicionado, no verão e no inverno;

- aquecimento de água pela energia solar, por intermédio de painéis fotovoltaicos;

- uso de sistema de refrigeração que capta ar fresco de uma profundidade de 4m no interior do solo⁶⁹;

- utilização do esgoto para produzir gás e, que, depois de ser lançado em um tanque, é purificado por plantas aquáticas que são transformadas em adubo;

⁶⁹ Nessa profundidade, a temperatura da terra é de cerca de 22 graus centígrados.

- uso de cobertura composta por duas camadas de ar, separadas por chapas de off-set reutilizadas, e que utiliza a inércia térmica e a ventilação para amenizar a temperatura;
- uso de ventilação cruzada;
- uso de tipologias estruturais adequadas às características dos materiais evitando o uso de materiais com potencial estrutural somente para a vedação.

Houve também a preocupação com *a otimização do uso de materiais de construção* (Wilson et al, 1998), o que foi facilitado pela coordenação modular adotada. A seleção de materiais para o projeto, de acordo com Sattler et al ([S.D.]c, p.5), teve como diretrizes: o uso de resíduos de construção, disponível no local; o uso de materiais de baixo impacto ambiental; o uso de materiais disponíveis localmente e a eliminação de produtos já comprovadamente nocivos à saúde, o que caracteriza a sustentabilidade da dimensão tecnológica do projeto, uma vez que revela a preocupação em diminuir o impacto sobre o meio ambiente ao longo do ciclo de vida dos materiais (produção, utilização, manutenção e disposição final).

A todos esses aspectos abordados anteriormente, soma-se a preocupação de caráter educativo na adoção de novos sistemas. Foi pensado *em uma didática de motivação do interesse, adequação de terminologia e simplicidade de manuseio dos mecanismos dos diferentes sistemas* com a finalidade de demonstração de processos e tecnologias sustentáveis (Sattler et al, [S.D.]c, p.9). É possível visualizar em diferentes edifícios, as tecnologias sustentáveis utilizadas e os ganhos em termos de redução no consumo de energia. Essa solução encontra-se perfeitamente integrada à idéia de Lyle (1994, p.44) de que *as tecnologias devem ser visíveis e manifestar os diferentes processos e operações. As formas das tecnologias devem comunicar informações úteis e aumentar o entendimento do homem sobre o mundo.*

7.2.2.8 Dimensão espacial

Os diferentes espaços do projeto surgiram como uma *resposta às características climáticas e ambientais do local* (Yeang, 1999, p.203), revelando a integração com padrões da paisagem, ecossistemas e cultura local.

Conceitos como *compacidade*, *coordenação modular*, *simplificação geométrica* e *flexibilidade* foram incorporados no projeto, revelando o caráter sustentável na dimensão espacial.

A *compacidade*, obtida através da utilização de áreas adequadas e compatíveis com os usos e de uma tipologia que não privilegiou a existência de grandes circulações e da verticalização dos edifícios, demonstra a preocupação em “*agregar e não isolar*”, preceito de Lyle (1994, p.37). Isso permitiu a racionalização da área construída, diminuindo os custos, tempo de construção e desperdícios de materiais de construção, espaço e energia.

A *coordenação modular* possibilitou a adoção de sistemas de construção otimizados, padronização de materiais e elementos, diminuição das perdas de materiais, auxiliando igualmente na racionalização do espaço. A modulação e padronização também proporcionaram a previsão de ampliações das edificações, com a manutenção da unidade formal e auxiliou na *flexibilidade* do espaço, com a possibilidade de utilização dos compartimentos para diversas finalidades ao longo do tempo.

O projeto buscou, assim, uma ordem global baseada na relação entre as partes e o todo, o que reflete a influência da larga escala na pequena e vice-versa reforçando a *integração espacial* (Van der Ryn, Sim; Cowan, Stuart, 1996, p.27). A coerência desta relação foi conseguida através de uma base geométrica que facilitou distribuição funcional e espacial, a construção, e a “leitura” do projeto como um todo. A geometria geral do projeto, marcada pela *simplificação*, foi fundamentada na sobreposição de duas malhas: uma retangular, utilizada nas áreas de funcionais do Refúgio, e a outra circular, relacionada às áreas para o visitante. Estas malhas identificam os espaços e circulações, trilhas e edificações do refúgio, e a sua sobreposição permitiu uma inter-relação entre as duas, criando pontos de interface e propiciando uma interação geral controlada e diversificada. A mescla entre uma base radial para a implantação e uma retangular para as edificações assegurou que fosse gerada uma grande variedade volumétrica, com unidade formal e construtiva, ao mesmo tempo. As várias circulações se adaptam também a essa malha, sendo o conceito básico simples e claro: as atividades de trabalho do refúgio, diretamente relacionadas à malha retangular, permitem um acesso mais direto; as atividades de visitação, relacionada à malha radial, circundam as áreas de trabalho, permitindo um percurso mais longo e diversificado, criando espaços múltiplos de atividades, como a Choupana (figura 75), de contemplação, de descanso, e de integração com

o funcionamento do Refúgio tornando-se, assim, mais atrativo aos ocupantes e visitantes do local e promovendo facilidade maior de *orientação, circulação e legibilidade* dos diferentes espaços.

É possível constatar que as soluções espaciais do Refúgio Biológico refletem a busca pela constituição, ao mesmo tempo, de um *espaço educativo, lúdico e simbólico*. Enquanto *espaço educativo* o projeto se valeu da visibilidade das diferentes soluções técnicas relacionadas a sustentabilidade, e propiciou espaços demonstrativos de práticas e técnicas sustentáveis e de menor impacto ambiental. Os próprios edifícios, os espaços adjacentes e o paisagismo, na medida em que foram pensados dentro de uma relação harmônica da natureza, permitindo uma maior aproximação do espaço construído com questões relativas ao meio ambiente e sustentabilidade, se “transformam” em um recurso didático. O paisagismo se configurou como um *paisagismo pedagógico*, tendo sido concebido como uma *imensa sala de aula ao ar livre, destinado ao desenvolvimento de atividades voltadas para educação ambiental* (Sattler et al, 2003, p.9).

Enquanto *espaço simbólico e lúdico* utilizou referências e buscou aproximações com elementos da natureza, os quais podem ser captados pelo diferentes sentidos -visão, olfato, paladar, tato e audição-, provocando reações, despertando sensações e promovendo diferentes percepções dos espaços e caminhos que se apresentam ao longo dos diferentes percursos passíveis de serem realizados. Vários são estes pontos de experimentação sensorial.

O projeto procurou *explorar o aspecto qualitativo do espaço*, proporcionando sua vivência através de diferentes *motivações*. O *espaço simbólico, educativo e lúdico* foi conseguido *despertando a curiosidade e o interesse e encorajando ao mistério e a descoberta, com o enriquecimento das capacidades de exploração, percepção e criatividade* (Wilson et al, 1999, p.43).



Figura 75 - Choupana - Refúgio Biológico Bela Vista

Fonte: NORIE/UFRGS

7.2.2.9 Dimensão formal/estética

As soluções formais integram-se à natureza e ao meio ambiente, estando em sintonia com o “*espírito do lugar*” (Day, 1990, p.10) e com a intenção inicial do projeto de preservação da natureza e educação ambiental. O conceito norteador do projeto permitiu *fazer analogias com padrões, elementos e estruturas da natureza* (Wilson et al, 1998, p.42), favorecendo a criação de uma *estética ecológica e orgânica*. Associada a estas duas está a *estética pedagógica*, também bastante presente no projeto.

A *estética ecológica e orgânica* pode ser percebida em algumas estratégias adotadas no projeto, como a de *trabalhar com a forma da edificação* com a finalidade de guiar os diferentes fluxos, aproveitando ao máximo as potencialidades dos mesmos. Fluxos de circulação de ar, de água, de iluminação, estruturais, de calor, etc., foram potencializados não só pela eleição da forma da edificação, mas também pelo posicionamento das aberturas e elementos como a própria vegetação, proporcionando espaços fluidos com possibilidade de privacidade e versatilidade pelo uso de venezianas, elementos vazados, entre outros dispositivos arquitetônicos (figura 77).

As formas eleitas para as edificações associadas à escolha tecnológica também foi uma estratégia adotada, que reforçou a *estética ecológica e orgânica*. Exemplo disso é o Edifício do Sol e da Lua, figura 76, que com sua forma circular e cobertura verde integra-se organicamente ao entorno natural.

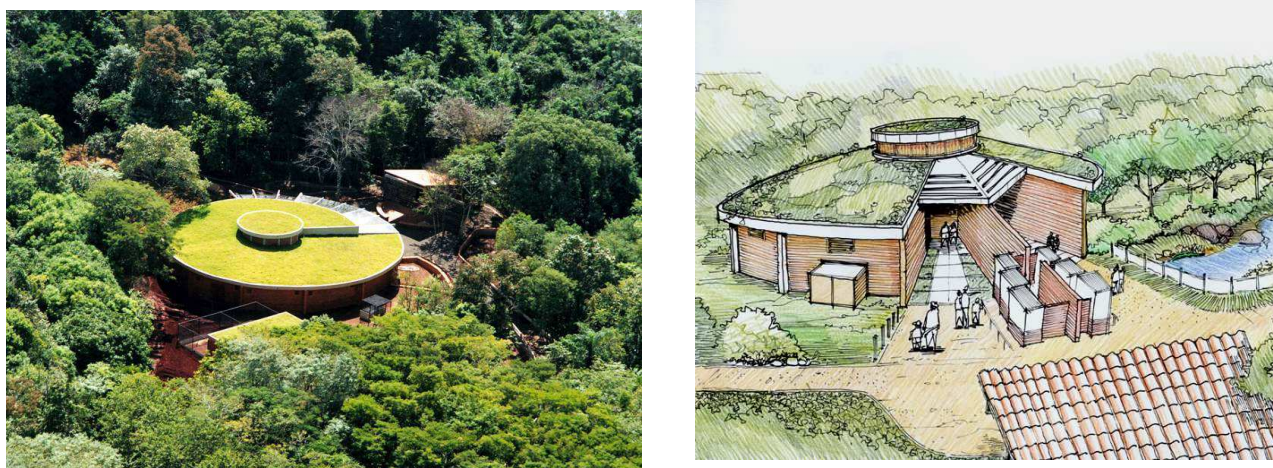


Figura 76: Edifício do Sol e da Lua - Refúgio Biológico Bela Vista

Fonte: NORIE/UFRGS

1

2



Figura 77: Estética ecológica: uso do telhado verde - Refúgio Biológico Bela Vista

1. Cobertura da administração
2. Cobertura do edifício do Sol e da Lua

Fonte: NORIE/UFRGS

Como características formais o projeto apresenta a *unidade, horizontalidade, simplicidade e permeabilidade visual*. A coordenação modular, aliada às malhas radial e ortogonal contribuiu para isso. Todos os prédios do refúgio apresentam um módulo igual que é determinado pelas dimensões das esquadrias, porém, seu volume adapta-se ao programa necessário. O uso de materiais naturais e próprios do local – cerâmica, pedra, madeira – favoreceu também a estética orgânica e ecológica, contribuindo para dar maior expressividade, identidade e unidade ao projeto.

A estética pedagógica foi utilizada se revelando na possibilidade de visualização dos diferentes processos e sistemas associados a sustentabilidade presentes no projeto, nas formas adaptadas aos diferentes fluxos e no paisagismo.

Na medida em que fez o uso de materiais e técnicas construtivas próprias do local, o projeto também revelou uma *estética baseada na tradição arquitetônica* (Sachs, 1986, p.23), que valoriza soluções locais, adaptadas ao clima, cultura e modo de vida.

7.3 PRINCIPAIS ACHADOS DAS ANÁLISES: CONCLUSÕES PRELIMINARES

No intuito de melhor organizar as informações sobre as análises de caso realizadas, elaboramos um quadro resumo (Quadro 3), contendo as principais categorias de análise, segundo as dimensões de sustentabilidade, que encontra-se a seguir (pgs.).

A observação das informações obtidas revela algumas semelhanças e alguns aspectos específicos relativos a cada projeto. É possível tecer alguns comentários a respeito das conclusões a que chegamos:

- ambos os projetos tiveram como base de conhecimento a sustentabilidade, com ênfase na educação ambiental. A Escola Frei Pacífico incorporou à conceituação do projeto aspectos culturais e sensoriais, enquanto o projeto do Refúgio Biológico enfatizou a dimensão ambiental, através da relação entre arquitetura e meio ambiente, em sua conceituação. Ambos buscaram traduzir a conceituação em soluções e estratégias voltadas para a sustentabilidade, dentro de uma abordagem holística de projeto;

- com relação ao processo projetual da Escola Frei Pacífico torna-se bem mais evidente a participação do público alvo na tomada de decisões e busca de subsídios para a elaboração do projeto, em parceria com a equipe multidisciplinar que desenvolveu a fase inicial da proposta, reforçando a dimensão social e política do processo. O projeto do Refúgio Biológico Bela Vista, por sua vez, também se valeu de uma equipe multidisciplinar, mas a participação da comunidade foi restrita, principalmente na etapa de elaboração do projeto. A adoção de medidas de caráter educativo e de reestruturação do coletivo aconteceu *a posteriori*, em etapa de utilização dos diferentes espaços do edifício;

- com relação a dimensão econômica, ambos os projetos consideraram simultaneamente a contabilidade financeira e a contabilidade ambiental. Houve a busca de redução de custos financeiros através da adoção de soluções bastante simples, como a eleição de materiais e técnicas adequados e disponíveis no local e da adoção de medidas baseadas na reutilização;

- é possível notar a aliança entre a dimensão econômica, social e cultural. Decisões que propiciaram a formação e utilização de mão de obra local, valorizando aspectos culturais do local também contribuíram para a diminuição de custos, colaborando para o incremento e melhoria das condições de vida da população em ambos os projetos;

- com relação à dimensão ambiental, torna-se mais evidente a preocupação no projeto do Refúgio Biológico. No entanto, os dois projetos revelam soluções técnicas em consonância com o meio natural e integração das soluções adotadas com o entorno e o local. Podemos dizer que os dois projetos utilizaram a natureza como um *modelo* e se valeram de soluções de menor impacto ambiental;

- possuindo o local de implantação da Escola Frei Pacífico um forte componente histórico-cultural foi possível perceber mais claramente soluções de projeto baseadas e referenciadas em aspectos culturais;

- ambos os projetos utilizam soluções tecnológicas alternativas combinadas às tradicionais, dentro de soluções múltiplas adotadas. Tecnologias de menor impacto ambiental, estratégias ambientais passivas e uso de recursos renováveis foram adotados nos dois projetos, revelando a busca de soluções criativas e inovadoras pautadas na ética ambiental, cultural e social;

- a dimensão espacial da sustentabilidade se revela na adoção de conceitos espaciais e exploração de aspectos qualitativos do espaço, associados ao sentido educativo que pautou a conceituação dos dois projetos. Flexibilidade, adaptabilidade, articulação e relação do espaço interior com o exterior se apresentaram como características essenciais do espaço sustentável dos projetos;

- é possível identificar a busca por uma estética sustentável, tanto no projeto da Escola, como no Refúgio Biológico. A utilização de materiais naturais e locais; de diferentes

textura; o telhado verde; o reaproveitamento; o uso de formas orgânicas combinadas com formas ortogonais revelam a busca por uma estética ecológica e orgânica. A visibilidade dos diferentes processos e o uso de formas para guiarem diferentes fluxos revela a busca por uma estética pedagógica. No caso da Escola Frei Pacífico acrescenta-se ainda a estética baseada na tradição no uso de elementos baseados na cultura indígena e na colonização portuguesa.

