

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

MARÍA ANDREA TRIANA MONTES

**DIRETRIZES PARA INCORPORAR CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO
PLANEJAMENTO E PROJETO DE ARQUITETURA RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR E COMERCIAL EM FLORIANÓPOLIS**

Dissertação de Mestrado

FLORIANÓPOLIS

2005

MARÍA ANDREA TRIANA MONTES

**DIRETRIZES PARA INCORPORAR CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO
PLANEJAMENTO E PROJETO DE ARQUITETURA RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR E COMERCIAL EM FLORIANÓPOLIS**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Federal de Santa Catarina, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre
em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a. Alice T. Cybis Pereira, Phd.

Florianópolis

2005

MARÍA ANDREA TRIANA MONTES

**DIRETRIZES PARA INCORPORAR CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO
PLANEJAMENTO E PROJETO DE ARQUITETURA RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR E COMERCIAL EM FLORIANÓPOLIS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Mestre em Arquitetura e Urbanismo** no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Área de concentração: Planejamento e Projeto de Arquitetura.

Florianópolis, 17 de junho de 2005.

Coordenadora PósARQ: Dra. Sônia Afonso

Banca Examinadora

Orientadora: Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD

Fernando Oscar Ruttkay Pereira, PhD

Roberto Lamberts, PhD

Dra. Sônia Afonso

Dra. Christianne Coelho

Aos meus pais, por todo seu amor, incentivo e apoio em todos os momentos...

Ao meu esposo Olavo, por me motivar sempre a dar um passo adiante e ser meu companheiro no caminho...

Ao meu filho Nicholas, porque faz todo esforço valer a pena...

AGRADECIMENTOS

Ao chegar ao término de mais uma etapa, que tem sido muito significativa, há muitas pessoas a agradecer, mas principalmente à minha orientadora Alice, que com seu incentivo, apoio e dedicação, fez possível a realização deste trabalho, bem como fez do Mestrado um tempo de aprendizagem muito agradável.

Ao PósArq, por me permitir fazer parte dele; em particular, aos meus professores do Mestrado - as professoras Silvia Correa, Vera Bins Ely, Dora Orth, e os professores Fernando Barth e Humberto Roman -, pelas suas aulas que foram de valioso conhecimento; e, em especial, aos professores Fernando Pereira, porque seus ensinamentos foram muito importantes para o desenvolvimento do trabalho; Sônia Afonso, por todo o apoio oferecido dentro do Mestrado e junto à universidade; Roberto Lamberts, por me oferecer a oportunidade de continuar na aprendizagem do tema; e Wilson da Cunha Silveira, por me mostrar uma outra visão de conhecimento.

À Christianne Coelho, pela sua amizade e apoio não só no Mestrado, como também durante todos os momentos.

Aos arquitetos Siegbert Zanettini, John Martin Evans, Armando Deffis Caso, André Schmitt, Nelson Teixeira Netto e Ricardo Monti, que colaboraram muito amavelmente para o estudo.

À Ivonete, por sua sempre prestativa e amável atenção para com os alunos do PósArq.

Ao meu colega de mestrado, arquiteto Evaristo Marcos, em quem encontrei um amigo e com quem compartilhei tantos trabalhos.

Ao IAB/SC, onde sempre é possível trocar idéias sobre arquitetura; em especial, na figura da minha colega e amiga Rosana Cervo.

À Centa, pela sua ajuda no Mestrado e por me fazer sentir que sempre tenho um apoio próximo.

Ao sr. Olavo Arantes, à sra. Gilda Arantes, ao Olavinho e à Luciana, por seu apoio e carinho sempre.

Ao meu colega e amigo Federico Zancolli, pela paciência e compreensão durante este período.

E, embora não tenham participado diretamente neste tempo, ao meu pai Rodrigo e meu irmão Gigio, porque sempre estão presentes; e à Tita, à Paola, ao Rodrigo Jr., ao Camilo e a toda minha família na Colômbia que, mesmo longe, sempre me fazem sentir que tenho uma força incondicional que me dá apoio em casa.

Por último, mas não menos importante, à minha mãe, pelo seu amor, por acreditar sempre em mim e por sua ajuda prática durante o Mestrado; ao Olavo, por todo seu amor, por aguçar meu interesse no tema e por trocarmos juntos tantas idéias; ao Kas e Merlim, companheiros de tantas horas; e um agradecimento muito especial ao meu filho Nicholas, pelo seu amor, paciência e compreensão por tantos finais de semana passados em casa.

RESUMO

TRIANA M., María A. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. Florianópolis, 17 de junho de 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação, UFSC, 2005.

As cidades, a arquitetura em geral, e em especial as edificações, têm sido uma das fontes geradoras do processo de degradação ambiental das últimas décadas. Isso é dado em decorrência do consumo de recursos de materiais e energia gastos, não só pela construção, como também pelo processo de manutenção ao longo da vida útil das edificações. Por outro lado, ao colocar-se a sustentabilidade como conceito base no projeto de arquitetura, é possível fazer com que as edificações sejam vistas com um papel importante dentro da recuperação e restauração do processo ambiental, posicionando assim o arquiteto frente a novos desafios de atuação que o levam a considerar outras diretrizes e condicionantes a serem seguidos nos seus projetos. Assim, por meio deste trabalho, buscou-se propor quais as diretrizes que podem auxiliar os arquitetos a incorporar os conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura. O foco principal foram as edificações residenciais multifamiliares e comerciais em Florianópolis, Ilha de Santa Catarina, local que está sofrendo um processo de rápida urbanização nos últimos anos, especialmente nesses setores, justificando assim a importância da aplicação do conceito nos projetos. Mas, o que é considerado um projeto sustentável para Florianópolis? Para responder a isso, foi realizada, na dissertação, uma extensa pesquisa bibliográfica para o levantamento dos conceitos considerados inerentes ao tema da sustentabilidade, assim como foram analisados, também, através da bibliografia, projetos dentro da área em questão, os quais apresentam características de maior sustentabilidade. Igualmente foram estudados critérios de sustentabilidade atuais em termos globais e locais, como a Agenda 21, e alguns sistemas de avaliação ambiental de edificações. Dentre estes, os que foram aprofundados são o LEED e a ferramenta de avaliação GB Tool. Através dessa análise, foram identificados os parâmetros utilizados, de maneira que ajudassem na proposição de diretrizes de sustentabilidade para os projetos. A proposta metodológica consiste em uma pesquisa qualitativa. Por meio também de entrevistas a arquitetos brasileiros e estrangeiros, atuantes na área de foco e também na ambiental, buscou-se, analisar o trabalho do arquiteto dentro desse processo, verificando em que a incorporação dos conceitos de sustentabilidade implica, bem como as variáveis que entram em jogo no processo como um todo. Finalmente, através das idéias apresentadas ao longo do trabalho, juntamente com o estudo das condicionantes para projetos em Florianópolis, de clima e estratégias bioclimáticas de projeto, entre outras, chegou-se à proposição das diretrizes para a incorporação de conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis. Cumpre-se assim o objetivo buscado na dissertação; propondo-se desta forma a mesma como um trabalho orientativo para os arquitetos.

Palavras-chave:

Arquitetura - Edificações Sustentáveis – Diretrizes - Florianópolis, Brasil

ABSTRACT

TRIANA M., María A. **Guidelines to incorporate sustainability concepts in the planning and project of multifamily residential and commercial architecture for Florianópolis.** Florianópolis, June 17, 2005. Dissertation (M.A in architecture and urbanism) – Programa de Pós-Graduação, UFSC, 2005.

Cities and architecture in general, and specially the buildings have been one of the sources of the ecological degradation process on the last decades

This is because of the materials and energy resources that are used for their activities; not only for the construction process but also for the operational process during the whole life of the building. In the other hand when sustainability is put as a base concept in the architecture project, the buildings are seen as having an important role in the recuperation and restoration of the environmental process, and with this the architect is put against new challenges needing to follows new guidelines and conditionings for his/her project. And so, the objective of this work is to propose which guidelines can help the architect to incorporate the concepts of sustainability in the planning and project of architecture. It's The main focus were the multifamily residential and commercials buildings for Florianópolis, Santa Catarina Island; city that is having a process of an accelerated urbanization in the last years, specially in these sectors, which justify the importance of the application of sustainability concepts in projects. But what is considering a sustainable project for Florianópolis? In order to respond to this question it was done in the dissertation a bibliographical research studying the concepts that are considered inherent to sustainability, and also trough bibliography were studied projects of buildings that had the focused of the research: multifamily residential or commercial buildings that were considered more sustainable. Also there were analyzed actual concepts of sustainability, global and locals, such as Agenda 21, and some environmental evaluation systems for buildings. Out of them, LEED and the environmental evaluation tool: GB Tool, were studied in more detail in order to know which are the parameters used in the environmental evaluation of buildings, that could be used as sustainability guidelines for the projects. The methodological proposal of the dissertation is a qualitative research.

There were made also interviews done to architects both Brazilians and foreigners that have works in the focused area: both multifamily residential or commercial and the environmental concept, that help to focused the architect inside that process, to see what the incorporation of the concepts of sustainability represents to his/her projects, and the variables that are implicit on the concept as a whole. Finally, through the chapter's conclusions, together with the study of Florianópolis clime and bioclimatic strategies for projects, were proposed the guidelines to incorporate the concepts and indicators of sustainability in the planning and project of multifamily residential and commercial architecture for Florianópolis, fulfilling then the principal goal search in the dissertation; and in this way putting this work to help as a guide to architect's work.

Key Words:

Architecture – Sustainable Buildings – Guidelines - Florianópolis, Brazil.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Arquitetura e Meio Ambiente.....	14
1.2 Desenvolvimento Sustentável.....	15
1.3 Delimitação e questão da pesquisa.....	17
1.4 Objetivos da pesquisa.....	18
1.4.1 Objetivo geral.....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
1.5 Etapas e procedimentos da pesquisa.....	18
1.6 Limitações da pesquisa.....	20
1.7 Estrutura de dissertação.....	21
CAPÍTULO 2. SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA	23
2.1 Sustentabilidade: Revisão Contextual e Histórica.....	23
2.2 Sustentabilidade Social.....	25
2.3 Sustentabilidade Ambiental.....	27
2.3.1 Arquitetura verde ou ecológica.....	28
2.3.2 Exemplos de arquitetura sustentável.....	31
A) Projeto de Edifício em Friburgo de Brisgovia. Alemanha. Arquitetos Common & Gies.....	31
B) Projeto Bedzed. Bill Dunster Architects. Inglaterra.....	36
C) Novo Centro de Pesquisa da Petrobrás. CENPES II. Zanettini Arquitetura Autor: Arq. Siegbert Zanettini, Co-autor: Arq. José Wagner Garcia) e equipe da USP-FUPAM-LBAUT.....	45
CAPÍTULO 3. CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE COMO APOIO AO PROJETO DE ARQUITETURA	53
3.1 Agenda 21.....	53
3.2 ISO 14000.....	55
3.3 Análise do ciclo de vida dentro do processo de projeto.....	57
3.4 Principais sistemas de avaliação ambiental de edificações.....	61
3.4.1 LEED.....	62
3.4.2 GBC.....	66
3.5 A situação do Brasil.....	69
3.5.1 Legislação ambiental no Brasil.....	69
3.5.2 Agenda 21 para Florianópolis.....	70
CAPÍTULO 4. COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE	76
4.1 Metodologia.....	76
4.2 Quadro comparativo.....	77
4.3 Síntese do quadro de critérios de sustentabilidade.....	95
CAPÍTULO 5. SUSTENTABILIDADE NA VISÃO DE ALGUNS ARQUITETOS	97
5.1 Descrição da metodologia.....	97
5.2 Análise das entrevistas – Parte 1.....	99
5.2.1 Sustentabilidade com Enfoque no Projeto de Arquitetura.....	100