Também ficou evidente, ao longo da análise realizada, que muitas soluções adotadas se aproximam tem sua origem na tradição da arquitetura e e que outras possuem um caráter inovador. O Quadro 4 (pag.) revela os principais achados relativamente a este aspecto: contribuições da tradição e da inovação para estes projetos.

Da *tradição* os projetos incorporam o respeito ao local (*genius loci*); eleição de materiais e técnicas locais; uso de tecnologias alternativas e dentro disso, principalmente, a utilização de soluções bioclimáticas e a reutilização da água da chuva; e a analogia com elementos da natureza como princípio gerador da conceituação dos projetos. Da tradição, no projeto da Escola Frei Pacífico também vem a inspiração para o tratamento de elementos componentes da fachada e princípios de organização formal como circularidade e centralidade.

Ressaltamos como *inovações* a tentativa de incorporar aos projetos o sentido educativo; o processo participativo de projeto e o sentido antecipatório nos projetos. Como inovação também, na dimensão espacial, a busca pela integração e flexibilização dos diferentes espaços dos edifícios. A visibilidade dos processos (sustentáveis ou usuais) e a eliminação de produtos nocivos à saúde. Todas essas soluções “rompem” com as práticas usuais em arquitetura e construção e revelam a responsabilidade ambiental, cultural e social.

Assim, foi possível identificar e comprovar a importância dos *antigos saberes* e dos *novos saberes* na elaboração de *projetos sustentáveis*: Escola Frei Pacífico e Refúgio Biológico Bela Vista. Os primeiros subsidiando as escolhas atuais através de lições mais integradas com a natureza, com a cultura local e com a sociedade, tendo sido testados e experienciados ao longo da tradição arquitetônica e os segundo, fornecendo tecnologias mais práticas e sustentáveis para os edifícios analisados. Ambos, para serem utilizados, demandaram conhecimento, inventividade, criatividade e ousadia, principalmente no sentido de romper com as práticas usuais de projeto. Ambos, tradição e inovação, portanto, contribuíram para a concretização de projetos mais sustentáveis e responsáveis.

Quadro 3 – Resumo da análise dos estudos de caso

Categoria geral de análise	Subcategorias de análise (questionamentos)	Caso 1 – Escola Frei Pacífico	Caso 2 – Refúgio Biológico Bela Vista
Base de conhecimento	Qual a concepção de sustentabilidade?	Sustentabilidade como um meio de preservação ambiental, melhoria da qualidade de vida para todos e um meio educativo (nova abordagem ética para a educação); Ênfase no sentido educativo da sustentabilidade; Enfoque sustentável no projeto: buscou implantar tecnologias que tratam da sustentabilidade, meio ambiente e cidadania.	Conceito de desenvolvimento sustentável promovendo a idéia de uma relação integrada entre o desenvolvimento (antes voltado para o crescimento unicamente econômico) e a conservação do meio ambiente; Promoção do sentido educativo da sustentabilidade
	Base de conhecimento	Sustentabilidade; Arquitetura sustentável; Conceitos ecológicos, de natureza e de responsabilidade ambiental; Padrões éticos do projeto = padrões éticos da sustentabilidade; Tripe: ecologia, equidade, economia; Abordagem holística de projeto.	Sustentabilidade, educação ambiental e relação com a natureza; Menor impacto ao meio ambiente; Repertório de práticas regenerativas; Abordagem holística de projeto;
	Quais conceitos embasaram as decisões projetuais?	Arquitetura sustentável, educação ambiental, respeito meio ambiente e aos recursos naturais, respeito à cultura local; ludicidade, flexibilidade dos espaços, acessibilidade universal; satisfação integral dos sentidos humanos; integração espacial; <i>Projeto-modelo</i> : demonstrar as vantagens de aplicar critérios de sustentabilidade e educação ambiental no ambiente escolar Integração espacial, cultural e com a comunidade local.	Sustentabilidade; baixo consumo energético; otimização do espaço, do uso de materiais de construção e de recursos em geral; conforto ambiental (térmico, lumínico e acústico); relação entre usuário e paisagem; relação entre os usuários; diversidade; unidade; integração; horizontalidade; simplicidade; complexidade; compacidade; coordenação modular; flexibilidade e adaptabilidade; educação., reutilização, longevidade; soluções múltiplas; conforto ambiental
	Qual a conceitualização do projeto?	O projeto se inspira e faz referência à <i>cultura indígena local</i> : - relação saudável com o meio ambiente - atitude preservacionista e não exploratória - convívio pacífico do homem com a natureza. E à arquitetura de <i>colonização portuguesa</i> : Busca da satisfação integral dos sentidos humanos: audição (água em flow-forms); paladar (humano e pássaros atraídos pelo paisagismo produtivo); tato (da pedra e da madeira); olfato (plantas aromáticas); visão (diferentes texturas, formas, luz e cores)	Relação entre arquitetura e meio ambiente, tendo como base os quatro elementos da natureza: água, ar, terra, fogo; Projeto faz analogia com os <i>quatro elementos da natureza</i> , onde cada elemento é fundamental para o equilíbrio e sustentabilidade da vida - água: fertilidade, força de vontade; adaptabilidade, fonte de vida, alimento, harmonia, paz, meditação, espelho, reflexo, purificação, limpeza, alívio da tensão, etc. - ar: traduz significados como oxigênio, vida, vento, aroma, transparência, movimento, som, renovação, leveza, elevação, suavidade, etc. - terra: estabilidade, segurança, firmeza. Associou-se a significados como: solidez, lar, mãe, planeta, vida, alimento, agricultura, riqueza, paisagem, suporte, origem, etc. - fogo: este elemento relaciona-se com tudo que é pleno, brilhante, quente. Foi relacionado a significados como: calor, paixão, coração, vibração, luz, vida, transformação, energia, ação, explosão, criação, propagação, etc.
Quais as estratégias foram utilizadas voltadas para a sustentabilidade?	Respeito aos condicionantes físicos do terreno, na utilização dos recursos naturais imediatos de maneira racional, no uso de fluxos de recursos cíclicos; Uso de materiais de baixo impacto ambiental; uso de materiais reciclados; bio-climatização; uso de telhado verde; tratamento de efluentes; captação da água da chuva; compostagem do lixo; plantio de espécies nativas; mínima intervenção nas características originais do sítio.	Captação e uso racional da água e de energia; uso materiais menos impactantes ao ambiente, maximização da durabilidade da edificação, minimização das perdas e reutilização.	

Quadro 3 – Resumo da análise dos estudos de caso (continuação)

Categoria geral de análise	Subcategorias de análise (questionamentos)	Caso 1 – Escola Frei Pacífico	Caso 2 – Refúgio Biológico Bela Vista
Dimensão social	Como se deu o processo de elaboração do projeto? Foi um processo participativo?	Projeto participativo, envolvendo a comunidade escolar e atendendo a demandas específicas dos usuários finais (alunos e professores) e clientes (Prefeitura e Secretaria de Educação). Foram realizados encontros e entrevistas com a comunidade escolar (pais, alunos, professores e funcionários) para apresentar os princípios do projetos e conhecer as expectativas a respeito da nova escola; Participação nas etapas de elaboração de projeto, orçamento e execução da obra.	Realização de <i>charreze</i> : lançamento de Diretrizes de Sustentabilidade, contendo o conjunto de elementos orientadores do projeto;
	Projeto foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar (<i>teamwork</i>)? Quais medidas de caráter social foram adotadas no projeto?	Projeto elaborado por uma equipe multidisciplinar formada por arquitetos e engenheiros; Participação da universidade, município apoio de empresas locais. Configuração espacial integradora; Eleição de materiais para gerar emprego e renda na região; Projeto em consonância com as aspirações dos usuários; Formação e utilização da mão-de-obra local; Formação da cidadania; Sentido educativo: diretamente relacionado com conceitos de eco-alfabetização; Valorização de aspectos da cultura local; Qualidade do ambiente externo e interno.	Equipe multidisciplinar participou do lançamento de diretrizes projetuais e na elaboração do projeto Medidas de caráter ambiental associadas ao trabalho de educação ambiental; Caráter educativo do projeto: criação de uma didática informativa e de motivação de interesse; Criação, no projeto, de espaços múltiplos que propiciam atividades culturais, esportivas e educacionais extensivo à comunidade local; Medidas para promoção do crescimento e economia locais: ex. materiais escolhidos para gerar empregos e renda; Incremento e qualidade das relações entre os usuários e visitantes; Acessibilidade; Valorização de aspectos da cultura local; Incremento e melhoria na qualidade das relações entre os usuários. Qualidade do ambiente externo e interno.
Dimensão política	Como a dimensão política se reflete no projeto?	Através da ênfase na importância da democracia, cidadania e tomada de decisões conscentes e coletivas traduzidas no processo participativo de projeto; Participação democrática e igualitária; Processo de projeto com transparência e justiça política.	Reestruturação do coletivo; Promoção de espaços e oportunidades de exercício de debates e decisões coletivas, baseadas na ética ambiental, cultural e social.
Dimensão econômica	Quais custos foram considerados no projeto?	Projeto vai além da contabilidade financeira, buscou economia na contabilidade ambiental; Obteve um orçamento menor que o das escolas convencionais do município: o projeto venceu o desafio de criar elevado desempenho ambiental, ampla participação social e resgate sócio cultural; Diminuição de custos: de transporte, infra-estrutura, energia, e na utilização do edifício (reutilização de resíduos, água, energia); trabalho com técnicas e materiais locais, de baixo impacto ambiental; uso de materiais locais como a pedra (granito) extraído por cooperativa artesanal.	Custos ambientais e financeiros; Redução dos custos financeiros: uso de materiais locais, fontes alternativas de energia; Reutilização de estruturas construídas existentes no local; Redução de custos ambientais: definição de implantação e partido arquitetônico que integrasse o ambiente construído com o local e a biodiversidade existente; Diminuição de custos na etapa da construção e utilização da edificação.

Quadro 3 – Resumo da análise dos estudos de caso (continuação)

Categoria geral de análise	Subcategorias de análise (questionamentos)	Caso 1 – Escola Frei Pacifico	Caso 2 – Refúgio Biológico Bela Vista
	Foi considerado as consequências relativas à implantação do projeto? Foram considerados os impactos ambientais?	Anteriormente à elaboração do projeto, foi realizado estudo das características locais.	Caráter antecipatório: preocupação de conhecer as características físicas e ambientais do local, anteriormente ao lançamento do projeto.
	O local do projeto foi individualmente analisado?	As soluções de projeto: tipologia, orientação dos compartimentos, ventilação, acessos, foram adotadas de acordo com o local e o clima local.	Estudo das características do local foi determinante na definição de estratégias para implantação e promoção de melhores condições de conforto.
	Qual a relação do projeto com o entorno?	Disposição espacial da edificação adequada à vegetação existente e à topografia do terreno; Tipologia adotada se adapta ao clima, insolação, ventos e massa vegetal existente; O projeto é integrado ao meio ambiente local, refletindo os processos naturais;	Implantação dos edifícios respeitando as características do terreno, acompanhando a topografia do local e colaborando com os ecossistemas existentes no local através da manutenção das características hidrológicas e de insolação da área.
	Qual relação do ambiente construído com a natureza?	Natureza é utilizada como <i>modelo</i> : o <i>sol</i> , como gerador de energia e fornecendo o aquecimento e melhores condições de iluminação para os usuários e, igualmente, potencial para geração de eletricidade; a <i>terra</i> , como produtora de alimentos (paisagismo produtivo), valendo-se de nutrientes liberados pela compostagem dos resíduos locais e geradora de um espaço agradável, lúdico e educativo; a <i>água</i> , captada da chuva e cuja reutilização é prevista, trazendo o ciclo da água ao convívio diário da escola, servindo como elemento de ligação e de ensino, permitindo a visualização de um fluxo de recurso cíclico; e o <i>ar</i> , que enriquecido por plantas nativas refresca-se e é aromatizado, sendo utilizado como fonte de ventilação natural dos diferentes espaços.	Analogia com os quatro elementos da natureza foi modelo inspirador das decisões de projeto; Nada pôde ser utilizado de uma fonte renovável que não pudesse ser regenerada no mesmo período; foram lançados no meio ambiente os materiais que poderiam ser absorvidos no mesmo local; Aproximação dos usuários com a paisagem local; Incorporação de princípios do meio natural ao projeto.
	Como acontece o uso de recursos, materiais e energia?	Uso de energia renovável, de produtos não tóxicos; de materiais de baixo impacto ambiental; de materiais reciclados e materiais locais.	Otimização na utilização de materiais; Madeira de reflorestamento; Sobras de construções anteriores; Materiais reciclados e de materiais locais
Dimensão ambiental	Soluções de menor impacto ambiental:	<p>soluções bioclimáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> -prateleiras de luz (potencializa a luz solar difusa dentro das salas de aula) e brises, beirais e vegetação caducifolia, para regular a incidência solar - exploração da ventilação natural para uma melhor habitabilidade - ventilação cruzada potencializada pelo efeito chaminé - uso da vegetação produtiva como elemento de projeto - paredes de pedra com inércia térmica; utilização da inércia térmica na construção como condicionador climático e - bio-climatização das edificações através da ventilação (fechada aos ventos de inverno e aberta aos de verão) e - uso de telhado verde <p>soluções recursos cíclicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - o tratamento de efluentes líquidos é feito no terreno local, com racionais sistemas naturais -separação das águas negras e cinzas, com tratamento em lagoa de estabilização -compostagem de lixo orgânico para utilização como adubo em hortas e pomares <p>paisagismo produtivo</p> <ul style="list-style-type: none"> - paisagismo e horta implementados pela comunidade 	<p>soluções bioclimáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> - paredes duplas com isolamento interno; - cobertura com isolamento térmico (telhas cerâmicas; cobertura verde); - máxima exposição do edifício às brisas de verão; - sistema de ventilação na cobertura; - sistemas de abertura com possibilidade de ventilação adequada; - ventilação vertical (lanternins e aberturas zenitais);

Quadro 3 – Resumo da análise dos estudos de caso (continuação)

Categoria geral de análise	Subcategorias de análise (questionamentos)	Caso 1 – Escola Frei Pacífico	Caso 2 – Refúgio Biológico Bela Vista
Dimensão cultural	Qual relação do projeto com a cultura e história locais?	<p>Promoção de resgates culturais que buscam envolver a comunidade com suas tradições, comunicando a importância da preservação cultural e ambiental;</p> <p>O projeto faz referência à cultura indígena local:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pela utilização racional dos recursos disponíveis; - pela preservação da vegetação existente; - pela arte aplicada em elementos arquitetônicos; acesso marcado com pórtico em pedra remete ao nome local (<i>itapiúá</i> – ponta de pedra); - pela relação respeitosa com a fauna e a flora; - pelo uso de materiais locais; - pela simplificação das técnicas construtivas; - pela implantação do edifício (remetendo à centralidade das aldeias indígenas) <p>Faz referência a arquitetura de colonização portuguesa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - no uso de materiais como a pedra, madeira; - em elementos compositivos: telhado cerâmico; - na forma e disposição dos blocos. 	<p>Considera aspectos do entorno, da paisagem, da pré-existência e cultura locais;</p> <p>Assegura a manutenção de características construtivas típicas da cultura da região</p>
	Apresenta soluções baseadas na tradição? Reaproveita construções existentes?	<p>Uso de materiais e técnicas referenciadas na tradição local.</p> <p>Construção nova.</p>	<p>Uso de materiais e técnicas construtivas referenciadas na tradição local.</p> <p>Utiliza estruturas existentes no local.</p>
Dimensão tecnológica	Quais tecnologias o projeto utiliza?	<p><i>Tecnologias alternativas e referenciadas na tradição arquitetônica</i> como: soluções bio-climáticas (insolação e ventilação natural); uso de paredes de pedra com aproveitamento da inércia térmica; uso de telhado verde como moderador de temperatura; utilização da água da chuva como recurso hídrico e amortecedor climático; compostagem do lixo orgânico para utilização como adubo em hortas e pomares e outras e <i>tecnologias alternativas inovadoras</i>.</p> <p>Soluções múltiplas.</p>	<p>Tecnologias de menor impacto ambiental; estratégias ambientais passivas, caracterizando o projeto como de <i>baixo impacto ambiental</i>;</p> <p>Soluções tecnológicas criativas que revelam responsabilidade ambiental, social e cultural.</p>
	Apresenta tecnologias inovadoras?	<p>Uso da vegetação produtiva como elemento de projeto; separação das águas negras e cinzas, com devido tratamento em lagoa de estabilização, para reutilização pós-filtragem simples; e conceitos inovadores em termos de design, integração de materiais e produtos, estrutura, mureamentos e serviços de construção; painéis fotovoltaicos.</p> <p>Tornar tecnologias visíveis.</p>	<p>Laboratório de novas tecnologias;</p> <p>Visibilidade dos processos</p>
	Materiais de construção:	<p>Materiais locais: pedra, materiais cerâmicos, madeira de eucalipto;</p>	<p>Otimização do uso de materiais de construção;</p> <p>Uso de resíduos de construção, disponível no local; o uso de materiais de baixo impacto ambiental; o uso de materiais disponíveis localmente e a eliminação de produtos, já comprovadamente nocivos à saúde.</p>
	Sistemas:	<p>Sistemas cíclicos baseados em processos naturais;</p> <p>Interação entre sistemas;</p> <p>Soluções múltiplas.</p>	<p>Sistemas híbridos: associam tecnologias alternativas e usuais</p>
	Recursos:	<p>Recursos renováveis (energia solar, eólica, água da chuva)</p> <p>Conservação de recursos: reuso da água, compostagem do lixo; aproveitamentos das potencialidades naturais e culturais;</p> <p>Uso de recursos e materiais locais.</p>	<p>Uso mais adequado dos recursos naturais; busca de minimização do uso de energia não renovável.</p>

Quadro 3 – Resumo da análise dos estudos de caso (continuação)

Categoria geral de análise	Subcategorias de análise (questionamentos)	Caso 1 – Escola Frei Pacífico	Caso 2 – Refúgio Biológico
Dimensão espacial	Quais as estratégias espaciais?	Integração com padrões locais da paisagem, cultura e ecossistemas; Espaço responde às características do clima e ecossistema local; Consideração de como será utilizado o edifício e por quem;	O projeto procurou explorar o aspecto qualitativo do espaço, proporcionando sua vivência através de diferentes motivações; Utilizou referências e buscou aproximações com elementos da natureza, os quais podem ser captados pelo diferentes sentidos - visão, olfato, paladar, tato e audição-, provocando reações, despertando sensações e promovendo diferentes percepções; Espaços demonstrativos de práticas e técnicas sustentáveis e de menor impacto ambiental; Espaços múltiplos de atividades, contemplação, descanso, e integração. Utiliza estruturas construídas existentes no local.
	Conceitos espaciais:	Otimização do espaço; Centralidade e circularidade; Integração; Flexibilidade; Adaptabilidade; Articulação; Relação espaço interior e exterior; Multiplicidade: espaço lúdico, simbólico e educativo.	Compacidade; Coordenação modular; Simplificação geométrica; Flexibilidade; Adaptabilidade; Articulação; Multiplicidade. Reciclagem
Dimensão estética	Qual estética buscada?	Estética ecológica; Estética pedagógica; Estética baseada na tradição: formas e elementos baseados na cultura indígena e de colonização portuguesa; Estética orgânica; Estética que inspira e instrui; Em consonância com o <i>espírito do lugar</i> .	Integrada com a natureza, estando em sintonia com o “espírito do lugar”; Estética pedagógica; Estética ecológica; Estética orgânica; Estética baseada na tradição local: materiais e técnicas
	Características formais:	Organicidade; Unidade formal (repetição e modulação); Permeabilidade visual; Uso de <i>brises</i> , beirais e vegetação caducifolia; Uso de elementos inspirados na tradição.	Unidade; Horizontalidade; Simplicidade; Permeabilidade visual Modulação; Expressividade; Identidade formal.
	Formas utilizadas:	Formas orgânicas combinadas com formas ortogonais; Formas para guiar fluxos;	Formas que buscam analogias com padrões, elementos e estruturas da natureza; Formas para guiar fluxos;
	Materiais/elementos:	Cobertura verde, materiais naturais na forma pura; diferentes texturas; Madeira, pedra natural, cerâmica Acesso marcado com pórtico em pedra remete ao nome local (itapuã – ponta de pedra); Telhados cerâmicos remetem à arquitetura dos colonizadores portugueses.	Formas associadas às escolhas tecnológicas Formas orgânicas associadas a formas geométricas mais simples Cobertura verde; madeira, cerâmica, pedra,

Quadro 4 – Contribuições da inovação e tradição para projetos sustentáveis (estudos de caso)

Categoria geral de análise	Dimensões da sustentabilidade	Caso 1 – Escola Frei Pacífico	Caso 2 – Refúgio Biológico Bela Vista
TRADIÇÃO	Conceituação	Referência e analogias para formulação da conceituação na cultura indígena e colonização portuguesa; analogias com elementos da natureza: a, terra, fogo e água; Respeito ao <i>espírito do lugar</i>	Conceituação toma como referência elementos da natureza: at, terra, fogo, água
	Dimensão social	Elição de materiais /técnicas locais e tradicionais para gerar emprego e renda na região	Elição de técnicas e mão-de-obra locais.
	Dimensão ambiental	O projeto é integrado ao meio ambiente local; Tipologia adotada se adapta ao clima, insolação, ventos e massa vegetal existente; Uso de materiais e técnicas locais;	O projeto é integrado ao meio ambiente local; Respeita características climáticas e topográficas locais; Uso de materiais reciclados e materiais locais;
	Dimensão cultural	Promove resgates culturais que envolvem a comunidade com suas tradições, comunicando a importância da preservação da cultura e do ambiente.	Assegura a manutenção de características construtivas típicas da cultura da região
	Dimensão espacial	Princípios de organização formal: circularidade e centralidade (presentes na cultura indígena)	Utiliza estruturas construídas existentes no local.
	Dimensão estética	Estética orgânica; Uso de <i>brises</i> , beirais e vegetação caducifólia, para regular a incidência solar.	Baseada na tradição local: materiais e técnicas; em sintonia com o <i>espírito do lugar</i> ; Estética orgânica
	Dimensão tecnológica	Tecnologias alternativas e referenciadas na tradição arquitetônica como: soluções bio-climáticas (insolação e ventilação natural); uso de paredes de pedra com aproveitamento da inércia térmica; utilização da água da chuva; compostagem do lixo orgânico para utilização como adubo em hortas e pomares e outras	Soluções bio-climáticas (insolação e ventilação natural);utilização da água da chuva; uso de materiais reciclados e locais.;
	Conceituação	Sentido educativo do projeto	Sentido educativo do projeto
	Dimensão social	Processo participativo de Projeto; caráter educativo do edifício	Processo participativo de projeto; realização de <i>charrete</i> ;proposta coletiva de diretrizes projetuais; caráter pedagógico do edifício
Dimensão econômica	Considera custos financeiros e ambientais	Considera custos financeiros e ambientais	
Dimensão ambiental	O projeto é integrado ao meio ambiente local, refletindo os processos naturais; Caráter antecipatório do projeto; Uso de energia renovável, de produtos não tóxicos; de materiais de baixo impacto ambiental; de materiais reciclados e materiais locais; Paisagismo produtivo	Caráter antecipatório do projeto; Incorporação de princípios do meio natural ao projeto; Nada pode ser utilizado de uma fonte renovável que não pudesse ser regenerada no mesmo período; Foram lançados no meio ambiente os materiais que poderiam ser absorvidos no mesmo local; Aproximação dos usuários com a paisagem local;	
Dimensão cultural	Utilização de referências da tradição.	Utilização de referências da tradição	
Dimensão espacial	Integração, flexibilidade	Compacidade, longevidade, reciclagem; flexibilidade.	
Dimensão estética	Estética ecológica, estética pedagógica; estética que inspira e instrui; Formas para guiar fluxo, telhado verde.	Integrada com a natureza; pedagógica, ecológica, cobertura verde; formas para guiar fluxos; formas associadas às escolhas tecnológicas; formas que buscam padrões e analogias com a natureza.	
Dimensão tecnológica	Uso da vegetação produtiva como elemento de projeto; separação das águas negras e cinzas, com devido tratamento em lagoa de estabilização, para reutilização pós-filtragem simples; e conceitos inovadores em termos de design, integração de materiais e produtos, estrutura, muramentos e serviços de construção; Visibilidade das tecnologias Combinação de tecnologias tradicionais, usuais e inovadoras.	Projeto concebido como <i>laboratório de novas tecnologias</i> ; Combinação de tecnologias inovadoras (alternativas) e usuais – sistemas híbridos; Tecnologias de menor impacto ambiental Visibilidade dos processos; Eliminação de produtos nocivos à saúde Soluções tecnológicas que revelam responsabilidade ambiental, social e cultural	

INOVAÇÃO

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO PROJETO SUSTENTÁVEL EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO

A revisão da literatura e os estudos de caso realizados evidenciam que a *arquitetura e construção sustentável* contempla vários aspectos e o processo para sua concretização é diferenciado, transformador, incorpora “novas variáveis” e apresenta vários desafios. Se insere em um novo e emergente paradigma de relações humanas e do homem com seu entorno. Supõe uma mudança de mentalidade, postura e de conduta no sentido de alcançar melhores condições de habitabilidade, equilíbrio, saúde física e mental e harmonia do ambiente construído com a natureza e com valores locais, culturais e espirituais.

A arquitetura atual, dentro do panorama mundial que se impõe, de questionamento e percepção dos graves problemas ambientais, sociais, energéticos, mesmo que não seja totalmente modificada, terá que incorporar referenciais mais sustentáveis. Essa “*nova arquitetura*” que se consolida, cada vez mais, refere-se a um processo de retomada de valores, somados às variáveis de sustentabilidade. Acreditamos como Edwards (2006, p.4), que a arquitetura, por si só, não poderá resolver a totalidade dos problemas ambientais mundiais, mas certamente poderá contribuir significativamente para a criação de *habitats* mais humanos e sustentáveis. Pois, segundo Roaf (2006, p. 22):

“É de responsabilidade de nossa geração começar a adaptar nossas edificações para garantir que possamos estabilizar as mudanças de clima, que possamos viver sem combustíveis fósseis e que não poluamos insustentavelmente o meio ambiente. Somente através disso é que vamos garantir a sobrevivência de nossos próprios *habitats*”.

Logo, a opção pela *arquitetura e construção sustentável*, que inclua diferentes dimensões, é uma opção que requer mudanças. Mudanças na maneira de agir, pensar, de perceber a realidade, de propor soluções e, igualmente, requer uma nova postura profissional e pessoal, baseada na ética, na criatividade para busca de soluções e na preocupação com o homem e com o seu futuro na Terra. Requer capacidade criadora, inventividade, vontade e esforço no sentido de superar vários desafios.

É necessário que arquitetos e profissionais da área, então, conheçam e tenham maior contato com referenciais da sustentabilidade, desenvolvam novas habilidades projetuais e tenham sensibilidade para tomar decisões conscientes em seus projetos, levando em conta variáveis ambientais, culturais, sociais e buscando referenciais na tradição e na inovação voltada e comprometida com a qualidade de vida do homem com o equilíbrio ambiental.

Para os estudiosos sobre o tema, a transformação da arquitetura atual para uma *arquitetura sustentável* não acontecerá de imediato e vai requerer um longo processo - de tentativa e erro - e tempo, esforço, recursos, vontade e criatividade – estendidos a várias direções para que esta se concretize (McDonough; Braungart, 2002, p.181).

Os achados desta pesquisa se propõem a integrar o conhecimento acumulado sobre o tema, na expectativa de que as conclusões que chegamos, mesmo se constituindo em um olhar sobre a realidade específica, possam ser úteis para a teoria e a prática²⁷⁹⁻²⁸² de *projetos sustentáveis em arquitetura e construção*.

Os resultados obtidos revelaram, portanto, as *interfaces entre sustentabilidade e arquitetura e construção*, as quais, em um exercício de síntese, consideramos importante fazer um apanhado conclusivo. Para tal, buscamos organizar as informações relativamente à nossa questão principal de pesquisa:

quais os desafios e perspectivas da arquitetura (e do projeto) sustentável?