5.2.2 Processo de Projeto.....	102
5.2.3 Vertentes Tipológicas da Arquitetura.....	106
5.3 Análise das entrevistas/ Metodologia – Parte 2.....	106
5.3.1 Entorno Sustentável.....	108
5.3.2 Recursos Naturais.....	112
5.3.3 Qualidade Ambiental Interna.....	115
5.3.4 Características do Projeto.....	117
5.3.5 Aspectos Socioeconômicos.....	119
CAPÍTULO 6. DIRETRIZES PROPOSTAS PARA INCORPORAR OS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PLANEJAMENTO E PROJETO DE ARQUITETURA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR E COMERCIAL EM FLORIANÓPOLIS.....	121
6.1 Introdução.....	121
6.2 Local de Estudo: Florianópolis – Ilha de Santa Catarina.....	123
6.3 Diretrizes propostas e para incorporar os conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis	125
6.3.1 Adoção de Estratégias de Projeto Bioclimático de acordo com as Zonas Climáticas Brasileiras como Ponto de Partida para os Projetos em Florianópolis.....	126
6.3.2 Categoria A: Escolha de um Entorno Sustentável	129
A.1 Escolha de local para o projeto de acordo com critérios de sustentabilidade.....	130
A.2 Implantação sustentável do projeto (usando de menor taxa de ocupação).....	132
A.3 Incentivar e priorizar o pedestre e o uso de transporte alternativo dentro e fora do projeto.....	132
A.4 Uso de paisagismo exterior para reduzir ilhas de calor interna e externamente no projeto.....	134
A.5 Promoção de qualidade urbana através do projeto.....	135
6.3.3 Categoria B: Uso Racional dos Recursos Naturais	137
B.1 Incentivar o uso racional da água através do projeto.....	137
B.2 Promoção da eficiência energética na edificação (uso racional da energia).....	143
B.3 Uso de fontes renováveis de energia.....	144
B.3.1 Uso da energia solar.....	144
B.4 Evitar emissões atmosféricas vindas de equipamentos instalados no edifício que afetem a camada de ozônio.....	146
B.5 Quando da reutilização das edificações, encorajar o uso planejado de estruturas existentes no local como parte do novo projeto.....	147
B.6 Escolha e uso de materiais para o projeto com base em critérios sustentáveis...147	
B.7 Promoção da reciclagem e recuperação de resíduos dentro da edificação.....	149
6.3.4 Categoria C: Promoção e Manutenção da Qualidade Ambiental Interna da Edificação	152
C.1 Manter o ar interno da edificação livre de poluentes.....	152
C.2 Desenhar a edificação para atingir níveis de conforto térmico aceitável de acordo ao estabelecido pelas zonas climáticas.....	152
C.2.1 Estratégia de uso de massa térmica (ou inércia) e aquecimento solar.....	155
C.2.1.1 Sistemas de aquecimento solar.....	155
C.2.1.2 Sistemas de inércia (massa térmica).....	157
C.2.2 Sombreamento (uso de protetores solares).....	159
C.2.3 Desempenho térmico dos materiais para Florianópolis.....	162

C.3 Promoção de ventilação natural na edificação.....	162
C.3.1 Ventilação natural.....	163
C.3.2 Sistemas de ventilação mecânicos.....	166
C.4 Maximizar a iluminação natural dentro da edificação.....	167
C.5 Proporcionar um bom desempenho na edificação relativo a ruído e à acústica...	169
6.3.5 Categoria D: Características do Projeto	170
D.1 Prever flexibilidade e adaptabilidade do projeto para adaptação a novos usos e sistemas técnicos.....	170
D.2 Processo de desenho multidisciplinar e integrado.....	171
D.3 Promover, através do projeto, maior manutenção das qualidades internas e externas da edificação sem necessidade de usos mecânicos, e fornecer um alto controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos.....	171
6.3.6 Categoria E: Aspectos Socioeconômicos	172
E.1 Considerar aspectos sociais para a tomada de decisão do projeto.....	172
E.2 Considerar aspectos econômicos com critérios sustentáveis para a tomada de decisão do projeto.....	174
CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	175
7.1 Considerações finais.....	175
7.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
ANEXOS	185

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Jean-Marie Tjibaou Cultural Center, Nouméa - New Caledonia (1991-1998). Arquiteto: R. Piano.	28
Figura 2. Soft and hairy house. U. Findlay Partnership. Tsukuba City, Japan. 1994.....	30
Figura 3. Passarelas na fachada N. Projeto de Edifício em Friburgo. Alemanha. Arquitetos Common & Gies.....	32
Figura 4. Esq. Corte transversal e planta tipo. Projeto de Edif. em Friburgo. Alemanha. Arqs. Common & Gies.....	32
Figura 5. Dir. Vista da passarela na fachada N. Projeto de Edifício em Friburgo. Alemanha. Arquitetos Common & Gies	33
Figura 6. Esq. Passarelas na fachada N. Projeto de Edif. em Friburgo. Alemanha. Arqs. Common & Gies.....	33
Figura 7. Dir. Detalhe na junção da cobertura com a fachada N. Projeto de Edif. em Friburgo. Alemanha. Arqs. Common & Gies.....	33
Figura 8. Esq. Esquema do funcionamento energético. Projeto de Edifício em Friburgo. Alemanha. Arquitetos Common & Gies.....	34
Figura 9. Dir. Fachada S. Projeto de Edifício em Friburgo. Alemanha. Arqs. Common&Gies.....	34
Figura 10. Imagem do conjunto. BedZed. Bill Dunsters Architects.	37
Figura 11. Esq. Implantação BedZEd.....	37
Figura 12. Dir. Térreo, 1 e 2 pavimentos. Projeto BedZed.....	37
Figura 13. Corte. Projeto BedZed.....	38
Figura 14. Esquema de funcionamento das unidades. Projeto BedZed	38
Figura 15. Área interna entre blocos. Projeto Bedzed.....	39
Figura 16. Vista lateral blocos. Projeto BedZed.....	40
Figura 17 e 18. Chimeneas, placas fotovoltaicas e esquema de funcionamento das chimeneas. Bedzed.....	40
Figura 19. Esquema de funcionamento mini-estação. Projeto BedZed.....	41
Figura 20. Sistemas elétricos e de água. Projeto BedZed.....	42
Figura 21. Área entre blocos. Projeto BedZed.....	42
Figura 22. Face sul das vivendas. Projeto BedZed.....	43
Figura 23. Jardim sobre os escritórios ao Norte. Projeto BedZed.....	43
Figura 24. Vista da sala de estar. Projeto BedZed.....	44
Figura 25. Implantação com orientação solar. CENPES II.....	45
Figura 26. Vista escritórios suspensos. CENPES II.....	47
Figura 27. Materiais opacos e transparentes .CENPES II.....	48
Figura 28. Esquema de ventilação e insolação escritórios suspensos. . CENPES II.....	48
Figura 29. Esq. Painéis fotovoltaicos. CENPES II.....	49
Figura 30. Dir. Cobertura têxtil CENPES II.....	50
Figura 31. Produtos totais no ciclo de vida de um sistema construído.....	58
Figura 32. Custo Energético de materiais.	60
Figura 33. Sede do Rocky Mountain Institute. Aspen Design Group. Aspen, Colorado, USA. 1984	63
Figura 34. Consultoria do Rocky Mountain Institute na vila Olímpica de Sydney.	63
Figura 35. The Cambria office building in Edensburg, PA. built for the Pennsylvania Department of Environmental Protection. Ganhador do LEED 2.0 Gold Building.	64
Figura 36. Kansas Science and Technology Center, Kansas City. Leed Gold versão 2.0/2003.....	64
Figura 37. Esq: Capitol Area East End Complex block 225. LEED Gold. Versão 2.0.	65
Figura 38. Dir: Donald Bren School of Environmental Science & Management University of California, Santa Barbara. LEED platino Versão1.0.	65
Figuras 39, 40 e 41: Informações apresentadas pelo York University Computer Science Building para participação na certificação da GBC. Busby+Associates Architects with Van Nostrand di Castri Architect. Toronto, Canadá. Projeto premiado pelo GBC.	68
Figura 42. Divisão do Município de Florianópolis proposta pelo Fórum da Agenda 21 Local para efeito do Desenvolvimento Sustentável Regionalizado.	72
Figura 43. Conceito da trilogia Vitruviana com incorporação da sustentabilidade.....	121
Figura 44. Diretrizes de projeto dentro do processo de planejamento e projeto de arquitetura pensado com critérios de sustentabilidade.....	122
Figura 45. Florianópolis, Ilha de Santa Catarina.....	123
Figura 46. Carta Bioclimática com plotagem de dados para um Ano Típico de Referência para Florianópolis com estratégias de projeto a ser consideradas.	128

Figura 47. Zonas bioclimáticas brasileiras.(Projeto de Norma Brasileira para Desempenho Térmico de edificações, parte 3, p .3).....	129
Figura 48. Adaptação aos elementos de topografia e vegetação do terreno. Projeto de residência. Arqs. Ruschel + Teixeira. Florianópolis. SC	131
Figura 49 a e b. Valorização dos caminhos para pedestres. Projeto Costão do Santinho. Florianópolis, SC. Escritório Desenho Alternativo.	133
Figura 50. Exemplo de pavimentação de grade aberta. Projeto Edifício de Pósgradados da Universidade Nacional. Bogotá. Colômbia. Arq. Rogelio Salmona.....	135
Figura 51. Espaço verde público no projeto. Edifício da Companhia de Água em Medellín. Colômbia.....	136
Figura 52 a. Corte Sistema de reuso de água da chuva. Centro Executivo Atlantis. Florianópolis.	140
Figura 52 b. Ciclo e reciclagem da água em edifícios ecológicos.....	141
Figura 53. Sistema de tratamento ecológico.....	142
Figura 54. Painéis fotovoltaicos integrados na passarela. Edifício Habitat e Trabalho. Friburgo, Alemanha. Arqs. Common & Gies.....	145
Figura 55. Fluxo de energias no edifício mais sustentável.	146
Figura 56. Requerimentos energéticos para a fabricação de materiais de construção.	148
Figura 57. Distribuição de materiais para a obra segundo o LEED NC, versão 2.1.....	149
Figura 58. Mapeamento do fluxo de bens de consumo em edifícios ecológicos.	151
Figura 59. Carta solar simplificada para Florianópolis. Ângulo de incidência e horas do sol.....	154
Figura 60. Captação direta do sol nas janelas permite ganho solar em inverno e ventilação em verão	155
Figura 61. Captação semidireta por meio de jardim de inverno, funcionando para inverno e verão.....	156
Figura 62. Projeto Solarhaus Lutzowstrasse, do IBUS. Berlim, Alemanha. Fachada Sul.	157
Figura 63. Parede acumuladora de calor. Funcionamento em inverno e verão	158
Figura 64. Detalhe Laje com teto jardim. Projeto Condomínio Lagoinha. Florianópolis.	159
Figuras 65. Exemplos de brise. Edifício Palas. Florianópolis. MOS Arquitetos.	160
Figura 66. Exemplo de brise. Wessex Water Centre in Bath. Arq. Bennetts Associates	160
Figura 67. Brises móveis formando fachada inteligente que filtra a luz. Projeto Sede social de Avax em Atenas, Grécia. Arq. A. Tombazis. (GAUZIN – MULLER, 2002, p.226).....	160
Figura 68. Corte de pele na fachada oeste. Edifício de Escritórios Consórcio -Vlda. Santiago de Chile. Arq. Enrique Browne e Borja Huidobro.....	161
Figura 69. Fonte: Programa Sol-Ar.	163
Figura 70. Estratégias de organização para ventilação cruzada de edificações com corredores.	164
Figura 71. Esquema de ventilação em edificação comercial nas 3 estações. Shanghai Armoury Tower. Arq. Ken Yeang.	165
Figura 72. Edificação com átrio interno para promoção da ventilação natural. Projeto Gamuda Headquarters. Malásia. Arq. Ken Yeang.	165
Figura 73. Detalhe Laje cobertura com câmara de ar ventilada. Projeto Condomínio Lagoinha (contrapiso de regularização com vermiculite e placas de concreto cor branco)	166
Figura 74. Distribuição de Fluxo de ar, mostrando esquema de ventilação pelo piso. Projeto Biblioteca Pública de Seattle. Arq. Rem Koolhaas.	167
Figura 75. Sistemas de iluminação natural.	169
Figura 76. Instituto do Mundo Árabe. Arquiteto Jean Nouvel.	169
Figura 77. Piso elevado com cabeamento estruturado no edifício Office Park. Florianópolis. Arqs. MOS e Desenho Alternativo.....	171
Figura 78. Proposta de intervenção no hall de acesso do CIC. Florianópolis, de acordo a critérios de Desenho Universal. Arqs. TRIANA MONTES, M. e MARCOS, E.	173