E, aos objetivos específicos da pesquisa:

- Objetivo 1.** Analisar as características e princípios de um projeto sustentável em arquitetura e construção;
- Objetivo 2.** Identificar as principais dimensões que envolvem o projeto sustentável em arquitetura;
- Objetivo 3.** Identificar a presença e selecionar de exemplos ilustrativos de práticas sustentáveis na história da arquitetura e construção no Brasil e no mundo;
- Objetivo 4.** Analisar contribuições da inovação (novos saberes) e da tradição (antigos saberes) para projetos sustentáveis;
- Objetivo 5.** Analisar desafios e perspectivas do projeto sustentável (que se confunde com a questão principal de nossa pesquisa)

Se o desafio, por um lado, requer o desacomodar de práticas e pensamentos estabelecidos, por outro, é instigante, estimulante, provocativo, inovador. A superação dos desafios para concretização de uma *arquitetura sustentável* e de um *projeto sustentável* vai demandar observação, conhecimento, pensamento, criatividade, espírito inovador, mudanças e opções que nem sempre são aquelas menos “trabalhosas”. Elencamos a seguir alguns desses desafios, os quais se revelaram ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Estes não se encontram organizados segundo seu grau de importância, mas em uma seqüência, pela qual optamos, no sentido de facilitar a melhor compreensão das informações.

Primeiro desafio: inserir a arquitetura atual no novo paradigma

“*um paradigma de conhecimento prudente para uma vida decente*”

Boaventura Santos

As mudanças ocorridas na sociedade e no meio ambiente levaram ao questionamento da ordem estabelecida na racionalidade científica, à reavaliação de conceitos e à construção de um novo paradigma, que busca superar as distinções estabelecidas na modernidade. Nele, o conhecimento é global e valoriza, além do conhecimento científico, o conhecimento do senso comum, do cotidiano e elementos presentes nas diferentes culturas. O conhecimento, nesta perspectiva também é holístico e multidisciplinar, buscando superar a cisão que se estabeleceu entre as diferentes áreas do conhecimento.

A emergência de novos conceitos, vinculados à questão ambiental, e entre eles os conceitos ecológicos, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável vêm influenciar a teoria e prática da arquitetura e da construção. A reflexão e os questionamentos se estabelecem buscando descobrir como inserir a arquitetura e a construção de edificações dentro deste novo paradigma. Um paradigma holístico que se desenvolveu a partir de uma concepção sistêmica, na qual a abordagem dos fenômenos e eventos se dá de maneira inter-relacionada e interdependente.

Cumprindo os **Objetivos 1 e 2**, a pesquisa revelou que essa *nova arquitetura compreende várias dimensões*, é peculiar e requer uma *nova visão de projeto*, que deve ser desenvolvida e redefinida (Wilson et al, p. 7). A síntese das informações obtidas na pesquisa apontam para as seguintes ***características e princípios*** da arquitetura e construção sustentável:

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável

Base de conhecimento

- sustentabilidade e desenvolvimento sustentável
- arte e ciência (Lyle, 1994).
- bioregionalidade, como base científica para o projeto (Todd; Todd, 1994; Wilson et al, 1998)
- ecologia (Todd; Todd, 1994; Wilson et al, 1988)
- avaliação de situações em um contexto amplo (Wilson et al, 1988)
- abordagem holística ou de sistema total (Yeang, 1999)
- repertório de práticas regenerativas (sustentáveis) (Lyle, 1994)

Conceitos

- durabilidade (Wilson et al, 1998)
- adaptabilidade (Wilson et al, 1998)
- reciclagem (Wilson et al, 1998)
- reutilização, redução, reuso, reciclagem e reabilitação (Edwards, 2004)
- flexibilidade, simplicidade e funcionalidade (Edwards, 2004)
- interdependência, integração e conexões (Wilson et al, 1998)
- visão holística (Yeang, 1999)
- soluções múltiplas (Wilson et al, 1998)
- otimização (espaços, materiais, recursos)
- longevidade e baixa manutenção (Edwards, 2004)
- salubridade: edifícios saudáveis (Roaf, 2006; Pearson, 1994)
- inteligência ecológica: edifícios inteligentes (Edwards, 2004)

Dimensão social

homem

- criar um desenvolvimento positivo do homem (Sachs, 2000)
- prover as pessoas de oportunidades de educação, atualização, saúde, moradia, trabalho, sustento e aceitável qualidade de vida (Sachs, 2000)
- buscar equidade - na distribuição de renda, na utilização e distribuição de recursos e na redução das distâncias entre as camadas sociais (Raumolin, 2006)

organização social

- criar comunidades e desenvolver o senso comunitário (Wilson, 2006)
- promover a participação coletiva (Wilson et al, 1998)
- desenvolver e promover a sensibilidade comunitária e cultural (Wilson et al, 1998)
- propiciar a satisfação e senso de envolvimento e vizinhança. (Wilson et al, 1998)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

processo de projeto

- processo de projeto com caráter educativo: educar clientes, colegas, contratadores e o público em geral (Wilson, 2006, 1998)
- realizar um processo participativo (Wilson et al, 1998)
- manter o foco do projeto voltado para o que os usuários realmente desejam e necessitam (Wilson et al, 1998)
- realizar trabalho de equipe (interdisciplinar) com uma ampla troca de idéias e integrando várias soluções (Wilson et al, 1998)
- canal aberto para discussão como meio para o exercício da cidadania plena (Wilson et al, 1998)
- promover atividades como *charretes* (Wilson et al, 1998)

planejamento habitacional

- buscar qualidade do ambiente interno e qualidade do ambiente externo (Roaf, 2006)
- criar ambientes *saudáveis e diversos* (Roaf, 2006; Pearson, 1994)
- criar ambientes que possibilitem a saúde para o corpo, a paz de espírito, a harmonia com o meio ambiente, *tranqüilidade e alegria* (Roaf, 2006, p.141)
- reutilizar estruturas existentes (Wilson et al, 1998)

Dimensão política

processos decisórios

- processos de relacionamento humano e grupal (Zancheti, 2004)
- processos de decisão sobre economia e uso dos recursos individuais e coletivos (Zancheti, 2004)
- buscar tomadas de decisões conscientes baseadas na ética ambiental e cultural e nos direitos humanos (Raumolin, 2006, p.28)
- processos participativos (Wilson et al, 1998)
- reestruturação do coletivo, em detrimento da individualização de problemas e soluções

poder público

- criar mecanismos dentro dos governos voltados à implementação de políticas locais de participação democrática; implementação das políticas de co-responsabilidade e de interdependência (Silva ; Shimbo, 2006)
- promover a cidadania ativa (Silva ; Shimbo, 2006)
- criar espaços participativos na sociedade: fóruns, redes, grupos de trabalho, grupos de articulação, conselhos municipais, conselhos escolares, comissões, associações de moradores, sindicatos, movimentos populares, ONGs e outros (Silva ; Shimbo, 2006)
- formulação de políticas sustentáveis construídas coletivamente entre a sociedade civil organizada e o poder público. (Silva ; Shimbo, 2006)

Dimensão econômica

custos

- considerar não só aspectos financeiros, mas demais ganhos: sociais, culturais, tecnológicos e ambientais, a curto, médio e longo prazo (Wilson et al, 1998)
- obter a prosperidade para todos, com o menor custo (financeiro e ambiental) e conseguir isso dentro de uma perspectiva ecológica e cultural e sem infringir os direitos básicos do homem (Sachs, 1993)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

processo de projeto

- análise da ciência e da tecnologia e sua relação com a natureza (Zancheti, 2004, p.5)
- antecipação de decisões de projeto: é mais fácil e mais barato para maximizar os benefícios de um projeto sustentável, considerar aspectos como a eficiência dos recursos e impactos ambientais nos estágios iniciais do projeto. Em um primeiro momento o custo poderá aumentar e será necessário que um cronograma seja seguido, no entanto, estes custos são recuperados evitando-se a realização de novos projetos, paradas, litígios, etc (Wilson et al, 1998)
- reduzir custos (Wilson et al, 1998)
- considerações fim-uso/ mínimo-custo: trata-se de manter o foco do projeto voltado para o que os usuários realmente desejam e necessitam. É a chave de um projeto sustentável porque identifica como alcançar grandes benefícios com o menor custo financeiro, social e ambiental. Deve abranger algumas categorias como: energia, água, operação e manutenção, adaptabilidade às necessidades humanas (Wilson et al, 1998)

fatores tecnológicos

- analisar meios tecnológicos disponíveis e o custo
- uso de recursos e materiais locais, para melhor se adaptar a região e diminuir custos de transporte (Steele, 1997 e Yeang, 1995)
- reuso, renovação de materiais, edifícios e comunidades (Wilson et al, 1998)
- reutilização de estruturas existentes e ociosas (Wilson et al, 1998, p.129 proporciona ganhos econômicos, ambientais, sociais e comunitários)

Dimensão ambiental

fontes

- pesquisas em tecnologias ambientalmente mais adequadas, intensificação das pesquisas em tecnologia limpa (Sachs, 2000)
- responsabilidade ambiental (Wilson et al, 1998)
- preservação do potencial do capital natural na produção de recursos renováveis (Sachs, 2000)

estratégia de projeto

- compreensiva e antecipatória (Wilson et al, 1998; Yeang, 1995)
- conceito de ciclo de vida inserido no projeto (Yeang, 1999, p.34-40)

o uso de energia e recursos

- consideração das limitações do meio ambiente e racionalização do uso de energia, materiais e recursos (Yeang, 1999)
- limitação do uso dos recursos não renováveis (Sachs, 2000)
- uso de energia renovável (Wilson, 2006)
- redução do volume de resíduos e de poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e recursos (Sachs, 2000, p.86)
- reciclagem de energia e práticas de reciclagem: reciclagem de materiais e espaços: reciclar edifícios (Wilson, 2006, p.16)

materiais de construção:

- de baixo impacto ambiental: evitar materiais que gerem poluição durante a manufatura ou uso (Wilson, 2006)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

- localmente produzidos; culturalmente, aceitos (Sattler, [S.D.]a)
- com baixo nível de industrialização (tais como tijolos cerâmicos, madeira, palha, adobe, bambu, etc.) (Sattler, [S.D.]a)
- produzidos a partir de reciclagem de outros materiais ou resíduos (Wilson, 2006)
- de fácil manutenção e reposição: considerar a durabilidade (Wilson, 2006)
- potencialmente recicláveis ou reutilizáveis (Sattler, [S.D.]a)
- de baixo conteúdo energético (Sattler, [S.D.]a)
- evitar materiais tóxicos ou feito de materiais tóxicos ou perigosos (Wilson, 2006)

relação com a natureza e meio ambiente

- sensibilidade e harmonia com relação ao ambiente (Day, 1990)
- integração dos sistemas vivos (Todd; Todd,1994).
- adaptação e integração da construção com o entorno e com os processos e a paisagem natural (Yeang, 1995).
- integração do edifício com processos vivos, fluxos, ciclos e padrões da natureza (Van der Ryn; Cowan)
- incorporação de princípios inerentes ao mundo natural e adaptação da sabedoria e estratégias desse mundo aos problemas humanos (Todd; Todd, 1994)
- *deixar a natureza fazer seu trabalho*: utilizar processos naturais, buscando soluções alternativas ao modelo tradicional (processos industriais) (Lyle, 1994)
- manter uma parceria com a natureza (Van der Ryn; Cowan 1996)
- *considerar a natureza como modelo e contexto*: com o propósito de projetos regenerativos utilizar modelos de processos biológicos que a paisagem geralmente proporciona em cada local (Lyle, 1994)
- *ter o mundo vivo como matriz* (Todd; Todd,1994); ter um modelo de soluções seja baseado em processos naturais (Wilson et al, 1998)
- *seguir, não se opor às leis da vida* (Todd; Todd, 1994)
- reforçar a infra-estrutura natural (Wilson et al, 1998)

relação com o local

- o local do projeto deve ser individualmente analisado (Yeang,1999)
- *soluções nascem do lugar* (Van der Ryn; Cowan, 1996)
- valorizar o conhecimento tradicional e local, presente em culturas tradicionais; valorizar a sabedoria ecológica presente nas culturas tradicionais; desenvolver e cultivar uma cultura de sustentabilidade apropriada as particularidades locais; projetar levando em consideração as características locais, refletindo o clima, materiais, costumes e formas regionais (Van der Ryn; Cowan,1996)
- os edifícios não podem ser impostos. *Eles devem pertencer ao seu lugar* (Van der Ryn; Cowan, 1996; Day, 1990)
- utilização de recursos e soluções *locais*, adaptadas a uma situação específica (Lyle, 1994)

abordagem holística

- abordagem holística ou de sistema total: um projeto tem múltiplos efeitos no ecossistema e por isso uma abordagem simplista é insatisfatória. O projeto deve ser visto no contexto do ecossistema com um todo e não somente em relação aos seus componentes (Yeang,1999)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

ecossistemas/biodiversidade

- preservar e restaurar os ecossistemas e biodiversidade local (Wilson, 2006)
- preservar e restabelecer padrões da paisagem (Wilson et al, 1998)
- regenerar terras danificadas (Wilson et al, 1998)
- estar em consonância com o “espírito do lugar” (Day, 1990, p.10)
- o projeto deve refletir bioregionalidade e seguir a ecologia, como base científica para o projeto (Todd; Todd, 1994)
- promoção da biodiversidade (Wilson et al, 1998)
- abordagem contextual dos ecossistemas: não se deve pensar no local do projeto como uma área isolada e definida exclusivamente pelos limites legais. As conseqüências ecológicas de um projeto vão além desses limites e envolvem outros ecossistemas na biosfera. A escala destes impactos deve ser definida em diferentes escalas: impactos locais, regionais, continentais e impactos na biosfera (Yeang,1999)

Dimensão cultural

relação com a cultura

- desenvolvimento e promoção da sensibilidade comunitária e cultural (Wilson et al)
- buscar a integração com padrões locais da paisagem, *cultura* e fatores dos ecossistemas (Yeang, p.203)
- busca de soluções específicas, que respeitem as características intrínsecas de cada ecossistema e propiciem a continuidade cultural
- soluções devem ser consistentes em relação ao contexto cultural (Van der Ryn; Cowan, 1996)
- projetar levando em consideração as características locais, costumes e formas regionais (Van der Ryn; Cowan, 1996)
- respeito à diversidade cultural (Van der Ryn, Sim; Cowan, Stuart, 1996) - capacidade de autonomia para elaboração de um projeto integrado e endógeno (em oposição a modelos preestabelecidos) (Sachs 2000)

tradição e inovação

- equilíbrio entre respeito à tradição e inovação (Sachs, 2000)

patrimônio histórico e arquitetônico

- valorização do Patrimônio Arquitetônico através da reutilização e renovação de edifícios antigos (Wilson et al, 1998): a renovação de edifícios antigos preserva o senso histórico e resulta em menos impacto ambiental que construir novos edifícios
- considerar a história local e bioregião (Todd; Todd, 1994)
- integração da preservação histórica e gerência ecológica (Wilson et al, 1998)

matérias e técnicas construtivas

- materiais localmente produzidos e culturalmente, aceitos (Sattler, [S.D.]a)
- que exijam técnicas construtivas e mão-de-obra local (Sattler, [S.D.]a)