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fases de Pré-projeto, Projeto, Construção e Operação de acordo ao GB Tool.	77
Tabela 2. Usos possíveis da água de acordo ao seu grau de qualidade.....	138
Tabela 3. Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solares admissíveis para vedações externas para a Zona Bioclimática 3.	162
Tabela 4. Diretrizes propostas para incorporação de conceitos de sustentabilidade nos projetos residenciais multifamiliares e comerciais em Florianópolis.	176-177

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Quadro Comparativo. LEED – GB Tool – Agenda 21.....78-94

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
 APL: Área de Preservação Limitada
 APP: Área de Preservação Permanente
 ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
 BedZED: Beddington Zero Energy Development
 BEN: Balanço Energético Nacional
 BEPAC: *Building Environmental Performance Assessment Criteria*.
 BREEAM: *BRE Environmental Assessment Method*. Sistema ingles
 CASAN: Companhia de Águas de Santa Catarina
 CASBEE: *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*. Sistema japonês
 CFC: Clorofluorcarbono
 CIAM: Congresso Internacional da Arquitetura Moderna
 CNUMAD: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
 CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
 CPDS: Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável
 ETS: *Environmental Tobacco Smoke*
 FCS: Fator de calor solar
 FUPAM: Fundação para a Pesquisa Ambiental - São Paulo.
 GBC: *Green Building Challenge*, gerenciado pelo IISBE.
 GB Tool: *Green Building Tool* - Ferramenta para avaliação de edificações verdes do *Green Building Challenge*
 GHC: *Green House Gas Emissions* - Dióxido de carbono, óxido nitroso e metano
 HCFC: Hidroclorofluorcarbono
 HVAC: *Heat, Ventilation and Air Conditioning* – Sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado
 IAQ: *Indoor Air Quality* - Qualidade Ambiental Interna
 IPUF: Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
 IISBE: *International Initiative for a sustainable Built Environment*
 ISO: International Organization for Standardization
 LABAUT: Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da FAU/USP – São Paulo.
 LABEEE: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC
 LCA: *Life Cycle Analysis*, ou Análise do Ciclo de Vida.
 LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
 LEED-NC: *LEED for New Constructions* – LEED para Construções Novas.
 MERV: *Minimum Efficiency Reporting Value*
 MMA: Ministério do Meio Ambiente brasileiro
 ONU: Organização das Nações Unidas
 PBQP-H: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade - Habitat
 PMF: Prefeitura Municipal de Florianópolis
 PROCEL: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Brasil
 SETAC: *Society for Environmental Toxicology and Chemistry*
 SINDUSCON: Sindicato da Indústria da Construção
 SMACNA: *Sheet Metal e Air Conditioning Contractor Association*
 U: Transmitância térmica
 UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil
 USGBC: U.S. Green Building Council
 USP: Universidade de São Paulo
 VOC: Compostos Orgânicos Voláteis
 φ: Atraso Térmico

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1 ARQUITETURA E MEIO AMBIENTE

A arquitetura tem estado sempre comprometida com sua época, refletindo o contexto histórico, cultural, ambiental, social, político e de avanços tecnológicos de cada povo em um determinado tempo. As cidades têm surgido ao longo dos anos como resultado de interações do ser humano com o meio, o que é uma forma de expressão de diferentes posturas e pensamentos daquele sobre seu habitat.

Em outras palavras, os movimentos arquitetônicos surgem como resposta aos interesses, necessidades, avanços construtivos, tecnológicos e materiais disponíveis em cada época, assim, cada movimento apresenta condicionantes de projeto que têm criado, coletivamente, um novo pensamento, uma nova linguagem e um novo modo de interpretar a arquitetura, o que é aplicado em maior ou menor grau no tempo em que surgem. Esses condicionantes têm mudado para os projetistas, ao longo dos anos, de acordo com as características do contexto em que estão inseridos. Por exemplo, na Antigüidade Clássica, a idéia de arquitetura estava ligada a um valor escultórico grande, junto a um ideário forte de fórmulas, como o cânon de proporções, as ordens clássicas e as correções óticas. Nos movimentos arquitetônicos subseqüentes, os critérios de projeto variavam entre a mostra da importância de Deus sobre o homem, como no caso da Idade Média, até a mostra da superioridade do homem e da burguesia e a volta aos ideais clássicos, como aconteceu no Renascimento e em movimentos seguintes.

O Movimento Moderno surgiu como consequência da Revolução Industrial, tempo em que a casa era apresentada como “máquina de morar”. Baseado nos princípios do CIAM¹, surgiram novos conceitos que ajudaram a alavancar tecnologias e materiais. A linguagem adotada é o “estilo internacional”, que resultou em expressões diversas nos diferentes países e que ainda hoje está presente em grande parte da produção arquitetônica mundial. Já o pós-modernismo e os movimentos posteriores procuraram romper os cânones formais do modernismo, criando sua própria linguagem.

¹ Congresso Internacional da Arquitetura Moderna, onde as bases da arquitetura do Movimento Moderno foram lançadas.

Nas últimas décadas, as mudanças ambientais ocorridas no mundo indicaram aos projetistas a necessidade de se considerar novos critérios e condicionantes de desenho que independessem de estilo e movimento arquitetônico e que levassem em consideração a relação arquitetura x natureza como um dos critérios básicos de projeto. Este é o caso do conceito de Sustentabilidade, definido no relatório Bruntland (*Our Common Future*, 1987) e publicado no Brasil, em 1991, como um processo de modificações, no qual está previsto que a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais deverão ser feitas consistentemente para atender as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (COELHO, 2001).

O conceito anterior mostra que uma ação no ambiente gera uma reação muito maior e que afeta mais que uma pequena porção local onde tal reação está inserida contextualmente. A industrialização, o desenvolvimento das comunicações, a globalização, as mudanças de valores, e, em geral, todo o estilo de vida e de progresso que se tem alcançado nos últimos anos, têm acelerado as transformações ambientais ocorridas na Terra.

1.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade é uma preocupação constante na maioria dos países. Inúmeras reuniões foram realizadas na tentativa de chegar a soluções válidas para todos, mas tem-se percebido o quão difícil é definir acordos, uma vez que estão em jogo muitos interesses políticos, econômicos e sociais de cada território, o que também se aplica a outras áreas, inclusive a arquitetura.

Diferente do pensamento das gerações anteriores, os recursos naturais são finitos e a maioria deles não renováveis, logo, se usados de forma não sustentável, não estarão disponíveis para as futuras gerações, além de isso poder causar danos irreparáveis à natureza, mesmo em se tratando de recursos utilizados para satisfazer as necessidades básicas da população, como alimentos, transporte e habitação.

A população urbana está em processo de largo crescimento, o que denota mais consumo e contaminação ambiental, por isso as cidades e os seus protagonistas serão o foco das atenções para as estratégias de desenvolvimento sustentável. Chega-se, dessa maneira, a um ponto crucial na

história, diferente de tudo o que se tinha vivido antes na relação ser humano x ambiente, mesmo assim, “os acontecimentos destes anos não têm produzido mudanças massivas no estilo de vida e ao menos na arquitetura não se observa nenhuma revolução no projeto” (SLESSOR; LINDSEN, 2001, p.12).

Os projetos arquitetônicos são desenvolvidos, em grande parte, conforme as inovações tecnológicas e, embora as pessoas estejam conscientes da importância de se pensar em um contexto sustentável, isso ainda não é uma prioridade para todos os projetistas na hora de planejar a arquitetura e, conseqüentemente, a cidade. A conservação do ambiente ainda não é considerada como algo vital para a sobrevivência humana - como de fato o é - tanto pela falta de consciência do papel do arquiteto dentro do processo, como pela falta de bases teóricas e práticas para uma arquitetura sustentável. Segundo Wines (2000. p.9),

A construção de edificações consome 1/6 do fornecimento mundial de água pura, 1/4 de sua colheita de madeira, e 2/5 de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados. Como resultado disto, a arquitetura é um dos principais focos da reforma ecológica².

Felizmente, alguns arquitetos já trabalham com a visão de projeto sustentável, uma evolução do pensamento dos edifícios verdes para o da sustentabilidade em arquitetura. Para Yeang (2001), o projeto ecológico se traduz em construir com um impacto ambiental mínimo e, se for possível, construir para o alcance do efeito contrário, ou seja, criar edifícios com conseqüências positivas, reparadoras e produtivas para o ambiente natural, pensando a edificação desde seu ciclo de vida completo: produção, construção, funcionamento, evacuação e recuperação.

Isso muda o conceito de que a arquitetura está pronta quando está construída, pois tem se de considerar não só sua função, mas também sua pós-função, o que coloca o arquiteto e as pessoas envolvidas no processo de construção diante de um novo papel com maiores responsabilidades. Ao mesmo tempo, surge a oportunidade de pensar a arquitetura de modo diferente, com critérios e diretrizes baseados na ecologia, incorporando avanços tecnológicos e criando novos paradigmas que respondam às necessidades atuais e que também possam influir positivamente no ambiente. Ao incorporar-se o conceito de sustentabilidade ao projeto de arquitetura desde a sua concepção, pode-se criar novas linguagens e soluções de utilização espacial, o que pode produzir reflexos positivos no desenvolvimento da cidade e no bem estar do ser humano.

² Tradução nossa.

No Brasil, a *Ilha de Santa Catarina* se apresenta como um local privilegiado, por sua natureza, clima, localização e topografia. É um local que, principalmente na última década, tem sido descoberto como destino turístico e de moradia de diversas pessoas, provenientes principalmente das grandes capitais do país e que encontraram na Ilha a tranquilidade de uma cidade menor junto com as facilidades de uma capital. Isso provocou um grande crescimento demográfico nos últimos anos, cuja consequência direta foi um aumento na construção civil, no consumo de energia elétrica e de outros recursos naturais. Na construção civil, em especial, este aumento deu-se principalmente na demanda por moradias e locais de trabalho, edificações estas que, na sua grande maioria, não têm sido pensadas levando-se em conta critérios de sustentabilidade. Por essas razões, esta pesquisa tem como foco Florianópolis - Ilha de Santa Catarina e se concentra na arquitetura das edificações residenciais multifamiliares e comerciais.

1.3 DELIMITAÇÃO E QUESTÃO DA PESQUISA

A arquitetura, conforme mencionado anteriormente, surge como resposta aos condicionantes de sua época. Hoje, esse processo não é diferente. A grande questão da atualidade é como construir um habitat humano, de maneira contextualizada com o ambiente, lidando com novos paradigmas, como sustentabilidade, tecnologia e conservação da energia, sem esquecer o componente artístico que envolve a arquitetura. Dessa forma, o arquiteto é colocado frente a novos desafios, tornando-se importante para ele conhecer quais são estes critérios ou diretrizes que o seu projeto deve considerar, a fim de buscar uma arquitetura mais sustentável, coerente com seu contexto e época.

Em um país como o Brasil, pela sua magnitude e pelo nível de desenvolvimento e de recursos que aqui se encontram, parece imprescindível uma mudança de valores dentro da arquitetura que enfoque esse pensamento acerca da sustentabilidade. Segundo dados do BEN (Balanço Energético Nacional) de 2004, que toma 2003 como ano base, o consumo de energia elétrica no Brasil, por setor, deu-se em 46,9% para o setor industrial e em 45,2% para as edificações, sendo destas 22,3% para o setor residencial, 14,2% para o setor comercial e 8,7% para o setor público, o que mostra que um dos maiores esforços na procura de uma arquitetura mais sustentável nas edificações deve estar concentrado na área da arquitetura residencial e comercial.

Os conceitos anteriores fundamentam a questão principal da pesquisa: O que o arquiteto precisa levar em consideração para incorporar os conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de edificações residenciais multifamiliares e comerciais em Florianópolis?

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo Geral

Propor diretrizes que auxiliem aos arquitetos a incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis.

1.4.2 Objetivos Específicos

a) Revisar os conceitos sobre sustentabilidade e as características de um projeto arquitetônico sustentável;

b) Identificar os documentos que contêm critérios de sustentabilidade aceitos atualmente e os sistemas/ferramentas de avaliação ambiental para edificações sustentáveis mais utilizados como referência na América Latina;

c) Comparar e analisar, dentre os critérios de sustentabilidade e os parâmetros usados nos sistemas de certificação ambiental para edificações, quais podem auxiliar o arquiteto à etapa de projeto, propondo diretrizes; e

d) Analisar alguns posicionamentos de arquitetos que trabalham com conceitos de sustentabilidade nos seus projetos, identificando a sua atuação dentro do contexto.

1.5 ETAPAS E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Tomando como base Marconi e Lakatos (2003), pode dizer-se de forma geral que o *método de abordagem* usado na pesquisa foi o método de abordagem indutivo [grifo nosso] para, por meio de pequenas amostras analisadas em profundidade, chegar a conclusões mais gerais. Para tanto, foi necessário fazer-se:

- a) observação dos fenômenos;
- b) descoberta da relação entre eles; e
- c) generalização da relação.

O *método de procedimento* utilizado, por sua vez, foi o método monográfico e comparativo. Já as *técnicas de pesquisa* foram a documentação indireta - utilizando fonte secundária, por meio de pesquisa bibliográfica e imagens - e a documentação direta - utilizando fonte primária, por meio de pesquisa documental. Também foi usada a observação direta intensiva, por meio de entrevistas padronizadas.

Foi trabalhado o primeiro objetivo específico por meio de levantamento bibliográfico e de entrevistas feitas a arquitetos que tem trabalhos na área, definindo conceitos de sustentabilidade, com enfoque nos aspectos ambientais e sociais aplicados à arquitetura. Também foram analisados, por meio de pesquisa bibliográfica e pesquisa documental, projetos arquitetônicos de edificações que são considerados sustentáveis, conferindo a utilização de critérios de sustentabilidade em cada um de acordo com seu contexto.

Para o segundo objetivo, foram pesquisados alguns documentos contendo critérios de sustentabilidade empregados atualmente em nível global e local, como a Agenda 21, a ISO 14000, leis ambientais no Brasil, bem como foi mostrado um panorama do estado atual dos sistemas e ferramentas de certificação e avaliação ambiental, com enfoque nos mais utilizados como referência na América Latina: o LEED³ e o GB Tool⁴.

Já para o terceiro objetivo foi realizada uma análise por meio de um quadro comparativo com os critérios e características dos sistemas e ferramentas de avaliação levantados no objetivo anterior, o que, junto com as entrevistas realizadas aos profissionais da arquitetura, foi utilizado como apoio à identificação de pontos em comum que influem diretamente na decisão do arquiteto no projeto para a incorporação de conceitos de sustentabilidade.

Por fim, para o alcance do quarto objetivo específico foram feitas entrevistas a arquitetos que vêem a sustentabilidade como fator fundamental em seus projetos. Nessas entrevistas, foram analisados os entendimentos dos profissionais sobre os conceitos de sustentabilidade e a influência dessas noções nos projetos, na forma de projetar e no posicionamento como arquiteto dentro do processo. Este objetivo foi alcançado através dos posicionamentos dos arquitetos sobre sustentabilidade numa forma mais global, e também numa forma mais contextual para Florianópolis.

³ *Leadership in Energy and Environmental Design*, sistema de certificação de edificações verdes da USGBC (U.S. Green Building Council).

⁴ Ferramenta para avaliação de edificações verdes do *Green Building Challenge* (Canadá).

Assim, com a análise dos documentos contendo critérios de sustentabilidade e os sistemas de avaliação ambiental alcançados no objetivo específico três, e com a adaptação destes aos principais condicionantes locais para Florianópolis - clima, cultura, materiais locais, situação geográfica, regulamentos e diretrizes da agenda 21 local, entre outros - e por meio das conclusões obtidas nos objetivos anteriores chegou-se ao objetivo geral, que é propor diretrizes que auxiliem os arquitetos a incorporarem os conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis.

1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O estudo da sustentabilidade envolve vários aspectos e, dentro da área da arquitetura, adquirem um caráter de maior relevância o ambiental, social e econômico. Mas, para Gomes da Silva (2003, p.5), “construção sustentável não implica em priorizar uma dimensão em detrimento das demais, nem demanda uma solução perfeita, e sim a busca do equilíbrio entre a viabilidade econômica que mantêm as atividades e negócios; as limitações do ambiente; e as necessidades da sociedade”. Assim, para que uma edificação seja considerada sustentável, é preciso considerar as três dimensões: ecológica, social e econômica.

Contudo, considerando-se essa definição de sustentabilidade para edificações, nesta pesquisa, foram somente vistas, em maior profundidade, as variáveis sociais e especialmente as ambientais, já que incorporar a variável econômica demandaria estudos mais relevantes na área. De forma semelhante, é importante esclarecer que o foco da pesquisa é dado para as edificações residenciais multifamiliares e comerciais, e, embora se reconheça que em alguns parâmetros estas tipologias tenham desempenhos diferentes e precisariam algumas diretrizes mais específicas a cada uma, buscou-se chegar às diretrizes comuns a ambas tipologias, sendo os exemplos apresentados como parte da revisão bibliográfica nessas duas áreas.

Desta forma, muitas das diretrizes apresentadas no capítulo 6 podem ser estendidas a outras tipologias arquitetônicas para a cidade de Florianópolis.

Igualmente, devem ser definidos alguns termos que serão usados ao longo da dissertação:

a) **DIRETRIZES:** Conjunto de instruções ou indicações para se tratar e levar a termo um plano, uma ação, um negócio, etc; norma de procedimento; diretiva (FERREIRA, 1999, p. 688).

b) **CONCEITOS:** Representação de um objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais. Ação de formular uma idéia por meio de palavras, definição, caracterização. Pensamento, idéia, opinião, apreciação, julgamento, avaliação⁵.

c) **SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES:** Classificam o desempenho das edificações com relação a uma maior ou menor incorporação de critérios de sustentabilidade, medidos através de um sistema de pontuação, cujos pesos e critérios considerados são específicos para cada um. Muitos países desenvolveram seu próprio sistema de avaliação ambiental para edificações. Nesta pesquisa, foram analisados em maior profundidade o LEED e o GB Tool, que não é propriamente um sistema de avaliação, e sim uma ferramenta de avaliação ambiental para edificações.

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Neste primeiro capítulo, foi abordado o tema da pesquisa assim como a sua justificativa e relevância, a delimitação do estudo, a questão principal de estudo e os objetivos geral e específicos. Mostraram-se também os métodos e procedimentos que foram empregados para o alcance dos objetivos definidos inicialmente na pesquisa e as limitações da mesma.

No segundo capítulo, apresenta-se o embasamento teórico da dissertação, feito por meio de revisão bibliográfica para o tratamento em maior profundidade do tema da sustentabilidade. Trata-se da sua definição geral, revisão histórica e dos conceitos de sustentabilidade social, dando-se o enfoque maior à sustentabilidade ambiental, dentro do panorama da arquitetura. São abordados conceitos, como arquitetura verde ou ecológica, e, por meio de pesquisa bibliográfica e de pesquisa documental são analisadas edificações que tiveram desde o projeto uma preocupação constante na incorporação de critérios de sustentabilidade, para verificar quais foram usados e como foram incorporados pelos arquitetos nos seus projetos.

No terceiro capítulo, analisam-se documentos contendo critérios de sustentabilidade em nível global e local, dentre os quais, a Agenda 21 e a ISO 14000. Também são vistos o conceito de análise

⁵ Id. ibid, p. 518.

de ciclo de vida como apoio ao projeto de arquitetura e os principais sistemas e ferramentas de avaliação ambiental de edificações. É feita ainda uma revisão da situação do Brasil em nível de leis ambientais pertinentes ao projeto de arquitetura. Já que o foco da pesquisa é a identificação de diretrizes na busca pela sustentabilidade para o projeto de arquitetura e não a avaliação dos projetos em si, dentre os sistemas de certificação ambiental são estudados em mais profundidade o LEED, por ser essa certificação a que atualmente está sendo usada na América em geral; das ferramentas de avaliação ambiental, é focado o GB Tool, o qual também tem abrangência na América e tem representação dentro do Brasil. Importa ressaltar que essas análises não significam a tomada de um posicionamento favorável ao uso de um ou de outro método externo para avaliação de projetos no Brasil.

No quarto capítulo, são apresentados, através de quadro comparativo, os diferentes critérios de sustentabilidade contidos nos documentos e nos sistemas de avaliação de sustentabilidade estudados, com sua posterior síntese.

No quinto capítulo, mostra-se a análise dos resultados encontrados nas entrevistas feitas aos arquitetos que se identificam com o tema da sustentabilidade. Essa etapa de estudo é mostrada em duas partes: em uma, são enfocados, de forma mais geral, os conceitos de sustentabilidade; na outra, estes conceitos são analisados de forma contextualizada para Florianópolis.

O sexto capítulo é o fechamento da pesquisa. Nele, são apresentadas as diretrizes identificadas ao longo do trabalho, para auxiliar os arquitetos a incorporarem os conceitos da sustentabilidade nos projetos de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis. Os conceitos de sustentabilidade colocados nos capítulos anteriores são mostrados contextualmente para Florianópolis, considerando-se como ponto de partida as estratégias bioclimáticas para a arquitetura da cidade. E, por último, são apresentadas as considerações finais e sugestões para futuros trabalhos.

CAPÍTULO 2. SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA

Para a contextualização desta pesquisa é importante definir o termo sustentabilidade, relacionando-o ao contexto geral e específico que aqui será tratado. Segundo Ferreira⁶, este vocábulo significa “a qualidade de sustentável [do latino sustentabile], que, por sua vez, denota aquilo que se pode sustentar e aquilo capaz de se manter mais ou menos constante, ou estável, por longo período.” Assim, de acordo com essa definição, o conceito de sustentabilidade pode ser aplicado a muitas coisas desde a cultura, educação, administração, organizações, valores sociais, meio ambiente, consumo, gestão, saúde, segurança, educação, informação, cidades, arquitetura, etc.

2.1 SUSTENTABILIDADE: REVISÃO CONTEXTUAL E HISTÓRICA

Buscando uma revisão contextual do termo sustentabilidade em meio ao surgimento das cidades, tem-se que “a dinâmica da ascensão e queda das civilizações depende, dentre outras condições, de sua capacidade de relacionar-se de forma sustentável com o meio ambiente” (RIBEIRO, 2000, p.25). Para algumas civilizações, estes períodos foram mais longos ou mais curtos, sendo que algumas se mantiveram constantes embora sofressem inúmeras invasões externas.

Nas civilizações mais antigas, principalmente as orientais e americanas nativas, a relação com o ambiente foi de maior integração e respeito com seus recursos naturais. Porém, à medida em que o progresso atinge maiores níveis de desenvolvimento, tal relação vai ficando cada vez mais tênue, o que atribui importância cada vez maior ao conceito de desenvolvimento sustentável ambiental⁷, que visa o retorno ao equilíbrio. Ainda segundo Ribeiro⁸:

A característica central do desenvolvimento sustentável é sua capacidade de perdurar ao longo do tempo, mantendo padrões de vida adequados. Para que uma forma de vida seja sustentável, é preciso que a taxa de utilização de recursos seja no mínimo igual à de reposição ou de geração de substitutos para esses recursos. Da mesma forma, a taxa de emissão de efluentes tem de ser no máximo igual à taxa de regeneração do meio ambiente. Se essas condições não forem alcançadas, haverá crescente deterioração ambiental e diminuição da base de recursos.