Dimensão espacial

estratégias espaciais

- buscar a integração com padrões locais da paisagem, cultura e fatores dos ecossistemas (Yeang, p.203)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

- o espaço deve ser uma resposta às características climáticas (Yeang, 1999, Van der Ryn; Cowan, 1996)
- o espaço deve ser uma resposta às características do ecossistema local (Yeang, 1999, Van der Ryn; Cowan, 1996)
- integrar diferentes escalas espaciais, refletindo a influência da larga escala na pequena e vice-versa (Van der Ryn, Sim; Cowan, Stuart, 1996)
- considerar não só como o edifício é feito, mas como é usado e por quem (McDonough, William; Braungart, Michael, 2002)

conceitos espaciais

- otimização do espaço “*agregar, não isolar*” (Lyle, 1994)
- utilizar o espaço de maneira eficiente (Wilson, 2006)
- simplificação da geometria do edifício (Wilson, 2006)
- simplicidade funcional (Edwards, 2004)
- flexibilidade (Edwards, 2004; Wilson, 2006)
- maximização da longevidade, durabilidade (Wilson, 2006)
- adaptabilidade (Wilson, 2006)
- reuso, renovação de edifícios (Wilson et al, 1998)
- diversidade, variedade, multiplicidade: espaço funcional, simbólico, educativo e lúdico (Wilson et al, 1998)

semântica (relação entre os objetos e seus significados)

- a utilização de formas que proporcionem diferentes motivações ao homem (Day, 1990)
- formas que agradem à mente, ao corpo e ao espírito humano, promovendo o equilíbrio e saúde física e mental (Edwards, 2004; Pearson, 2001);
- espaços que reduzam o stress e respondam às necessidades dos usuários (Edwards, 2004)
- formas que forneçam referenciais de tranquilidade, segurança e satisfação (Day, 1990)
- formas que reflitam pensamentos, idéias, imaginação, sentido de lugar, preocupações ecológicas (Orr, 1999)
- que manifestem os diferentes processos (Lyle, 1994)
- que comunique informações úteis e aumente o entendimento do homem sobre o mundo (Lyle, 1994)
- que desperte a curiosidade e o interesse e encoraje ao mistério e a descoberta, com o enriquecimento das capacidades de exploração, criatividade e descoberta (Wilson et al, 1998)

utilizar na percepção dos espaços

- os sentidos perceptivos – visão, olfato, paladar, audição e tato – (Okamoto, 2002)
- percepção do caráter do local, “espírito do lugar” (Day, 1990)
- psicologia da arquitetura (Edwards, 2004)
- trabalho com formas, texturas, cores e escala (Okamoto, 2002)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

Dimensão tecnológica

soluções tecnológicas

- soluções práticas que permitam alcançar um bom desempenho técnico aliado a um desenvolvimento econômico, humano e social em harmonia com a natureza e com uso de recursos naturais (Pearce,2006)
- que auxiliem, contribuam, apoiem a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável (Pearce,2006)
- que viabilizem a redução riscos e impactos ambientais, imprimindo processos eficientes ecologicamente e criando processos, produtos e serviços ambientalmente benéficos ou benignos (Pearce,2006)
- que busquem a minimização do uso de energias não renováveis e recursos naturais (Pearce,2006)
- que busquem a satisfação das necessidades e aspirações humanas com sensibilidade ao contexto cultural onde se inserem (Pearce,2006)
- com o mínimo impacto negativo aos ecossistemas da terra (Pearce,2006)

tecnologia

- *igualar tecnologia às necessidades* (Lyle, 1994)
- as tecnologias devem ser visíveis e manifestar os diferentes processos e operações. As formas das tecnologias devem comunicar informações úteis e aumentar o entendimento do homem sobre o mundo (Lyle, 1994)

materiais de construção

- buscar otimização do uso de materiais (Wilson et al)
- de baixo conteúdo energético (Sattler, [S.D.]a)
- de baixo impacto ambiental: evitar materiais que gerem poluição durante a manufatura ou uso (Wilson, 2006)
- com baixo nível de industrialização (tais como tijolos cerâmicos, madeira, palha, adobe, bambu, etc.) (Sattler, [S.D.]a)
- produzidos a partir de reciclagem de outros materiais ou resíduos (Wilson, 2006)
- evitar materiais tóxicos ou feito de materiais tóxicos ou perigosos (Wilson, 2006)
- de fácil manutenção e reposição: considerar a durabilidade (Wilson, 2006)
- potencialmente recicláveis ou reutilizáveis (Sattler, [S.D.]a)
- evitar o uso indiscriminado de produtos cimentícios e os derivados de recursos fósseis, tais como os plásticos em geral, e, sempre que possível, de materiais embalados (Sattler, [S.D.]a)
- com facilidade de desmontagem (Sattler, [S.D.]a)
- padronização de dimensões (Sattler, [S.D.]a)
- satisfatório para autoconstrução (Sattler, [S.D.]a)

sistemas

- de distribuição de fácil limpeza e manutenção; evitar equipamentos mecânicos que produzam gases no interior das construções; introduzir sistemas de aproveitamento da luz do sol e ventilação natural (Wilson, 2006)
- qualquer sistema construído deve ser percebido dentro de uma *visão global*, na unidade do ecossistema onde está inserido e no contexto de outros ecossistemas na terra (Yeang,1999)
- integração dos sistemas do edifício com sistemas vivos (Todd; Todd,1994)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

- busca por soluções múltiplas/pensamento global dos sistemas: interconexões entre os sistemas, e soluções englobando múltiplas questões ao mesmo tempo (Wilson et al, 2006).

- *buscar soluções comuns para problemas diferentes*: deve-se considerar a interação entre os sistemas, buscando aliar soluções para diferentes aspectos que envolvem um projeto (Lyle, 1994)

água

- aproveitamento da água: coletar e aproveitar a água da chuva, separar e utilizar as águas cinzas, instalar dispositivos eficientes de canalização e descarga (Wilson, 2006)

- baixa manutenção e uso racional da água (Wilson et al, 1998)

- uso das águas cinzas: para banho, descargas de vasos sanitários, máquinas de lavar (Wilson et al, 1998)

recursos

- uso eficiente de recursos: uso da terra, projeto do edifício, seleção de materiais, redução de perdas, conservação de água e utilização eficiente de energia (Wilson et al, 1998).

- *utilizar múltiplos caminhos*: deve-se pensar, analisar e viabilizar a possibilidade de utilização de diferentes recursos em múltiplos caminhos, ou seja, diferentes possibilidades que serão eleitas de acordo com situações específicas(Lyle, 1994)

- *gerenciar reservas*: deve-se gerenciar o uso das reservas naturais, equilibrando as taxas de liberação e reposição (Lyle, 1994)

resíduos

- redução de consumo de bens que contribuem para geração de resíduos (Sattler, [S.D.]a)

- uso de resíduo orgânico(Sattler, [S.D.]a)

- reciclagem de resíduo orgânico(Sattler, [S.D.]a)

- reuso de resíduo líquido(Sattler, [S.D.]a)

- tratamento biológico de esgoto(Sattler, [S.D.]a)

- considerar a questão da disposição de resíduos (Yeang,1999)

Dimensão formal/estética

estética a ser buscada

- uma estética própria para projetos sustentáveis (Day, 1990, p.10)

- baseada na natureza (Pearson ,2001)

- ecológica (Wilson et al, 1998; Pearson ,2001)

- orgânica (Pearson ,2001).

- baseada em fatores culturais (Van der Ryn; Cowan, 1996)

- pedagógica (Wilson et al, 1998)

- para todos os tempos (Wilson, 2006)

- que inspira e instrui (Wilson et al, 1998; Orr, 1999; Lyle, 1994)

- que fornece referenciais de tranquilidade, segurança e satisfação (Wilson et al, 1998)

- poética, radical, peculiar e ambientalmente cautelosa (Day, 1990)

- em consonância com o “espírito do lugar” (Day, 1990)

Quadro 5 - Características e princípios da arquitetura e construção sustentável (continuação)

analogias

- com padrões, elementos e estruturas da natureza (Wilson et al, 1998; Pearson, 2001)
- geometria da natureza e os organismos vivos (Pearson, 2002)

características formais

- unidade (Wilson et al, 1998)
- diversidade, variedade, multiplicidade (Wilson et al, 1998)
- harmonia, o equilíbrio e a graça (presente nas estruturas naturais) (Wilson et al, 1998)
- escala e proporção da natureza (proporção áurea) (Day, 1990)
- equilíbrio (Wilson et al, 1998)
- expressividade da forma e dos materiais (Pearson, 2001)
- flexibilidade (Edwards, 2004)
- uso de materiais reciclados ou com possibilidade de reciclagem (Lyle, 1994)

formas

- formas curvas e expressivas (Pearson, 2001)
- formas circulares (Day, 1990)
- formas presentes na natureza, a geometria não linear e modelos computacionais, como espirais e fractais: árvores, ossos, conchas, asas, teias, pétalas, escamas e estruturas microscópicas (Pearson 2001)
- formas para guiar fluxos (Lyle, 1994; Pearson, 2001): os fluxos das forças da natureza se traduzem em geral em formas arquitetônicas curvilíneas, cíclicas e orgânicas
- que se adaptem ao local, clima, materiais, cultura, modos de vida (Van der Ryn; Cowan, 1996)
- baseadas na tradição arquitetônica (Sachs, 1986)

Segundo desafio: educar para sustentabilidade

Para que uma *cultura voltada para a sustentabilidade* se estabeleça é necessário vencer o desafio da educação. A solução de problemas ecológicos não depende unicamente de soluções técnicas, mas requerem uma resposta ética e uma mudança de paradigma na vida pessoal, na convivência social, na produção de bens de consumo, na utilização de recursos, na produção dos diferentes espaços e, principalmente, no relacionamento com a natureza. A educação é um meio transformador, através do qual é possível o questionamento e a modificação de práticas, atitudes e pensamentos estabelecidos. Através da educação é possível estabelecer um câmbio moral, social ético e ecológico e conduzir à formação de uma consciência ecológica e ambiental na sociedade (Junges, 2004, p.109). A educação para sustentabilidade deve:

- ✓ ser orientada para a formação de uma consciência ecológica e ambiental;
- ✓ desenvolver atitudes e valores sociais, históricos e culturais e o interesse pela natureza;
- ✓ levar o indivíduo a uma compreensão crítica da realidade;
- ✓ estimular a participação ativa e a criatividade;
- ✓ se voltar para uma abordagem holística e coletiva;
- ✓ educar cidadãos e profissionais transformadores, capazes de decidir beneficentemente a favor da sustentabilidade e do bem estar de todos e de resolver situações complexas através de projetos criativos e de uma prática reflexiva.

Uma das principais barreiras para utilização da arquitetura sustentável é a falta de formação dos profissionais da área. As limitações físicas, sociais, políticas e econômicas dificultam extremamente a valorização dos aspectos humanos, culturais e a aplicação dos conceitos de uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental. Segundo Yeang (1999, p.31), *sem o conhecimento necessário nas áreas de Meio Ambiente e Ecologia fica quase impossível que o profissional faça o contra ponto entre o ambiente construído e a natureza. A inclusão de disciplinas que permitam a reflexão e a prática de projetos sustentáveis nos currículos dos Cursos de Graduação é um objetivo a ser igualmente alcançado.*

Terceiro desafio: comunicar informações através da arquitetura e da construção sustentável

Em arquitetura, a forma pode ser vista como a expressão simbólica de valores e conceitos. Assim sendo, a forma da edificação sustentável pode comunicar informações úteis sobre princípios, processos e sistemas sustentáveis, dando caráter educativo à edificação. É, segundo Orr (1994, p.112), *arquitetura como pedagogia*. Tornar processos e tecnologias sustentáveis visíveis, e eleger uma estética ecológica, orgânica, baseada na natureza, pedagógica, cultural e para todos os tempos, em um edifício, é um grande desafio que se apresenta aos profissionais, uma vez que a interpretação das formas para um observador ou usuário não é uma condição meramente psicológica, mas também histórico-cultural. Portanto

a análise tipológica de exemplos existentes se faz imprescindível, bem como a sensibilidade e capacidade criativa do projetista.

Quarto desafio: modificar a cultura estabelecida do “menor esforço”

O desenvolvimento tecnológico propiciou aos seres humanos encontrar formas para atender suas necessidades de controlar e dominar a natureza. Através do desenvolvimento tecnológico foi possível reduzir tempo para realização de determinada tarefa, sociabilizar produtos de informações, produzir maior quantidade de produtos. As *facilidades* encontram-se em toda a parte: abrimos a torneira, a água está totalmente à nossa disposição; apertamos um botão, temos o ar frio ou quente do ar condicionado; jogamos o lixo fora, sem nos preocuparmos sobre sua destinação...

O terceiro desafio que constatamos para concretização de uma arquitetura e construção sustentável consiste em modificar a cultura estabelecida, onde a facilidade, proporcionada pelo desenvolvimento tecnológico, suplanta a ética e a preocupação ambiental. Trata-se de superar a prática já estabelecida de inércia, conservantismo e resistência a mudanças e pautar as ações e soluções na ética ambiental, social e cultural. Buscar soluções assim, muitas vezes, é optar pelo mais “trabalhoso”: fazer a coleta seletiva do lixo; coletar água para reuso; pensar antecipadamente em soluções; analisar o contexto previamente; pensar no todo e não nas partes isoladamente; avaliar as reais necessidades dos usuários, tomar decisões coletivamente; propor soluções específicas são apenas alguns exemplos que demonstram a multiplicidade de possibilidades que demandam atenção e empenho para se efetivarem. Como referimos anteriormente, a opção pela *arquitetura e construção sustentável* implica em uma mudança de pensamento, atitudes e prioridades. Priorizar a sustentabilidade e buscar o caráter qualitativo nas escolhas requer esforço, mas assegura, sem dúvida, ganhos ambientais e sociais, mesmo que não imediatos, mas a médio e longo prazos.

Quinto desafio: utilizar a criatividade

“Um problema não pode ser resolvido com o mesmo tipo de pensamento que o criou”.

Albert Einstein

Projetos sustentáveis envolvem arte e ciência em conjunto (Lyle, 1994). Requer formas de pensar diferente dos modelos que usualmente costumamos utilizar. Contempla múltiplos aspectos e exigem soluções únicas, específicas para cada caso. A criatividade entra como peça principal para reunião destes diferentes aspectos e partes envolvidas no projeto. A criatividade também é importante para lidar com o imprevisto, o inesperado, e o único. Para buscar soluções inovadoras e múltiplas, em harmonia com a natureza e que possibilitem o menor custo ambiental, cultural, econômico. Não há *fórmulas* pré-estabelecidas para projetos sustentáveis, mas *lições* - que podem vir da tradição, da natureza, ou de projetos novos e tecnologias alternativas - que vêm sendo experimentadas e que devem ser conhecidas, estudadas e analisadas com o intuito de constituírem um repertório básico a ser reinventado em novos projetos. Sendo assim, todos os envolvidos com um projeto sustentável terão que desenvolver a capacidade criativa, inventividade, inteligência e talento para criar, inventar, inovar e buscar soluções adequadas e únicas.

Sexto desafio: buscar lições na natureza e retomar as lições da tradição

A preocupação ecológica é, cada vez mais, uma preocupação de projeto. Acrescido a isso, cada vez mais a ciência revela a estrutura extraordinária da natureza, fornecendo aos projetistas uma fonte inesgotável de novas idéias (Pearson, 2002, p.10).

A natureza oferece referenciais importantes para a arquitetura e construção. Formas, estruturas, princípios de organização, integração, inclusão e respeito. Do ponto de vista da sustentabilidade os *projetos* e *tecnologias* da natureza são infinitamente superiores aos da ciência humana (Capra, 2002, p.241). Cabe ao projetista conhecer, observar e traduzir em formas, elementos, estruturas arquitetônicas estas lições oferecidas pela natureza. Cabe ao projetista buscar *inspiração na natureza*. Cabe ao projetista perceber o *início de uma nova era baseada não só no que podemos extrair da natureza, mas do que podemos aprender com ela* (Capra, 2002, p. 241).

Para retomada da tradição em um projeto devemos redescobrir o valor dos elementos presentes na cultura, que antes era considerada mais como um empecilho e um obstáculo para a modernidade e aplicá-los como princípios para novos projetos. A retomada da tradição vai requerer observação, avaliação e estudo de antigos saberes e capacidade de inventividade para sua utilização.

O desafio consiste em desvendar, portanto, as lições que a tradição oferece e as possibilidades de emprego em uma situação atual de sustentabilidade. Temos, neste sentido, também vencer a mentalidade estabelecida de que o *antigo* é ultrapassado.

A pesquisa revelou, cumprindo com o **Objetivo específico 3** de nosso trabalho - identificar a presença e selecionar de exemplos ilustrativos de práticas sustentáveis na história da arquitetura e construção no Brasil e no mundo – que, muitos princípios utilizados atualmente em projetos sustentáveis derivam de exemplos de práticas sustentáveis presentes ao longo da história. Trata-se, portanto, de conhecer e de maneira consciente, aplicar esses princípios.

Cabe ao projetista não adotar uma atitude rígida e imobilizadora frente à tradição, reproduzindo, unicamente, as soluções antigas em novos projetos. É preciso (re)conhecer e aproveitar a experiência histórica e o conjunto de conhecimentos elaborados e experimentados ao longo do tempo e adaptá-lo criativamente em projetos para o futuro. A compreensão das razões que levaram a determinadas escolhas e sua realização ao longo do tempo será decisivo a redescoberta e de materiais, técnicas, formas, princípios, elementos e sistemas mais adaptados e integrados às características locais, culturais e ambientais, portanto, mais sustentáveis.

Sétimo desafio: desmistificar o uso de tecnologias limpas

As tecnologias limpas, em muitos casos, como foi possível comprovar nos estudos da Tese, são *inovações de aperfeiçoamento* e, assim, fundamentadas em outras invenções anteriores, somente aplicáveis a um novo fim ou novo momento. Podem, portanto, se configurar em técnicas simples, que permitem a autoconstrução e aplicação para todos os segmentos da sociedade, incluindo a habitação de interesse social. Até as tecnologias de custo mais elevado (como as células fotovoltaicas, por exemplo) estão gradativamente tendo seu custo diminuído, já que estão sempre em desenvolvimento, com constante processo de avaliação e pesquisa. Muitas vezes, também, o desafio consiste em combinar o uso de mais de uma tecnologia no sentido de ter mais opções de operacionalização dos diferentes sistemas do edifício. Isso, da mesma forma, pode vir a contribuir para a redução de custos.

É importante que o acesso a estas informações sejam facilitados e que se desmistifique a idéia de utilização de tecnologias limpas é dispendiosa e difícil de aplicar. Deve-se cada vez mais perceber que é possível e viável a utilização de tecnologias limpas em arquitetura e construção com ganhos a nível ambiental, social, cultural e econômico.

Oitavo desafio: utilizar e valorizar a participação dos usuários na elaboração dos projetos

Tanto a dimensão política, como a dimensão social da sustentabilidade apontam para a importância da participação coletiva em um processo de projeto. Desencadear processos projetuais que propiciem a passagem de uma posição de “expectador” para “ator” ou “autores”, de uma posição reativa para proativa se consolida em mais um desafio da arquitetura e da construção sustentável. Desafio no sentido profissional, de trabalhar com opiniões distintas e incorporá-las ao projeto, combinando expectativas e soluções que devem se pautar na técnica, ética e criatividade e desafio no sentido social, de contribuir para formação de senso crítico e cidadania. Sabemos que muitos sujeitos ainda estão alienados com relação aos problemas ambientais, sociais e culturais e isso se constitui em mais um desafio a vencer. O profissional terá de lidar com a “falta de educação ambiental” e falta de consciência ambiental, a falta de senso cultural e estético presentes em nossa sociedade, e caberá a ele informar e sugerir as melhores alternativas técnicas, éticas e estéticas. Neste sentido, o processo projetual revela seu caráter educativo onde a participação da sociedade nas definições que envolvem o projeto poderá assegurar o sucesso de um empreendimento de caráter sustentável.

- consideração de opiniões e saberes dos usuários;
- desenvolvimento de um processo projetual participativo;
- desenvolvimento de uma prática crítica e reflexiva.

Nono desafio: reduzir, reutilizar e reciclar

A sociedade como um todo deve se conscientizar (ou ser educada para) para busca da redução da utilização de recursos renováveis (combustíveis fósseis, água, minerais, etc). A sociedade necessita de *uma cultura de redução* (Edwards, 2004, p.67). Os arquitetos, engenheiros e construtores devem buscar o equilíbrio entre o consumo de recursos e a

prestação de serviço (concretização de uma edificação). Devem buscar um menor consumo de material e recursos, voltando-se para uma estratégia baseada na redução, reutilização e reaproveitamento.

Tendo em conta o seu impacto sobre os recursos do meio ambiente, as edificações deveriam ter, antes de tudo, a possibilidade de utilização. O edifício deveria ter *longevidade*. Para isso é necessário que o projetista, ao projetar novos edifícios, considere aspectos da sustentabilidade e proponha soluções funcionalmente flexíveis. Igualmente deve considerar que algumas qualidades dos edifício *facilitam* e *aumentam* as possibilidades de reutilização:

- ✓ aproveitamento da luz e ventilação natural;
- ✓ acesso de infra-estrutura: transporte público, serviços, etc.;
- ✓ ausência de materiais tóxicos;
- ✓ qualidade da construção;
- ✓ flexibilidade dos espaços.

Também, é necessário que o projetista considere como uma alternativa *sustentável* à construção de novos edifícios, a reutilização do patrimônio construído, uma vez que este minimiza o uso de energia, custos e tempo aliado a ganhos ambientais e sociais. Detectar qual a essência de um edifício e devolver a estimacão perdida sem que se modifique a essência é um desafio a vencer. A recuperação de elementos construtivos (elementos de ferro, madeira, cerâmica) para reutilização em um outro edifício também é uma prática que deve ser *pensada e considerada* no momento do projeto.

A filosofia da recuperação, reutilização, reciclagem requer, portanto, o desafio de modificar a maneira de conceber um projeto. Deve-se considerar o *valor sustentável* de elementos construtivos e edificações existentes. Deve-se considerar que a reutilização de uma edificação, de um conjunto de edificações ou de parte deles é preferível à sua demolição ou à construção de uma nova edificação. Ambas, demolição e nova construção, geram um maior impacto ambiental.

Décimo desafio: combinar a tradição com a inovação

A tradição ou antigos saberes pode fornecer *lições* de práticas e técnicas sustentáveis mais integradas e comprometidas com a natureza e com a sociedade, enquanto a inovação ou novos saberes pode trazer tecnologias mais inteligentes ecologicamente, socialmente e culturalmente, com maior respeito à natureza e utilização de práticas renováveis e auto-suficientes, rompendo com as práticas usuais e possibilitando alternativas *mais sustentáveis* para os edifícios e assentamentos humanos.

Da análise das lições de sustentabilidade na tradição da arquitetura e da construção foi possível sintetizar alguns princípios orientadores para um projeto sustentável:

- ✓ arquitetura bioclimática
- ✓ espírito do lugar (*Genius Loci*)
- ✓ inspiração na natureza
- ✓ conceitos geradores de projeto
- ✓ utopias
- ✓ uso de materiais locais
- ✓ utilização da água

Como inovações na arquitetura e construção sustentável foi possível identificar:

- ✓ utilização de fontes renováveis de energia
- ✓ materiais: terra: superadobe, bambu, materiais com aproveitamento de resíduos (reciclagem de entulho proveniente da construção e demolição, biokreto, fardos de palha, tijolos com cinza de carvão mineral, e com cinza proveniente da casca de arroz; telhas com fibras vegetais, biotelha, telhas ecológicas; coberturas verdes; papel reciclado
- ✓ permacultura: paisagismo produtivo, aquícultura
- ✓ produção social do habitat e participação social
- ✓ reuso da água: recuperação das águas pluviais e tratamento de esgotos

A combinação de ambas, tradição e inovação, como pôde ser demonstrado nos achados da pesquisa, pode assegurar projetos ambientalmente, socialmente e culturalmente mais adequados:

- ✓ ao meio natural e cultural

- ✓ às necessidades e potencialidades locais
- ✓ às necessidades e exigências dos usuários

Principalmente nos projetos analisados, da Escola Frei Pacífico e do Refúgio Biológico Bela Vista, foi possível verificar que, tanto a tradição como a inovação forneceram subsídios para o lançamento das soluções de projeto voltadas para a sustentabilidade. Esta análise o que permitiu a verificação do **Objetivo 4**: analisar contribuições da inovação (novos saberes) e da tradição (antigos saberes) para projetos sustentáveis. No Quadro 4 (página 261) é possível perceber a síntese destas contribuições dentro das dimensões da sustentabilidade.

Décimo-primeiro desafio: fazer com que o projeto sustentável chegue a todos, indistintamente

O projeto sustentável, por todas as características e princípios aqui discutidos, não deverá ser privilégio de poucos, mas a possibilidade de muitos. Todos nós, afinal, deveremos contribuir e atuar para a melhoria das condições de vida no planeta Terra. Assim, todos nós devemos pensar e buscar alternativas ambientalmente, culturalmente e socialmente mais comprometidas.

O grande desafio será, justamente, fazer com que haja a transição de um modelo excludente e descomprometido, reducionista da realidade para um modelo onde os saberes populares e culturais são valorizados e onde a participação popular seja efetiva e presente. Desaparece o individualismo em prol do coletivo; se exige capacidade crítica de participação em tarefas e decisões. Se busca projetos e ações que enfoquem os direitos do homem de habitabilidade e melhores condições de vida. Se busca a construção e valorização de uma cultura e ética centrada no ser humano e na natureza e uma maior abrangência do projeto sustentável em arquitetura e construção. Esse será, sem dúvida, nosso grande desafio.

Estes achados permitem comprovar a hipótese de pesquisa de que:

A combinação da tradição e da inovação (voltada para uma tecnologia limpa) na arquitetura e na construção pode contribuir para que os projetos tenham como finalidade a sustentabilidade, uma vez que estarão mais adequados ao meio natural e cultural, às necessidades e potencialidades locais e às necessidades e exigência dos usuários.

e, nos leva a questionar, então:

Quais as perspectivas de um projeto sustentável em arquitetura e construção?

Perspectivas são indicadores de possibilidades futuras, de expectativas, de promessas, de facilidades e dificuldades, de ganhos e perdas. Um projeto visando a sustentabilidade, em arquitetura e construção, é uma possibilidade de *aprendizagem constante* e os *ganhos* podem ser muitos e significativos:

- assentado sobre um conhecimento que é um processo, o projeto sustentável em arquitetura e construção não apresenta soluções prontas e únicas. É estimulante e está em constante construção;

- é um projeto “vivo”, pois interage com a natureza;

- ao buscar a minimização de danos ao meio ambiente e menor impacto ambiental, contribui para a permanência do homem no planeta;

- ao contemplar múltiplos aspectos garante uma abrangência maior, o que assegura um projeto global e completo;

- apresenta a característica de ser atemporal, sendo sustentável pela possibilidade de utilização ao longo do tempo. Isso assegura a longevidade e preserva e estimula o senso histórico e cultural;

- é um objeto seguro, com valor a longo prazo, não onerando as futuras gerações;

- não desperdiça, renova, reutiliza e recicla;

- se assenta na ética e na responsabilidade social, cultural e ambiental;

- inclui e não exclui;

- valoriza a diversidade de pensamentos, conhecimentos e soluções.

Assim, é possível dizer que a arquitetura e construção sustentável:

- ✓ *instiga, incita, interage, contempla, considera, analisa, avalia, respeita, inclui, busca, preserva, assegura, educa,*

- ✓ *não onera, não desperdiça, não tem fórmula pré-estabelecida;*

- ✓ *segue os padrões e se insere na natureza;*

- ✓ *respeita e utiliza a cultura e a tradição arquitetônica;*
- ✓ *se vale de inovações e tecnologias limpas;*

Acreditamos que a principal tarefa dos profissionais ligados à construção neste momento onde a ação do homem na natureza tornou-se insustentável reside não só nos aspectos funcionais, bioclimáticos e operacionais das edificações, mas principalmente no desafio de implantar um novo modo de vida. Cabe aos profissionais contribuições não só nos aspectos ambientais e culturais, mas principalmente nos sociais. Esta "nova arquitetura", sustentável só será viável com base de novos paradigmas.

Tudo indica que a prática de projeto (englobando todas as fases do ciclo de vida da edificação-projeto, construção, uso, operação, reciclagem e/ou demolição), que é um processo de síntese, é o caminho para a formação de profissionais que terão em seu repertório soluções integradas que levem também em conta as questões de sustentabilidade.