⁶ Idem, ibidem, p.1911.

⁷ Idem, ibidem.

⁸ Idem, ibidem, p.26.

Para Edwards (2001, p.9), as raízes do movimento ambiental surgiram no século XIX com John Ruskin, William Morris e Richard Lethaby, quando todos eles questionaram de diferentes maneiras o modo como a industrialização satisfaria as necessidades físicas e espirituais da humanidade. Todos fizeram um chamado ao reconhecimento da beleza da ordem da natureza, da auto-suficiência, bem como um chamado a reviver as aptidões locais artesanais, fechando-se assim o século XIX com o surgimento de um movimento de desenho sustentável.

Patrick Geddes na Escócia, Buckminster Fuller e Frank Lloyd Wright nos EUA, Hassan Fathy no Egito e, mais recentemente, Richard Rogers e Norman Foster no Reino Unido têm desenvolvido as idéias destes pioneiros, mas suas respostas tem sido diferentes. A natureza tem sido deslocada pelo baixo consumo energético devido ao problema imediato do aquecimento global⁹.

Gauzin-Muller (2002), ao fazer uma análise retrospectiva sobre o porquê da admissão do termo *desenvolvimento sustentável*, coloca o começo na contestação pela primeira vez do modelo econômico adotado pelos países industrializados no Clube de Roma em 1968, quando se pediu que a preocupação ambiental fosse introduzida em conjunto ao crescimento econômico, publicando-se, em 1972, o documento “Alto ao crescimento”. No mesmo ano, deu-se a primeira reunião da ONU sobre o meio ambiente e o homem, em Estocolmo. Para a reunião nº. 42 da ONU, de 1987, a primeira ministra da Noruega, Brundtland, preparou um informe intitulado “*Our common future*”, no qual apareceu pela primeira vez o termo “*sustainable development*” ou **desenvolvimento sustentável** e onde se enfatiza que uma das maiores causas do problema ambiental global é a pobreza da maioria dos países mundiais. Logo após, em 1992, houve a reunião do Rio – ECO 92, na qual os países comprometeram-se em promover um desenvolvimento que respondesse às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas. Este conceito foi baseado em três princípios:

- a) análise da totalidade do ciclo de vida dos materiais;
- b) desenvolvimento do uso de matérias primas e energias renováveis; e
- c) redução das quantidades de materiais e energia utilizados na extração de recursos naturais, sua exploração e a destruição ou reciclagem dos resíduos.

Esses três preceitos embasaram vários protocolos, assinados durante a reunião do Rio – ECO 92, entre eles Agenda 21, a qual foi assinada em fevereiro de 2005. Após a Eco 92, foi realizada uma reunião em Kyoto, em 1996, de onde resultou um Protocolo no qual os chefes de Estado presentes assumem o compromisso de não superar, nos anos 2008 a 2012, a emissão média de gases causadores do efeito estufa de 1990. Para tanto, os países se responsabilizaram em relação a:

⁹ Idem, ibidem. Tradução nossa.

- a) redução do consumo de energia;
- b) substituição de energia fóssil por energias renováveis; e
- c) aumento da vegetação para fixação do carbono¹⁰.

Em Haya, no ano 2000, aconteceu a segunda conferência com a participação de 180 países, os quais se reuniram para concretizar a aplicação do Protocolo de Kyoto. Entretanto, não foi possível um acordo final pela divergência de opiniões entre USA e Europa, já que aquele se negou a assinar o tratado por dar maior relevo e importância aos seus próprios interesses econômicos em detrimento dos interesses globais. Por isso, foi celebrado um novo encontro em Johannesburgo, em 2002, chamado Rio +10; contudo, neste também não houve avanço nas negociações, novamente por disparidade de opiniões¹¹.

Com este panorama mundial, está cada vez mais clara a necessidade de que algo seja feito para reverter a situação do presente, pois os ideais do desenvolvimento sustentável estão ficando longínquos. No papel que têm as cidades como um dos agentes causadores desse processo, influem de forma importante a arquitetura e os arquitetos, já que este profissional atua decisivamente no processo do desenvolvimento das cidades e, por consequência, na conservação dos ecossistemas.

2.2 SUSTENTABILIDADE SOCIAL

Para uma arquitetura ser considerada sustentável, tradições culturais, habilidades artesanais e tecnologias locais precisam ser consideradas, valorizando-se assim não só o componente ambiental, como também todas as outras variáveis, social e econômica, que compõem o processo das edificações.

Dentro da dimensão social, é necessário se pensar que a sustentabilidade implica não um estilo universal único, mas uma ordem arquitetônica complexa ao redor do mundo, na qual têm de ser levadas em conta as diferenças culturais e sociais de cada meio, tratando-se de problemas globais e locais (EDWARDS, 2001).

A sustentabilidade tem sido um desafio constante para a humanidade, uma vez que a sobrevivência de uma está atrelada à da outra. Ao longo da história da cidade, o controle das doenças

¹⁰ Idem, ibidem, p.14.

¹¹ No site <<http://www.unama.br/institucional/proreitorias/pppe/supes/meioambiente/introdução.html>> encontram-se relacionadas as principais legislações sobre meio ambiente, tanto internacionais quanto nacionais.

e as necessidades por manter locais saudáveis para a população têm sido um impulso maior para a sustentabilidade do que o uso da energia ou dos recursos naturais; agora, porém, as prioridades desses critérios sofreram algumas modificações, na medida em que as condições de salubridade já foram parcialmente alcançadas. Para Edwards¹²,

uma prática verde mais apropriada se dá quando tanto os fatores globais como os locais estão em equilíbrio [...]. A nova ordem da sustentabilidade não é universal, mas, como no classicismo, é modificada por circunstâncias regionais. É uma ordem de processo e assim ajustada necessariamente às circunstâncias locais [...] sua relevância cultural, baseia-se na celebração da diferença.

Anteriormente, podia-se ver mais exemplos de tais critérios, como no caso dos mosteiros da Europa, que eram criados a partir de materiais locais e onde se cultivava a própria comida, se captava e se reciclava água e se tinha energia renovável com o uso de moinhos. Esses eram locais bastante sustentáveis, e, hoje, casos como tal podem ser vistos ainda em comunidades rurais da África, Ásia e América Latina. Embora sejam bastante duvidosos os outros componentes do desenvolvimento sustentável nesses assentamentos, de uma forma geral a arquitetura vernacular é considerada um exemplo de arquitetura mais sustentável com o componente social incorporado em maior grau.

Alguns arquitetos, como Frank Lloyd Wright, mostraram, ao longo do seu trabalho, a idéia de que a sustentabilidade social e o desenho ecológico estavam intimamente relacionados, quando se voltaram mais para o emprego de materiais e habilidades locais. O pensamento verde continuou com o movimento High Tech nos anos 90, já que muitos dos seus seguidores conseguiram incorporá-lo aos seus projetos. Já no final do século XX, surgiu o conceito do “*ecotech*”, que abarca a precisão da engenharia, computação e ecologia, fazendo edifícios que são em parte móveis e se adaptam às diferentes condições ambientais.

Pensando-se essa adaptação, observa-se que o componente lugar está apresentando cada vez mais relevância, considerando-se assim, do ponto de vista social, a arquitetura sustentável como uma chance de desenvolver um desenho relacionado especificamente com o lugar, tendo em vista variáveis como cultura e clima.

Já que cada lugar é diferente, as soluções das edificações precisam se diferenciar mais do que no passado. Isto significa selecionar tecnologias mais apropriadas, usando o melhor, não o mais em conta método de construção, taxaço do uso do ciclo de

¹² Idem, *ibidem*, p.7. Tradução nossa.

vida, procura de materiais e energia locais e uso de habilidades construtivas e conhecimento local¹³.

Normalmente, o que se tem visto tanto na ciência, na tecnologia quanto na arquitetura é uma dominação do homem sobre a natureza, não uma integração. O ideal seria buscar um equilíbrio maior entre eles, já que a queima de combustíveis fósseis e a instabilidade climática estão dependendo, também, diretamente das decisões de projeto feitas pelos arquitetos. Isso porque, enquanto

a natureza usa o mínimo de recursos para criar a máxima riqueza e beleza, usando reciclagem total no processo, o homem ocidental, de outro lado, usa o máximo dos recursos para construir cidades com um mínimo de riqueza e beleza, usando menos de 10% de reciclagem no processo¹⁴.

Sendo assim, segundo Kronka (2005, p.1)

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. Cabem aos profissionais contribuições não só nos aspectos ambientais, mas principalmente nos sociais. Esta "nova arquitetura" só será viável com base de novos paradigmas.

Ultimamente, todos os esforços estão centrados em arquiteturas com baixo consumo energético, “mas desenhos de baixa energia produzem boa arquitetura?” (EDWARDS, 2001:22). Não se pode esquecer que a “arquitetura tem o papel de manter e gerar o bem-estar da sociedade, promovendo meios de garantir a satisfação dos aspectos sociais, culturais e econômicos” (KRONKA, 2005, p.1) e, para isso, a arquitetura sustentável, além do componente ambiental, precisa ser vista pelo componente social, econômico pelo componente estético inerentes à si, para assim serem criados projetos que, além de bons para o meio ambiente, o sejam também para os seus habitantes.

2.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A sustentabilidade ambiental baseia-se nos conceitos anteriormente descritos no relatório Bruntland, os quais aqui serão enfocados de maneira objetiva à sua aplicação na arquitetura. Como mencionado anteriormente, a arquitetura sustentável deve procurar um equilíbrio entre as

¹³ Idem, ibidem, p.16. Tradução nossa.

¹⁴ Idem, ibidem. Tradução nossa.

necessidades ambientais, sociais e culturais do contexto em que está inserida, para que possa responder às condicionantes ambientais do lugar onde surge. Assim, a “sustentabilidade social, ecológica e cultural serão as medidas para os edifícios de amanhã” (EDWARDS, 2001, p.22), a exemplo do projeto de Nova Caledonia, do arquiteto Renzo Piano, que incorporou uma tipologia que representa-se os materiais e a mão de obra local, como ponto de partida para o projeto, como será mostrado na Figura 1.

2.3.1 Arquitetura Verde ou Ecológica

Embora o paradigma ecológico não seja um paradigma tão novo e embora se tenha um consenso geral da importância do desenvolvimento sustentável em todas as áreas, inclusive na arquitetura, isso ainda não é visto como uma premissa básica para o desenho do projeto, nem como uma força motora principal da arquitetura, especialmente em países em via de desenvolvimento, como é o caso do Brasil, onde se continua pensando e projetando, na maioria dos casos, com mais ênfase a paradigmas anteriores.



Figura 1. Jean-Marie Tjibaou Cultural Center, Nouméa - New Caledonia. (1991-1998). Arquiteto: Renzo Piano¹⁵.

Segundo Wines (2000), aproximadamente a metade da energia consumida na Europa é usada para a construção e manutenção de edifícios e outros 25% são gastos em transporte, sendo esta energia gerada em grande parte por fontes de combustíveis fósseis não renováveis que estão

¹⁵ Fonte: <<http://www.rpwf.org>>.

diminuindo; também os resíduos da conversão destes recursos em energia geram um impacto ambiental negativo alto. Mesmo com este panorama, não tem havido uma mudança no estilo de vida das pessoas e, nos desenhos dos edifícios, lentamente têm surgido avanços não tanto na forma física, mas nas alternativas tecnológicas, seja no desenvolvimento de novos materiais e produtos, ou no uso de materiais tradicionais em diferentes formas. Por isso, o objetivo atual conjunto deveria ser a determinação de estratégias que melhorem ou revertam este processo.