Todas as análises aqui realizadas mostraram a necessidade de incorporação de referenciais sustentáveis tanto na sociedade como na arquitetura, e que ainda temos um longo caminho a percorrer rumo à Arquitetura e Construção Sustentável. Um caminho que estamos percorrendo... um caminho longo, mas possível...

“Qualquer coisa que você possa fazer ou sonhar, você pode começar. A coragem contém em si mesma o poder, o gênio e a magia”.

Goethe

9 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como referimos anteriormente, todo o trabalho de pesquisa, levantamento de dados, análises e conclusões da Tese se configura em apenas *um olhar* sobre as questões levantadas. Portanto, é possível estabelecermos algumas possibilidades de continuidade nesta mesma linha de pesquisa que propusemos. A questão da sustentabilidade do ambiente construído é ampla e multidisciplinar e suscita interesse, gera dúvidas, sendo própria para o exercício da pesquisa acadêmica. Acreditamos que trabalhos futuros poderão avançar na construção de conhecimentos nesta área. Sugerimos, portanto:

- a realização de estudo de casos de projetos que tenham como princípio a sustentabilidade, no sentido de contribuir para a melhor definição de estratégias sustentáveis de projeto, em cada uma das dimensões da sustentabilidade;

- estudos que contemplem não só a etapa projetual de realização de um projeto, mas *a construção e implantação dos mesmos*, apontando desafios, dificuldades /facilidades;

- estudos de caso na escala da cidade (Planejamento urbano), analisando estratégias sustentáveis em cada uma das dimensões da sustentabilidade;

- o aprofundamento de estudos que revelem exemplos de práticas sustentáveis ao longo da história da arquitetura e da construção, ampliando o conhecimento dessas práticas e a possibilidade de utilização em projetos atuais;

Também sugerimos:

- a criação de novos grupos de pesquisa formados por pesquisadores de diferentes especialidades e realidades e realização de estudos conjuntos e interdisciplinares;

- ampliação do GT de Sustentabilidade (ANTAC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, H. **Sentidos da sustentabilidade urbana**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.
- _____. Discursos da sustentabilidade urbana. In: RIGATTI, Décio (Org.) **ANPUR – VIII Encontro Nacional**. Porto Alegre: PROPUR/UFRGS, 1999.
- ADAM, R. S. **Princípios do ecoedifício: interação entre ecologia, consciência e edifício**. São Paulo: Aquariana, 2001.
- ALMEIDA, M. C. de; CARVALHO, E. A. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2002.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da energia elétrica no Brasil**. Disponível em: < [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica(3).pdf)>. Acesso em 18 de mai 2006.
- BARILLI, R. **Art Nouveau**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- BASTOS FILHO, R. (org). **Cultura e Desenvolvimento**. Maceió: PRODEMA/UFAL, 1999.
- BEHLING, S. **Sol Power. La evolución de la arquitectura sostenible**. Barcelona: GG, 2002.
- BENÉVOLO, L. **História da cidade**. São Paulo: Perspectiva, 1983.
- BERNARDI, B. **Introdução aos estudos etno-antropológicos**. Lisboa, Edições 70, 1974.
- BEZERRA, R. F. Habitação e meio ambiente: o fator humano – algumas hipóteses para discussão. In: ZENHA, Ros Mari; FREITAS, Carlos Geraldo.(Coord.) **Anais do Seminário de Avaliação de Projetos IPT**. São Paulo: IPT, 2002.
- BORDEAU, L. (org). **Agenda 21 on Sustainable Construction**. Rotterdam: CIB, 1999. 120p. (CIB Report Publication 237).
- BORNHEIM, G. et al. **Tradição, contradição**. Rio de Janeiro: Zahar Editor Ltda., 1987.
- BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- BRUAND, Y. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: 1989.
- CANDEAS, A. W. Cultura e desenvolvimento: em busca da humanização do crescimento econômico. In: BASTOS FILHO et al (org.). **Cultura e desenvolvimento: A sustentabilidade cultural em questão**. Maceió: PRODEMA/UFAL, 1999.
- CAPRA, F. **O ponto de mutação. A ciência, a sociedade e a cultura emergente**. São Paulo: Cultrix, 1982.
- _____. **A teia da vida. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix Ltda, 1996.
- _____. **As conexões ocultas. Ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Cultrix Ltda, 2002.

- CAVALCANTI, C. (org). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez, 1997.
- CAVALCANTI, L. (org). **Quando o Brasil era moderno: guia de arquitetura 1928-1960**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2001.
- CHIES, F. et al. Desenvolvimento de blocos e tijolos a partir de cinzas de fundo de carvão - CIPECAL. **Coletânea Habitar ANTAC- Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. v. 4. Porto Alegre, 2003. p.219-239.
- CHING, F. **Dicionário visual de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- _____. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- CHOAY, F. **O urbanismo**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1979.
- CIDADE, L.C.F. **Visões de mundo, visões de natureza e a formação de paradigmas geográficos**. São Paulo: Revista Terra Livre, n.17, 2001, p. 99-118.
- COLIN, S. **Uma introdução à arquitetura**. Rio de Janeiro: UAPÊ, 2000.
- _____. **Pos-modernismo: repensando a arquitetura**. Rio de Janeiro: UAPÊ, 2004.
- COLOMBO, C. et al. **Bioconstrução - Construção do Passado ou do Futuro?** In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. Anais XI ENTAC/ I clACS. 2006.1 CD.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CNE/CES. **Anteprojeto de Resolução das Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia Civil**. Disponível em <<http://www.dimap.ufrn.br/~cccc/reforma/engenharia.doc>>. Acesso em 18 de mar de 2006.
- CORNELL, E. **A arquitetura da relação cidade campo**. Brasília: Ed. Alva, 1998.
- CORONA, E.; LEMOS, C.A.C. **Dicionário da arquitetura brasileira**. São Paulo: EDART, 1983.
- COSTA, H. S. de M. Desenvolvimento sustentável: uma contradição de termos? In: RIGATTI, D.(org.) **ANPUR – VIII Encontro Nacional**. Porto Alegre: PROPUR/UFRGS, 1999.
- CRUZ, M. A. **Jornal da Unicamp**. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2002/unihoje_ju193pag8b.html> . Acesso em : 23 de mai. 2006.
- CUÉLLAR, J. P. (org.). **Nossa diversidade criadora: Relatório da Comissão Mundial de Cultura e Desenvolvimento**. São Paulo: Papirus, 1997.
- DAY, C. **Places of the soul. Architecture and environmental design as a healing art**. London: Harper Collins Publishers, 1990.
- DEL RIO, V. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.
- DERENJI, J. **Arquitetura Indígena**. In: MONTEZUMA, R. (org). **Arquitetura Brasil 500 anos**. Uma invenção recíproca. Recife: **Universidade** Federal de Pernambuco, 2002.

- DE FUSCO, R. **Historia de la Arquitectura Contemporánea**. Madri: Celeste Ediciones, 1992
- DICIONÁRIO DE CIÊNCIAS SOCIAIS. Fundação Getúlio Vargas, Instituto de documentação. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1986.
- DOCZI, G. **O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura**. São Paulo: Mercuryo, 1990.
- DORFLES, G. **A arquitetura moderna**. São Paulo, Martins Fontes, 1986.
- EBIOBAMBU. Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/ebiobambu/index.php>>. Acesso em: 23 de maio de 2006.
- ECOCENTRO IPEC. Disponível em: <<http://www.ecocentro.org/site.htm>>. Acesso em 23 de mai. 2006.
- EDWARDS, B. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.
- ELALI, G.A. **Psicologia e Arquitetura: em busca do locus interdisciplinar**. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/epsic/v2n2/a09v02n2.pdf>. Acesso em: 09 set. 2006.
- ENEA/IN ARCH. **Arquittettura bioclimática**. Italy: De Luca editore, 1983.
- FERREIRA, A. B. H. **Dicionário da Língua Portuguesa Aurélio Buarque de Holanda Ferreira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S.A., 1999.
- II FORO SOCIAL MUNDIAL. **La otra ciudad posible**. Porto Alegre, Coalición Internacional para el Hábitat, 2002.
- FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume, FAPESP, 2001.
- _____. **Desenho Ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico**. São Paulo: Annablume, 1997.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- FREITAS, C.G. Luz de. Desenvolvimento de procedimentos técnicos de abordagem ambiental integrada em empreendimentos habitacionais de interesse social. In: ZENHA, Ros Mari; FREITAS, Carlos Geraldo.(Coord.) **Anais do Seminário de Avaliação de Projetos IPT**. São Paulo: IPT, 2002.
- GADOTTI, M. **Pedagogia da terra: Ecopedagogia e educação sustentável**. Disponível em: <<http://168.96.200.17/ar/libros/torres/gadotti.pdf>> Acesso em 22 fev. 2006.
- GAUDIANO, E. G. **Educación para la ciudadanía ambiental**. Disponível em: <<http://www.ambiental.ws/anea>>. Acesso em: 30 de out. 2006. [a]
- _____. **Identidad y asociación en la educación ambiental**. Disponível em: <<http://wwweducacionambiental.or.ar>>. Acesso em: 30 de out. 2006. [b]
- GUARESCHI, P. **Sociologia Crítica. Alternativas de mudança**. Porto Alegre: Mundo Jovem, 2003.

- GIBBERD, J. **Integrating Sustainable Development into Briefing and Design Process Buildings in Developing Countries: Assessment Tool**. Tese de Doutorado. Department of Architecture, University of Pretoria., 2003.
- GOITIA, Fernando **Chueca. Breve historia del urbanismo**. Madri: Alianza Editorial, 1998.
- GOMBRICH, E.H. 16ed. **A História da Arte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1999.
- GUIMARÃES, F. C.. **FINEP**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.paqtc.org.br/body_glossario.htm#indiceI> Acesso em: 23 de fev 2005.
- GUTIERREZ, F.; PRADO, C. **Ecopedagogia e cidadania planetária**. 2.ed. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2000.
- GYMPEL, J. **Historia de la arquitectura. De la antigüedad a nuestros días**. Colonia: Konemann, 1996.
- HINTZEN-BOEHLEN, B. **Arte e arquitectura. Andaluzia**. Alemanha: Köneman, 1999.
- INBAMBU. Disponível em: <<http://www.inbambu.org.br>>. Acesso em: 23 de mai de 2006.
- INSTITUTO DE PERMACULTURA DA BAHIA. Disponível em <<http://www.permacultura-bahia.org.br> . Acesso em 08 de jun. 2006.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF CONSULTING ENGINEERS. **Sustainable development**. Disponível em: <http://www.fidic.org/resources/sustainability/fidic_sd_strat-6jun00.pdf>. Acesso em 6 de jun 2006.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1976.
- JENCKS, C. **Arquitetura 2000**. Barcelona: Editorial Blume, 1975.
- JUNGES, J. R. **Ética ambiental**. Porto Alegre: Ed. Unisinos, 2004.
- JOHN, V. M. ; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf>>. Acesso em: 23 de mai. 2006.
- KELLERT, S. R. Ecological Challenge, human values of nature, and sustainability in the built environment. In: KIBERT, C.; WILSON, A. **Reshaping the built environment. Ecology, Ethics and economics**. Washington, Island Press, 1999. p. 39-53.
- KIBERT, Charles J. The promises and limits of Sustainability. In: KIBERT, Charles J.; WILSON, Alex. **Reshaping the built environment**. California: Island Press, 1999.
- LAAR, M. et al. **Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical**. Disponível em: <<http://www.fh-nb.de/lu/mankoehler/download/encac-telhadoverde-fp.doc>>. Acesso em : 26de mai. 2006.
- LAGES, V.N. Agrobiodiversidade: entre natureza e cultura. In: BASTOS FILHO, J. B.; AMORIN, N.F.M.; LAGES, V. N. (orgs). **Cultura e Desenvolvimento**. Maceió: PRODEMA/UFAL, 1999.
- LAGO, A.; PÁDUA, J. A. **O que é ecologia**. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- LARAIA, R. **Cultura. Um conceito Antropológico**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1986.

- LA SALVIA, F A habitação subterrânea: uma adaptação ecológica. In: Weimer, G. (org). **A arquitetura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1987.
- LAWRENCE, A.W. **Arquitetura Grega**. São Paulo: Cosac & Naify Edições, 1998.
- LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.
- LEMOS, Carlos. **O que é patrimônio histórico**. São Paulo: Brasiliense, 1981.
- _____. **Arquitetura brasileira**. SP: Melhoramentos, 1979.
- _____. **História da casa brasileira**. SP: Perspectiva, 1978.
- LENGEN, J. V. **Manual do arquiteto descalço**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto; Rio de Janeiro: TIBÁ, 2004,
- LENHARDT, F. P. **Construção Ecológica - O Superadobe**. Disponível em: <<http://Www.Ecoterrabrasil.Com.Br/Home/Index.Php?Pg=Temas&Cd=758>>. Acesso em 19 de mai. 2006.
- LINTON, R. **O homem: uma introdução à antropologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1981.
- LONGO, W.P. **Conceitos Básicos sobre Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro, FINEP, 1996. v.1. Disponível em: <http://www.paqtc.org.br/body_glossario.htm#indiceI>. Acesso em 23 de fev. 2005.
- LOUREIRO, C. F. B. Problematizando conceitos em educação ambiental. In: GUTIERREZ, F.; PRADO, C. **Ecopedagogia e cidadania planetária**. 2.ed. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2000. p. 29-49.
- LUCARELLI, E. **Inovaciones en la práctica pedagógica en la enseñanza superior: presupuestos y expectativas**. Buenos Aires, 1995.
- LYLE, Jonh Tillman. **Regenerative design for sustainable development**. USA: John Wiley & Sais, 1994.
- MALIN, N. Environmentally Responsible Building Material Selection. In: KIBERT, C.; WILSON, A. **Reshaping the built environment. Ecology, Ethics and economics**. Washington, Island Press, 1999. p. 117- 130.
- MARCHART, R. **A abadia de le thoronet: um milagre sonoro**. Disponível em: <<http://www.vivercidades.org.br>>. Acesso em 23 nov. 2006.
- MARS, R. **Aqüicultura para o seu quintal**. Revista Permacultura Brasil, n.11, dezembro 2002. (p.7-9)
- MARTÍNEZ, A. C. **Ensayo sobre el proyecto**. Argentina: Librería Técnica, 1990.
- McDONOUGH, W. **The Hannover principles: desing for sustainability**. New York: Willian McDonough Architects, 1992.
- McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: remaking the way we make things**. New York: North Pint Press, 2002.
- MELLO, L.G. **Antropologia Cultural: iniciação, teorias e temas**. Petrópolis: Vozes, 1986.
- _____. **Antropologia Cultural. Iniciação, teorias e temas**. Petrópolis: Vozes, 1982.
- MERICO, L. F. K. **Introdução à economia ecológica**. Blumenau: Edifurb, 2002.