Nos países mais desenvolvidos, existe uma tradição maior a este respeito, tanto cultural quanto em nível de arquitetura. Muitas pessoas e organizações são conscientes desta problemática, contudo, paradoxalmente, é em muitos desses países onde o consumismo é maior que as pessoas não estão dispostas a promover mudanças em seus padrões de vida, talvez devido a uma falta de alternativas que preencham as suas expectativas. Alguns arquitetos que trabalham com este pensamento são mais voltados aos avanços de engenharia e tecnologia como foco principal (high tech architecture) ; para outros, é um retorno às lições aprendidas na história a respeito do uso de materiais e métodos anteriores; e, para outro grupo, são os recursos da topografia, vegetação, energia solar e da própria terra o foco principal (low tech architecture), e o mais novo conceito é o da ecotech, a união do pensamento ecológico com o uso da tecnologia.

Wines¹⁶ recomenda que os seguintes padrões sejam seguidos para uma arquitetura ecológica:

- Prédios menores;
- Uso de materiais reciclados e renováveis;
- Uso de materiais que incorporem baixa energia;
- Uso de madeira certificada;
- Sistemas de captação de água de chuva;
- Baixa manutenção;
- Reciclagem de edificações;
- Redução de produtos químicos que afetem a camada de ozônio;
- Preservação do meio ambiente;
- Eficiência energética;
- Orientação solar;
- Acesso ao transporte público;
- A integração entre a arquitetura e a paisagem;
- A combinação entre edificação e espaços de jardim (como pode ser visto na Figura 2);
- O uso do simbolismo relacionado à natureza;
- A tradução da tecnologia construtiva e ambientalista mais avançada e seus processos e materiais relacionados em termos estéticos;

¹⁶ Idem, ibidem, p. 65-67. Tradução nossa.

- Pesquisa de desenho verde e inovações tecnológicas ambientalistas que dêem as bases de uma arquitetura sustentável e ecologicamente responsável;
- Atitudes ambientalistas; e
- Idéias visionárias e conceituais em arquitetura e planejamento urbano que ofereçam visões proféticas do futuro, baseadas nas mudanças nas comunicações globais e influências sociais e políticas que possam afetar a estética do edifício e políticas ambientalistas.



Figura 2. *Soft and hairy house*. U. Findlay Partnership. Tsukuba City, Japão. 1994¹⁷.

A consciência sustentável tem criado movimentos e modos de vida alternativos, mesmo que, como afirma Yeang (2001), tenha-se usado muito o lema da sustentabilidade aplicado a qualquer ação que pense, embora muito pouco, no tema. Para ele, o projeto ecológico reconhece que o entorno edificado depende da terra como fornecedora de recursos materiais e energéticos e as estratégias gerais de projeto usadas nele, no que se refere ao uso de materiais, são as de projetar para reutilizar, reciclar para que dure, reduzir a quantidade de material empregado (se o material resulta escasso ou não é reciclável), reparar e manter, reduzir os resíduos, regenerar, melhorar, e recarregar (no lugar de substituir).

Na procura de uma aproximação mais holística para o desenho, está claro que a arquitetura é parte de um debate muito mais amplo e complexo [...], mas a escala e a efetividade dessas conquistas serão invariavelmente influenciadas por preocupações sociais, políticas e econômicas mais amplas (SLESSOR; LINDSEN, 2001, p.14).

Para Wines (2000), a meta de todos os arquitetos e pessoas que fazem parte do processo de edificação deveria ser a de trabalhar para satisfazer, além dos condicionantes estéticos e funcionais dos projetos, os principais desafios da arquitetura ecológica. O problema é a definição do que significa 'verde' na arquitetura, e a tendência na profissão é de restringir este termo a um *checklist* de ações

¹⁷ WINES, James. 2000, p.87.

remediáveis. Outro problema enfrentado é que muitos edifícios considerados verdes podem estar totalmente fora do contexto ou com uma qualidade arquitetônica baixa. Felizmente, existem vários exemplos mundiais de arquitetura que levam em conta critérios de sustentabilidade e de lugar, bem como que apresentam uma alta qualidade arquitetônica, como os exemplos analisados a seguir.

2.3.2 Exemplos de Arquitetura Sustentável

Nos três exemplos seguintes, serão identificados os parâmetros e estratégias usadas em cada um dos projetos para que sejam considerados sustentáveis dentro do seu contexto.

A) Projeto de Edifício em Friburgo de Brisgovia. Alemanha. Arquitetos Common & Gies¹⁸:

Em termos de **contexto e localização** este projeto apresenta as seguintes características:

- O edifício detém o selo “Habitação Passiva”¹⁹ da Alemanha;
- Localização: Bairro Ecológico Vauban, perto do centro de Friburgo, em uma antiga zona militar francesa hoje em desuso;
- Data do projeto: 1996-1999;
- Área construída: 1.553 m², sendo 1.360m² de habitação e 193 m² de escritórios; e
- Custo da Obra: 1.227 euros/m², dos quais 7% foram empregados nas melhorias necessárias para obtenção do selo “Habitação Passiva”.

Com respeito à **função e ao programa** da edificação:

- É um edifício residencial que possui 4 andares, com mistura de escritórios, atelier e locais comunitários, sendo que a mistura com escritórios promove a convivência maior entre as pessoas.

Sobre as **características bioclimáticas**²⁰ usadas no projeto destacam-se:

Com respeito à **forma**:

- Volume compacto;

¹⁸ Fonte: GAUZIN-MULLER, Dominique, 2001, p.154.

¹⁹ Selo criado na Alemanha, em 1991, para habitações com baixo consumo energético.

²⁰ Nos projetos localizados no hemisfério norte, é preciso se levar em conta a direção diferente em relação ao Brasil, que está no hemisfério sul, para as orientações dos projetos. Assim, têm de serem analisadas as estratégias para estes como sendo o inverso para o caso do Brasil.

- Forma de um paralelepípedo orientado no eixo leste-oeste (Figura 3);
- As escadas e circulações externas se encontram orientadas ao norte (Figuras 4 e 5);
- Vidros ocupam 50% da fachada norte e 20% da leste-oeste e sul para otimização da energia solar; e
- Fachada sul protegida por sacadas e por grandes árvores.

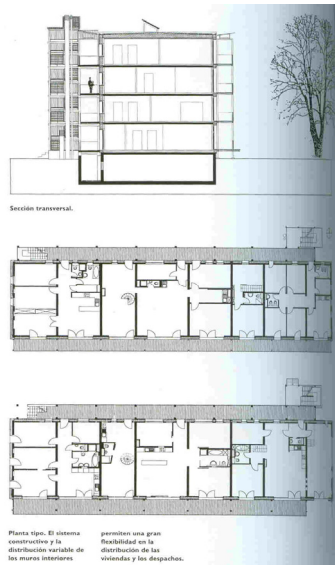


Figura 3



Figura 4

Figura 3. Corte transversal e planta tipo. Projeto de Edifício em Friburgo²¹.

Figura 4. Vista da passarela na fachada norte. Projeto de Edifício em Friburgo²².

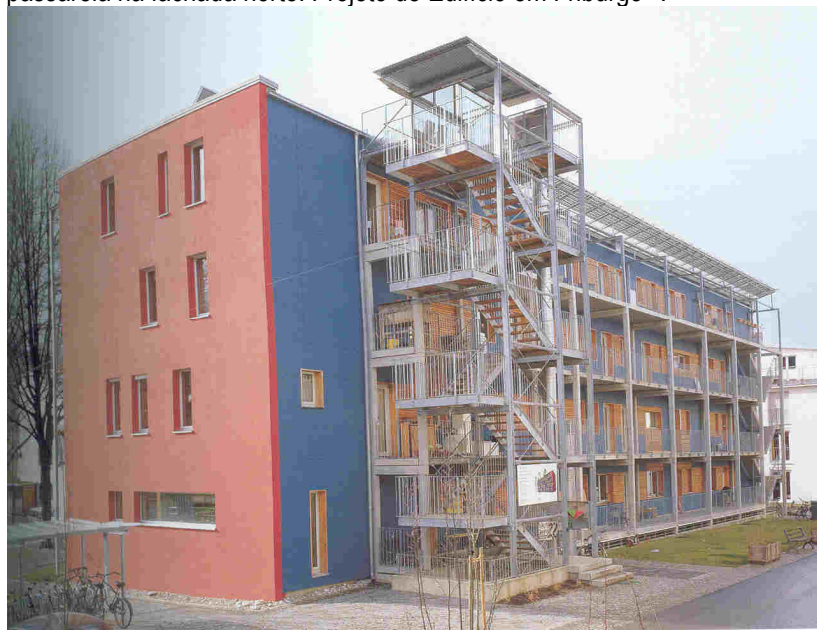


Figura 5. Passarelas na fachada norte. Projeto de Edifício em Friburgo²³.

²¹ Idem, ibidem, p.156.

²² Idem, ibidem, p. 154.

Com referência à **estrutura**, é importante ressaltar:

- Muros interiores portantes de tijolo;
- Sistema construtivo que proporciona isolamento acústico e inércia, ajudando no conforto térmico.;
- Profundidade do prédio: 10 m;
- Pés direitos nos apartamentos: 2.65 m;
- Módulos entre paredes portantes de 4,5 e 6,0 m; e
- Pré-fabricação de alguns componentes.

Em relação aos **princípios construtivos, materiais e acabamentos**, foi usado:

- Estrutura mista de concreto, tijolo e madeira;
- Subsolo de concreto e sacadas metálicas;
- Prioridade no emprego de materiais naturais: paredes de tijolo silicocalcáreo, revestimentos exteriores de pinus de Oregón;
- Painéis pré-fabricados na fachada Norte e Sul com subestrutura de madeira e isolamento de 24 cm de lã mineral (Figura 6);
- No interior, possibilidade de escolher mais uma capa isolante de lã;
- Muros interiores e fachadas leste e oeste de tijolo;
- No exterior, painéis de madeira *Agepan* fixados à estrutura;
- Produtos à base de PVC foram quase na sua totalidade excluídos da construção; e
- Foi utilizada cobertura com vegetação (Detalhe construtivo, Figura 7).



Figura 6

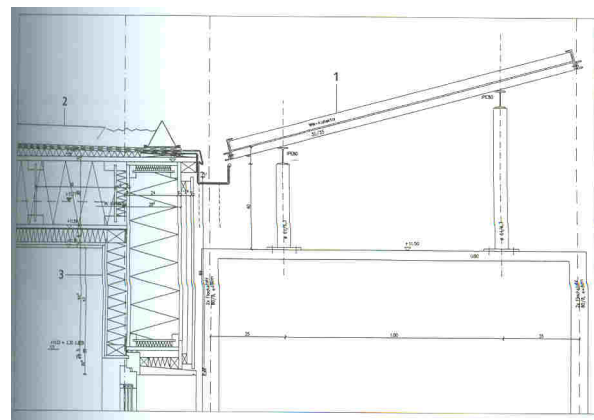


Figura 7

Figura 6. Passarelas na fachada norte. Projeto de Edifício em Friburgo²⁴.

Figura 7. Detalhe na junção da cobertura com a fachada norte. Projeto de Edifício em Friburgo²⁵.

²³ Idem, ibidem, p.157.

²⁴ Idem, ibidem, p.157.

²⁵ Idem, ibidem, p.159.

Para a obtenção de um uso racional da **energia** e de um maior **conforto** dos usuários, levaram-se em consideração:

- Medidas ativas e passivas tomadas para reduzir as necessidades anuais de calefação do edifício a 13KWh/m² (Figura 8);
- Aportes solares na fachada sul (Figura 9);
- Inércia térmica da estrutura;
- Isolamento da envolvente externa;
- Ventilação mecânica de duplo fluxo por trocador com recuperador de calor de rendimento de 85%;
- Aporte complementar com um co-gerador de gás com potência de 12 kW mais 50 coletores solares com depósito de 3400 l de água quente;
- O co-gerador mais uma instalação fotovoltaica de 3,2 kW proporcionam 80% da eletricidade; e
- O uso da luz natural foi otimizado através da simulação computadorizada.

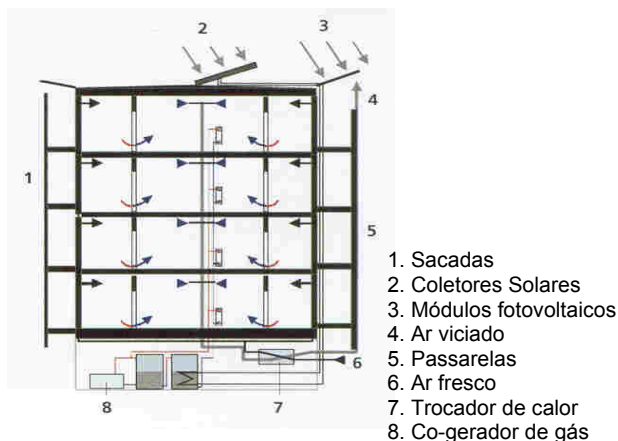


Figura 8



Figura 9

Figura 8. Esquema de estratégias para um uso racional da energia. Projeto de Edifício em Friburgo²⁶.

Figura 9. Fachada Sul. Projeto de Edifício em Friburgo²⁷.

Para um **uso racional da água**, foi adotado:

- Água das cozinhas e banheiros passada por um filtro de areia ventilado e utilizada para os sanitários;
- Os aparelhos sanitários de sucção *Roediger* utilizam 20% da quantidade de água necessária para um aparelho corrente;

²⁶ Idem, ibidem, p.158.

²⁷ Idem, ibidem.

- As águas negras são canalizadas junto aos resíduos orgânicos;
- Produção de biometano para abastecimento a gás das cozinhas a partir das águas negras e dejetos orgânicos;
 - O esterco é utilizado como adubo; e
 - As águas pluviais e a parte restante das águas filtradas são canalizadas para uma fossa que limita o terreno ao Sul, ao longo de uma avenida plantada de árvores.

Com respeito às **características térmicas** dos componentes da edificação:

- Paredes com subestrutura de madeira;
- $U^{28} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{.K}$, nas paredes de tijolo;
- $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{.K}$, na cobertura;
- $U = 0,1 \text{ W/m}^2\text{.K}$, nos vidros triplos; e
- $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

E quanto ao **consumo de energia**:

- Calefação: $13,2 \text{ kWh/m}^2\text{/ano}$ e consumo global de $3,6 \text{ kWh/m}^2\text{/ano}$.

Entre as estratégias usadas no projeto anterior, para que ele seja considerado sustentável, podem-se destacar:

- Promover a mistura de atividades no programa para uma maior convivência entre as pessoas;
- Uso da forma de um volume compacto no qual a orientação coloca-se como uma das principais estratégias para o melhor aproveitamento do sol, sendo as maiores fachadas nos lados norte e sul;
- Levar em conta a proporção dos vidros como algo muito importante no projeto, colocando-se uma fachada maior de vidros no lado que recebe menos sol, na proporção de 50% e 20% nas outras fachadas;
 - Usar os elementos de proteção nas fachadas norte-sul de forma horizontal;
 - Levar em consideração a importância da modulação presente no projeto;
 - Tratar os muros internos e externos com mais inércia para isolamento acústico e térmico;
 - Fazer uso de elementos pré-fabricados;
 - Usar prioritariamente materiais da região;
 - Fazer uso restrito de PVC;

²⁸ U = Transmitância Térmica.

- Usar teto jardim na cobertura;
- Fazer uso de tecnologia eficiente para ventilação mecânica;
- Usar coletores solares junto com co-gerador de gás e painéis fotovoltaicos para geração de energia e aquecimento da água;
- O uso de modelos computacionais, pode ajudar no cálculo de otimização da luz natural;
- Reutilizar a água de cozinha e banheiros para os sanitários, após tratamento;
- Usar metais e louças de banheiros que utilizem menor quantidade de água do que os convencionais;
- Fazer produção interna de biometano a partir do tratamento do esgoto e dejetos orgânicos para abastecimento do gás das cozinhas; e
- Fazer estudo do desempenho térmico dos materiais de vedação e cobertura.

B) Projeto Bedzed. Bill Dunster Architects. Inglaterra²⁹.

Em relação ao **contexto e localização**, o BedZED (Beddington Zero Energy Development)

- É uma mistura de vivendas e espaço de trabalho (Figura 10 e11);
- Localização: Beddington, Sutton – Inglaterra;
- Data do projeto: 2001; e
- Custo da Obra: 15.7 milhões de libras esterlinas, menos de 90 milhões de reais.

Com respeito à **função** e o **programa**:

- Mistura residências de 1 a 3 dormitórios, escritórios e unidades que mesclam residência e local de trabalho; também contém acomodações comunitárias, como centro de saúde, enfermaria, creche, horta, café e academia de ginástica (Figura12);
- São 240 moradores e 200 trabalhadores numa proporção de 100 unidades por ha;
- Propõem alta densidade e espaços otimizados para evitar a elevada ocupação de terra;
- Existe a possibilidade de alugarem-se carros dentro do conjunto para reduzir transportes individuais; e
- A região tem boas linhas de transporte de ônibus e trens.

²⁹ Fonte: Revista AU (São Paulo): Ed. Pini, n.123, ano 19, jun. 2004, p.50-59; <<http://www.zedfactory.com/bedzed/bedzed.html> ; e <<http://www.bedzed.org.uk>>. Acesso em: janeiro 2005.



Figura 10. Imagem do conjunto. Projeto BedZed³⁰.



Figura 11

Figura 11. Esquema Implantação BedZEd³¹.

Figura 12. Dir. Térreo, 1 e 2 pavimentos³².



Figura 12

Em relação às **características bioclimáticas**:

Em termos de **forma**:

³⁰ Fonte: <<http://www.zedfactory.com/bedzed/bedzed.html>>.

³¹ Idem, ibidem, referência 27.

³² Idem, ibidem.

- As casas encontram-se sempre voltadas para a face Sul, recebendo luz o dia todo (Figuras 13 e 14);
- O volume na face norte apresenta um desenho diagonal que impede que um bloco faça sombra no seguinte (Figura 13);
- Entre os blocos, as passagens são exclusivas para pedestres (Figuras 13, 14 e 15); e
- Sobre os escritórios voltados para o norte, ficam os jardins que proporcionam um microclima para pássaros, retêm água para o sistema de drenagem e dão proteção térmica. Ao jardim se chega através de uma pequena ponte (Figuras 13 e 14).

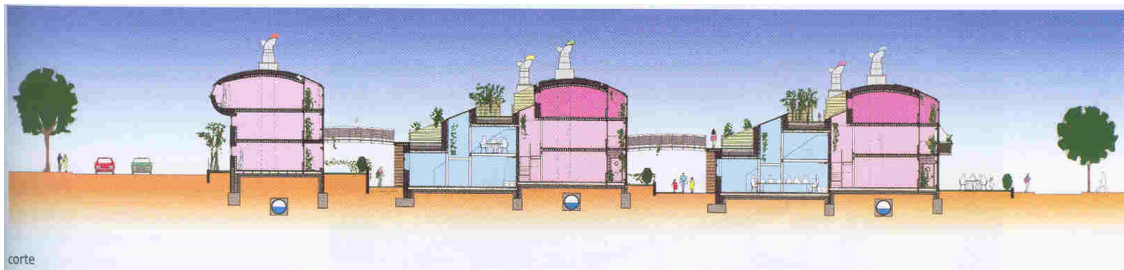


Figura 13. Corte³³.



Figura 14. Esquema de funcionamento das unidades³⁴.

³³ Idem, ibidem, referência 26, p.57.

³⁴ Idem, ibidem, referência 27.



Figura 15. Área interna entre blocos³⁵.

Sobre os **princípios construtivos, materiais e acabamentos**, foram consideradas:

- Paredes com isolamento térmico, constituídas por uma parte de blocos de concreto de alta densidade na face interna, mais 3 cm de lã mineral com fechamento em blocos cerâmicos para o exterior;
- Vida útil dos elementos estruturais normalmente é pelo menos 120 anos;
- Janelas com vidros triplos e sistema de vedação com borracha;
- Sempre que possível, optou-se por reciclados ou por recursos ecologicamente corretos;
- As madeiras utilizadas eram de reutilização, de reflorestamento ou certificadas;
- Priorizaram-se materiais produzidos num raio de 56 km do empreendimento, entre eles o tijolo e o carvalho da fachada;
- Foram usados materiais reciclados como os *steel frames*, que foram desmanchados e re-fabricados, assim como o concreto usado nas fundações;
- A exceção do material produzido ecologicamente foi feita ao alumínio e ao aço, utilizados devido à sua durabilidade e porque, ao proteger as partes mais expostas da edificação, dobram a vida útil e não precisam acabamento;
- Sacadas e corrimãos foram de aço galvanizado, pela transparência, durabilidade e por não precisar de pintura (que tem componentes tóxicos) (Figura 16);
- Madeiras da cozinha usadas são maciças, no lugar de compensados, que são mais sensíveis à umidade e menos saudáveis especialmente para pessoas com problemas respiratórios; e
- Foram projetados boxes para separação de lixo reciclável.

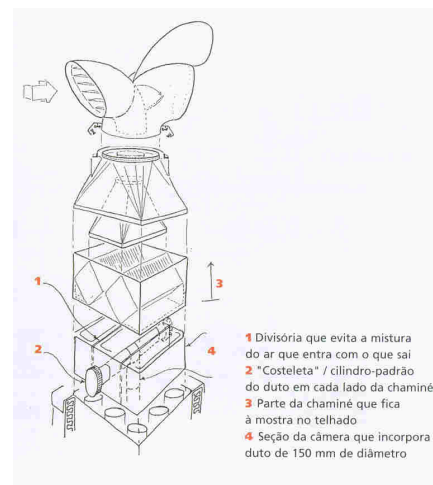
³⁵ Idem, ibidem, referência 26, p.59.



Figura 16. Vista lateral dos blocos³⁶.

Como estratégias de **energia e conforto**, foram incorporadas:

- Placas fotovoltaicas para geração de energia, com a qual também se abastecem os postos para veículos movidos com eletricidade, localizados dentro do complexo;
- Sistema de ventilação das casas garantido por meio de chaminés, baseado na energia eólica, para evitar o confinamento do ar, (Figuras 17, 18, 20, 21 e 22);
- Parte da energia produzida no local é por meio de uma mini-estação que utiliza lascas de madeira (Figura19); e
- Os escritórios não usam ar condicionado, já que quando estão integrados às casas localizam-se voltados para a face norte, à sombra das residências de 3 pavimentos (os escritórios só têm 2 pavimentos); com isso, recebem iluminação natural todo o dia por meio das superfícies envidraçadas e da abertura superior com vidros triplos (Figura 23).



Figuras 17 e 18. Chaminés, placas fotovoltaicas e esquema de funcionamento das chaminés³⁷.

³⁶ Idem, ibidem, referência 27.

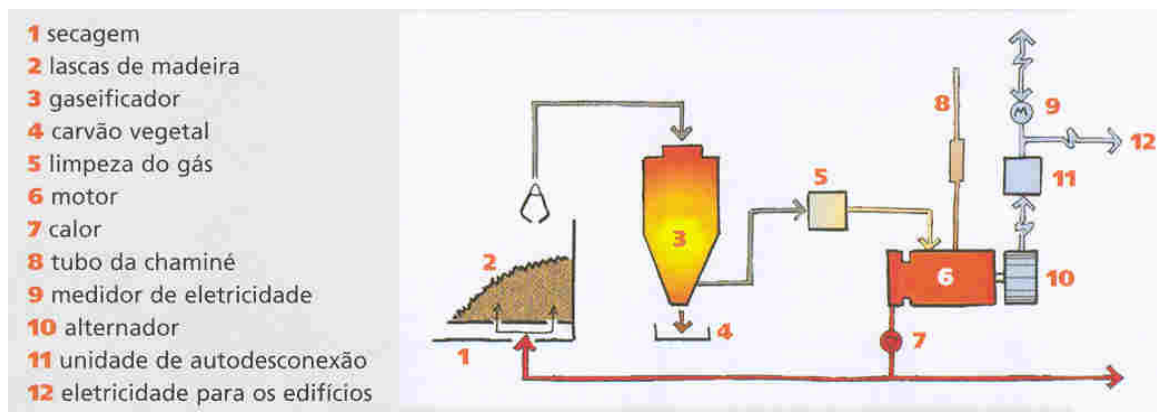


Figura 19. Esquema de funcionamento mini-estação³⁸.