- MESQUITA, E. **Arquitetura Bioclimática aplicada a pequenas cidades**. Disponível em: <<http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/Trabalhos2005/Trabalhos%20Completos/anais%20-%20Arquitetura%20Bioclimatica%20aplicada%20a%20pequenas%20cidades.doc>>. Acesso em 26 de mai. 2006.
- MINDLIN, H. E. **Arquitetura moderna no Brasil**. Rio de Janeiro: Aeroplano Editora, 2000.
- MINKE, G. **Manual de construcción en tierra**. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 2002.
- MONTEIRO, C. **Sistemas fotovoltaicos**. Disponível em: <<http://power.inescn.pt/claudio/PV.html#10>>. Acesso em 16 de mai. 2006.
- MONTEZUMA, Roberto (org). **Arquitetura Brasil 500 anos**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2002.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seb/pdf/setesaberes.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2006.
- MOSER, G. et al. **People, Places and Sustainability**. Germany: Hogrefe&Huber Publishers, 2003.
- MOSTAEDI, A. **Arquitectura Sostenible**. Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones, 2002.
- MOURA, V.; SCHMID, A. L. **A Integração de Sistemas Fotovoltaicos na Arquitetura Brasileira Contemporânea**. Alagoas, ENCAC/ELACAC, 5 a 7 de outubro de 2002. Disponível em: <<http://burle.arquit.ufpr.br/~alschmid/novo/publica/ENCAC2005b.pdf>>. Acesso em 16 de maio 2006
- MOURA, R. R de; Schlee, A. R. **100 imagens da arquitetura pelotense**. Pelotas: Pal lotti, 1998.
- MÜLFARTH, R. C. K. Rumo a um futuro mais sustentável: Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental. Disponível em: <http://www.universia.com.br/html/materia/materia_gcbe.html> Acesso em 20 abr. 2006.
- _____. **Arquitetura de Baixo impacto humano e ambiental**. São Paulo: 2002. 192 f. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- NASH, E.P. **Frank Lloyd Wright. Force of nature**. New York: Smithmark, 1996
- NEVES, L. P. **Adoção do partido na arquitetura**. Salvador: Centro Editorial e Didático UFBA, 1989.
- NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. **Sustainability and cities**. Washington: Island Press, 1999.
- NORBERG-SCHULZ, C. **Arquitectura occidental**. Barcelona:GG, 1999.
- _____. **Intenciones em arquitectura**. Barcelona: GG, 1979.
- NORIE. **Diretrizes de Sustentabilidade para o Projeto de Revitalização do Refúgio Biológico Bela Vista Foz do Iguaçu/PR**. Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 2001.
- _____. **Memorial Descritivo da Escola Municipal Frei Pacífico**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 2005.

- _____. **Memorial Descritivo do Refúgio Biológico Bela Vista - Anteprojeto.** Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 2000.
- NOVAES, S. C. **Habitações indígenas.** São Paulo: Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1983.
- NUNES, E. R. M. **Alfabetização ecológica. Um caminho para a sustentabilidade.** Porto Alegre: Editora do Autor, 2005.
- ODUM, Eugene Pleasants. **Ecologia.** São Paulo: Pioneira, 1977.
- OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento. Visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação.** São Paulo: Editora Makenzie, 2002.
- OLGYAY, V. **Arquitectura Y Clima.** Espanha: Gustavo Gilli, 1998.
- OLIVEIRA, R. de C. O papel da prática do projeto na construção de uma teoria didática da arquitetura. In: **4º encontro de ensino de Teoria e História da Arquitetura.** Pelotas: FAURB/UFPEL, 1992.
- OLIVER, P. **Cobijo y sociedad.** Madrid: Blume Ediciones, 1978.
- ORR, D. 1994. **Heart in mind. On education, environment, and the human prospect.** Washington, Island Press, 1994.
- ORTIZ, E. Hacia una ciudad de la gente. In: Grupo Latinoamericano de Producción Social del Hábitat. **La otra ciudad Posible.** México: HIC-AL, 2002.
- PANTALEÓN, C. **Adaptação de Estruturas Arquitetônicas Obsoletas.** Instituto de Diseño-Facultad de Arquitectura - Universidad de la Republica - Montevideo/Uruguay - Tradução: Ana Lúcia Costa de Oliveira - FAURB/UFPEL - Pelotas/RS, 2000.
- PEARCE, A. **The Dimensions of sustainability: A primer.** Disponível em: <<http://www.maven.gtri.gatech.edu/sfi/resources/pdf/TR/TR031.pdf>>. Acesso em 21 de jun. 2006.
- PEARSON, D. **New organic architecture. The braking wave.** London: Gaia Books Limited, 2001.
- _____. **The natural house book. Creating healthy, harmonious and ecologically sound home.** Londres: Conran Octopus Limited, 1994.
- PFEIFFER, B.B. **Frank Lloyd Wright. Construir para democracia.** Alemanha: Taschen, 2004.
- PESCI, R. et al. **De la prepotencia a la levedad. FLACAN, paradigma y pedagogía para la sustentabilidad.** Argentina: CEPA/FLACAN, 2002.
- PESSANHA, J. A. M. Cultura como Ruptura. In: Borheim et al. **Tradição, contradição.** Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1987.
- PEREIRA, M.K.; DRESDNER, V. M. M. Inteligência competitiva e inovação: a gestão do conhecimento. **Revista Archétypon**, v.1, n.1, dez. 1992, p. 61-73.
- PETILLON, L. et al. **Os painéis fotovoltaicos.** Disponível em: <http://www.lei.ucl.ac.be/multimedia/eLEE/PO/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Principes/Effet_photovoltaique.htm> Acesso em: 16 de mai. 2006.

POLIÃO, M. V. **Vitruvio Da Arquitetura**. Trad. Marco Aurélio Lagonegro. São Paulo: Hucitec, 1999.

POLÍTICAS OPERACIONAIS FINEP. Disponível em <http://www.paqtc.org.br/body_glossario.htm# indiceI> Acesso em: 23 de fev. 2005.

PRUDÊNCIO Jr. et al . Cinza da casca de arroz. **Coletânea Habitare ANTAC- Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. v. 4. Porto Alegre, 2003. p. 241-261.

RAMALHO FILHO, R.. Patrimônio cultural e natural: dimensão da sustentabilidade. In: BASTOS FILHO, R. (org). **Cultura e Desenvolvimento**. Maceió: PRODEMA/UFAL, 1999.

RAPOPORT, A. Origens culturais da arquitetura. In: SNYDER, James; CATANESE, Anthony. **Introdução à arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

RAUMOLIN, J. **Shift from environment education to education for sustainable development**. Disponível em: <<http://www.valt.helsinki.fi/kmi/julkais/WPt/2001/Raumolin/wp22001.html>>. Acesso em 21 de jun. de 2006.

REIS FILHO, N. G. **Quadro da arquitetura no Brasil**. SP: Perspectiva, 1987.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://www.ebape.fgv.br>> Acesso em: 23 março 2004.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: Luzzato Editores, 1986

ROAF, S. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROBERTSON, D.S. **Arquitetura Grega e Romana**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

ROCHA, J. C.; CHERIAF, M. Aproveitamento de resíduos na construção. **Coletânea Habitare ANTAC-Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. v. 4. Porto Alegre, 2003. p. 73-93.

RODRIGUEZ, M. C. Producción social del hábitat. In: Grupo Latinoamericano de Producción Social del Hábitat. **La otra ciudad Posible**. México: HIC-AL, 2002.

RUMMENHOELLER, T. Espaço Y Arquitectura Indígena : Alternativas Creativas de Desarrollo Sostenible. In: **Conferência latino-americana de construção sustentável**, 1, 2004, São Paulo. Anais X ENTAC/ I claCS. 2004.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

_____. **Estratégias de transição para o século XXI**. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo, 1993.

_____. **Ecodesenvolvimento. Crescer sem destruir**. São Paulo: Ed. Vértice, 1986.

SANTOS, B. **Um discurso sobre as ciências**. 7.ed. Porto: Afrontamento, 1987.

_____. **Para uma pedagogia do conflito**. Seminário PMPA, 1996.

SATTLER, M. A. **Sustainable Communities: Teaching and Design Activities at NORIE**. 1 CD-ROM. Word for Windows, [S.D.]a.

_____. **Edificações e Comunidades Sustentáveis: Atividades em Desenvolvimento no NORIE/UFRGS**. 1 CD-ROM. Word for Windows, [S.D.]b.

SATTLER, M. A. et al. **O Refúgio Biológico Bela Vista: experiência de implantação de um empreendimento sustentável.** 1 CD-ROM. Word for Windows, [S.D.].c.

_____. Estratégias sustentáveis para o Refúgio Biológico Bela Vista, em Foz do Iguaçu. In: III ENECS - ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2003, São Carlos.

SAVASTANO Jr., H. Sistemas de cobertura para construções de baixo custo: uso de fibras vegetais e de outros resíduos agroindustriais. **Coletânea Habitare ANTAC- Utilização de Resíduos na Construção Habitacional.** v. 4. Porto Alegre, 2003.

SCHOENAUER, N. **6000 años de hábitat. De los poblados primitivos a la vivienda urbana em lãs culturas de oriente y ocidente.** Barcelona: GG, 1984.

SCHUMACHER, E. F. Futuros alternativos. In: Capra, Fritjof. **Sabedoria incomum.** SP: Cultrix, 1998.

SEDREZ, M. **Sustentabilidade do ambiente construído: contribuições para avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social.** 2004. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Núcleo Orientado à Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SERRÃO, M. A.; ALMEIDA, A. P. **Educação, ambiente e sociedade. Idéias e práticas em debate.** Programa de Comunicação Ambiental, CST, Instituições de Ensino Superior. Serra: Companhia Siderúrgica de Tubarão, 2004.

SHÖN, D. **La formación de profesionales reflexivos.** Barcelona: Paidós, 1992.

SILVA, A. S. da; SHIMBO, I. A dimensão política na conceituação da sustentabilidade. In: **XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO,** 2006, Florianópolis. Anais XI ENTAC/ I claCS. 2006.

SILVA, S. R.; SHIMBO, I. A identificação de interfaces entre os conceitos de desenvolvimento Sustentável e os assentamentos habitacionais urbanos. In: RIGATTI, Décio (org.) **ANPUR – VIII Encontro Nacional.** Porto Alegre: PROPUR/UFRGS, 1999.

SILVA, E. **Matéria, idéia e forma: uma definição de arquitetura.** Porto Alegre: Ed. Universidade, 1994.

SNYDER, J.; CATANESE, A. **Introdução à arquitetura.** Rio de Janeiro, Campus, 1984.

SORRENTINO, M. Educação Ambiental e Universidade. In: BARBOSA, S. **A temática ambiental e a pluralidade do ciclo de Seminários do NEPAN.** Campinas: UNICAMP, NEPAN, 1998.

SOUZA, M. de (Coord.). **Mejor Hábitat y Ciudad para todos.** Espanha: Mandarim, 2001.

STEELE, J. **Sustainable Architecture. Principles, paradigms and case studies.** New York: McGraw Hill, 1997.

STIERLIN, H. **O Império Romano.** Singapura: Taschen, 2002.

STROETER, J.R. **Arquitetura e teorias.** São Paulo: Nobel, 1986.

STRONG, S. Introduction to Renewable Energy Technologies. In: Kilbert, Charles (org). **Reshaping the built environment: ecology, ethics and economics.** Washington: Island Press, 1999.

- TEDESCHI, E. **Teoria de la arquitectura**. Buenos Aires: Nueva Visión, 1978.
- TITIEV, M. **Introdução à antropologia cultural**. Lisboa: Gulbenkian, 1969.
- TODD, J.; TODD, N. **From eco-cities to living machines: principles of ecological design**. California: North Atlantic Books, 1994.
- TOMICICH, S. **Genius Loci. A poetic approach to urban design**. Disponível em: <<http://www.cip-icu.ca/English/pcanonline/Pc42/PC42315.pdf>>. Acesso em: 30 de abr. de 2002.
- UICN/PNUMA/WWF. **Cuidando do Planeta Terra. Uma estratégia para o futuro da vida**. São Paulo: 1991.
- UNICAMP. Biokreto. Disponível em: <<http://agr.unicamp.br/biokreto/index.html>>. Acesso em: 23 de mai. 2006.
- VALE, B.; VALE, R. **The new autonomous house**. London: Thames & Hudson Ltd., 2000.
- VAN DER RYN, S.; COWAN, S. **Ecological design**. USA: Island Press, 1996.
- VARGAS, M. (org). **História da técnica e da tecnologia no Brasil**. São Paulo: Editora Estadual Paulista, CEETESP, 1994.
- VASCONCELLOS, R. M. Doze mil anos de história. A construção com bambu na Colômbia e Equador. **Revista Permacultura Brasil**, Brasília, ano 5, n. 13, p.17-18,dez. 2003.
- VIERTLER, R. B. A idéia de sustentabilidade cultural: algumas considerações a partir da antropologia. In: BASTOS FILHO, R, (org). **Cultura e Desenvolvimento**. Maceió: PRODEMA/UFAL, 1999.
- WEIMER, Günter. **A arquitetura**. Porto Alegre: UFRGS, 1992.
- _____ (org). **Arquitetura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1987.
- _____. **Arquitetura de imigração alemã. Um estudo sobre a adaptação da arquitetura centro-européia ao meio rural do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Nobel, 1983.
- WHARTON, A; PAYNE, D. Promoting innovation in construction SMEs: na EU case study. **Revista Sustainable building and construction**, v.26, n.2-3, April-September 2003.
- WILSON, A. et al. **Green Development: integrating ecology and real estate**. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- _____. **Establishing priorities with green building**. Disponível em: <<http://greenbuilding.ca/abn/abn12epg.htm>>. Acesso em: 16 de mai. 2006.
- ZANIN, N. et al. 2006
- ZANCHETI, S. M. **Desenvolvimento Sustentável Urbano**. Pernambuco: UFPE/GECI: Gestão do Patrimônio Cultural, 2004.
- ZANDT, E. **La vida y obra de Gaudí**. Asppan: Kliczowski Publisher, 1997
- ZERBST, R. **Antoni Gaudí**. Spain: Taschen, 1985.
- ZORDAN, S. E. **Entulho da Indústria da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em: 23 de mai. 2006.

YEANG, K. **The Green Skyscraper. The Basis for Designing Sustainable intensive Building.** Nova York: McGraw-Hill, 1999.

_____. **Designing with nature. The ecological basis for architectural design.** New York: McGraw-Hill, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2003.