Para um **uso racional da água**, o projeto utilizou:

- Tratamento e reutilização de 50% da água usada;
- Bacias de baixo consumo no banheiro que funcionam com água tratada;
- Chuveiros especiais em que, junto com a água, há um jato de ar que reforça a vazão da ducha, garantindo uma economia de 11.000 litros por ano;
 - Bacias sanitárias, dutos de irrigação e máquinas de lavar usam água da chuva, captada por tubos que ficam no topo da edificação e estocada em tanques no subsolo, após serem filtradas; e
 - O esgoto também é tratado. No mesmo galpão de produção energética, há uma central de purificação de água, tudo feito por plantas. São sete tanques com jardins hidropônicos no topo, que possibilitam o crescimento dos organismos que limpam a água. O primeiro tanque, fechado, elimina o odor; do segundo ao quinto tanque (abertos e cobertos por plantas), há um processo aeróbico que purifica a água; o sexto tem a função de clarear a água; o sétimo provoca uma nova filtragem; assim, a água fica pronta para ser usada em jardins e bacias sanitárias conforme mostrado na Figura 20.

³⁷ Idem, ibidem, referência 26, p.53.

³⁸ Idem, ibidem, referência 26, p.55.

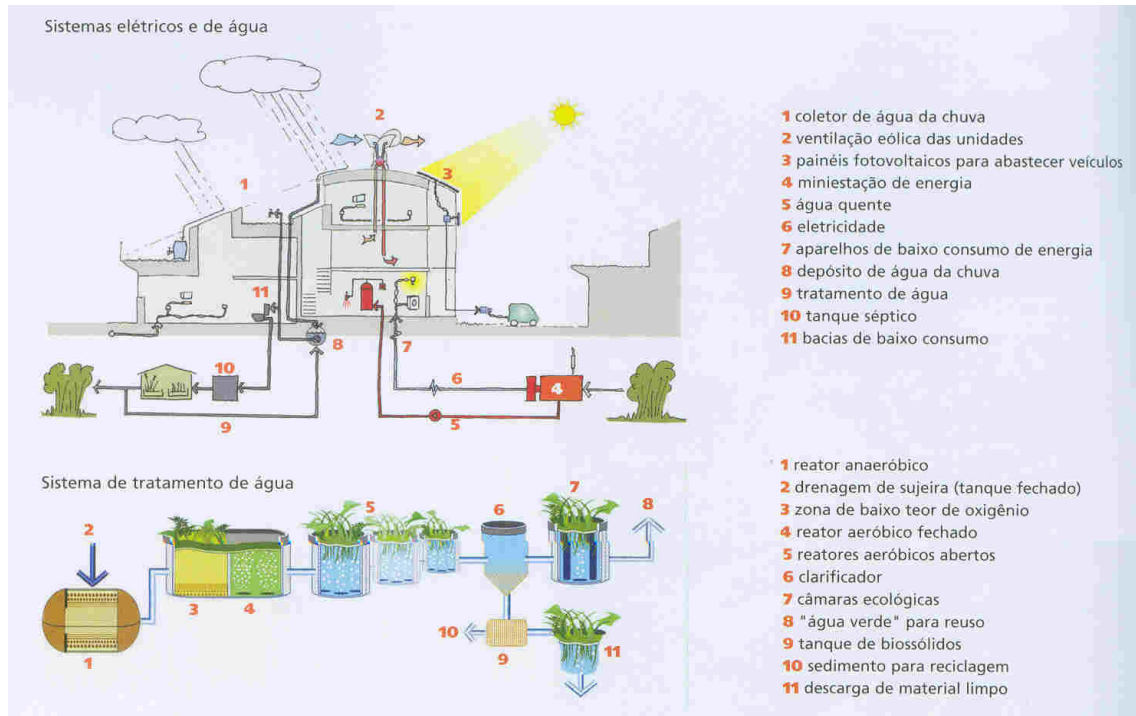


Figura 20. Sistemas elétricos e de água³⁹.



Figura 21. Área entre blocos⁴⁰.

³⁹ Idem, ibidem, referência 26, p.53.

⁴⁰ Idem, ibidem, referência 27.



Figura 22. Face sul das vivendas⁴¹.



Figura 23. Jardim sobre os escritórios ao norte⁴².

Entre as **características térmicas** da edificação destacam-se:

- Utilização de vidros triplos especificados para admitirem luz, mas não calor; e
- Uso de paredes com isolamento térmico.

E, referente ao **consumo de energia**:

- Há acordos com supermercados e fazendas de produtos orgânicos para abastecer os moradores, a fim de que não haja gastos desnecessários de transporte;
 - Com o sistema de vedação das janelas, estima-se ganhos de 30% nas necessidades de aquecimento (Figura 24);
 - As residências foram vendidas com a maioria dos eletrodomésticos e equipamentos, sendo que foram usados os que eram mais eficientes (refrigerador, freezer, lavadora); e
 - Os relógios de luz e água ficam na cozinha, para facilitar o controle do consumo.

⁴¹ Idem, ibidem, referência 27.

⁴² Idem, ibidem, referência 27, p.53.



Figura 24. Vista da sala de estar⁴³.

Entre as estratégias usadas no projeto anterior para que este seja considerado sustentável, pode-se destacar:

- Mistura de atividades no programa como forma de promover maior convivência entre as pessoas;
- A orientação deve ser colocada como uma das principais estratégias para o melhor aproveitamento do sol, sendo as maiores fachadas no lado norte e sul;
- Usar vidros que permitem a entrada de luz, barrando o ganho térmico; sendo a maior fachada envidraçada ao norte⁴⁴, e usando-se também luz zenital;
- Usar muros internos e externos com mais inércia e uso de paredes duplas para isolamento acústico e térmico;
- Incorporar teto jardim na cobertura;
- Considerar acesso a espaço privado aberto: jardim;
- Usar tecnologias eficientes para ventilação, como: chaminés baseadas na energia eólica;
- Incorporar painéis fotovoltaicos para geração de energia junto com uma mini-estação geradora de energia elétrica;
- Dar prioridade ao transporte público e a carros movidos à energia elétrica;
- Fazer uso de reutilização da água de chuva, de águas cinzas e de águas negras, sendo aproximadamente 50% tratada no local através de sistema de purificação ecológico;
- Usar equipamentos de banheiros que utilizam menor quantidade de água do que os convencionais;

⁴³ Idem, ibidem, referência 27, p.58.

⁴⁴ Considerar o mesmo critério já mencionado anteriormente para as orientações da fachada no Brasil.

- Considerar o conceito de implantação com alta densidade e espaços otimizados para evitar elevada ocupação de terras;
- Proporcionar valorização total do pedestre, dando passagens internas exclusivas;
- Desenho da volumetria do projeto como forma de sombreamento: o uso de desenho diagonal na face norte impede que um bloco faça sombra no outro;
- Dar uso prioritário de materiais da região; e
- Verificar a procedência dos materiais pensada em função do gasto em transporte e do gasto energético do material.

C) Novo Centro de Pesquisa da Petrobrás⁴⁵. Zanettini Arquitetura (Autor: Arq. Siegbert Zanettini, Co-autor: Arq. José Wagner Garcia) e equipe da USP⁴⁶-FUPAM⁴⁷-LABAUT⁴⁸.

Referente ao **Contexto e Localização**:

- O projeto do edifício é para o novo centro de pesquisas da Petrobrás – CENPES II;
- Localização: Rio de Janeiro, Brasil - Região de clima quente úmido; e
- Projeto ganhador do concurso (2004), realizado pela Petrobrás.

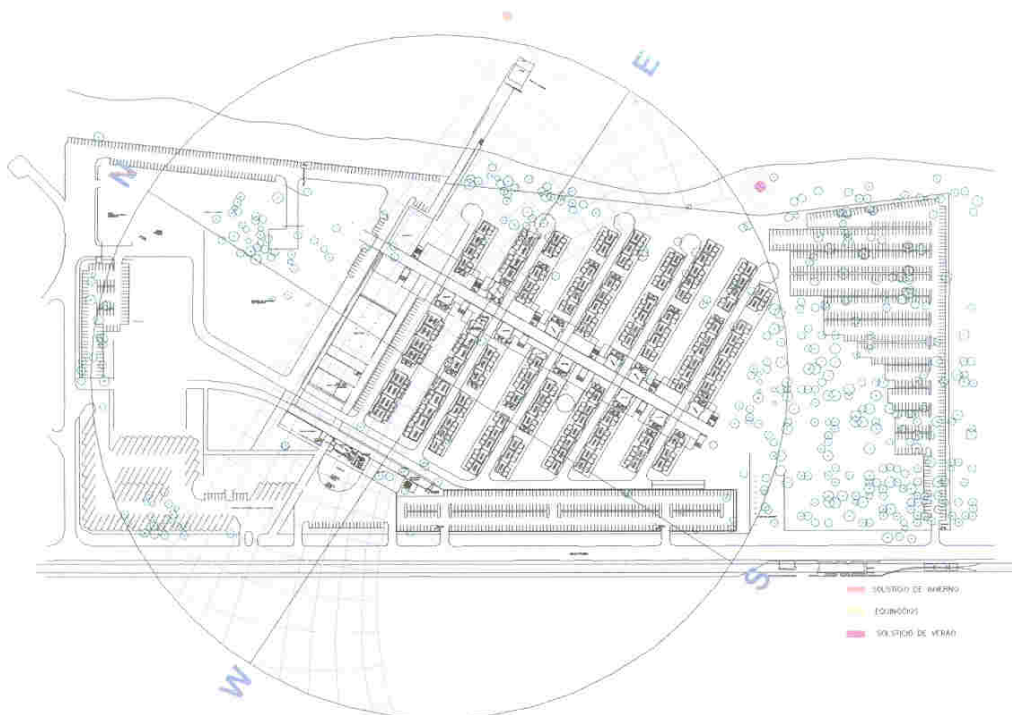


Figura 25. Implantação com orientação solar⁴⁹.

⁴⁵ Relatório Sistema de Eco-Eficiência apresentado para o concurso do CENPES II da Petrobrás.

⁴⁶ Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo/SP.

⁴⁷ Fundação para a Pesquisa Ambiental – FAU/USP. São Paulo.

⁴⁸ Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da FAU/USP – São Paulo.

Em relação à **função e o programa**:

- A edificação abriga programa de escritórios, laboratórios, área de convivência, restaurante e biblioteca;
- Nº. Pavimentos: 2; e
- Na área central, localizam-se os laboratórios e escritórios.

Com respeito às **características bioclimáticas** da edificação:

Na **Forma**:

- As principais estratégias usadas para implantação e para a arquitetura foram: sombreamento, ventilação, iluminação natural e isolamento térmico, dadas pelo diagnóstico climático da cidade. O condicionamento artificial também se mostrou como estratégia na análise climática, a qual foi minimizada com o uso das outras estratégias;
 - Privilegiou-se a orientação norte-sul na implantação. (Fig.25);
 - Espaços que podiam ser mais fechados voltaram-se para o oeste;
 - Consideraram-se os ventos predominantes vindos do leste, o que influenciou na implantação;
 - Forma predominante horizontal e alongada;
 - Em alguns espaços, pé direitos duplos e triplos;
 - Criação de espaços intermediários abertos, mas cobertos para circulação e para favorecer o sombreamento, a ventilação cruzada e a iluminação natural;
 - Formas valorizam composição de cheios e vazios entremeados por áreas verdes, destacando espaços de varanda, circulações externas e áreas livres cobertas, heranças da arquitetura carioca moderna, consciente do clima (Figura 26); e
 - As vistas ao mar foram valorizadas.

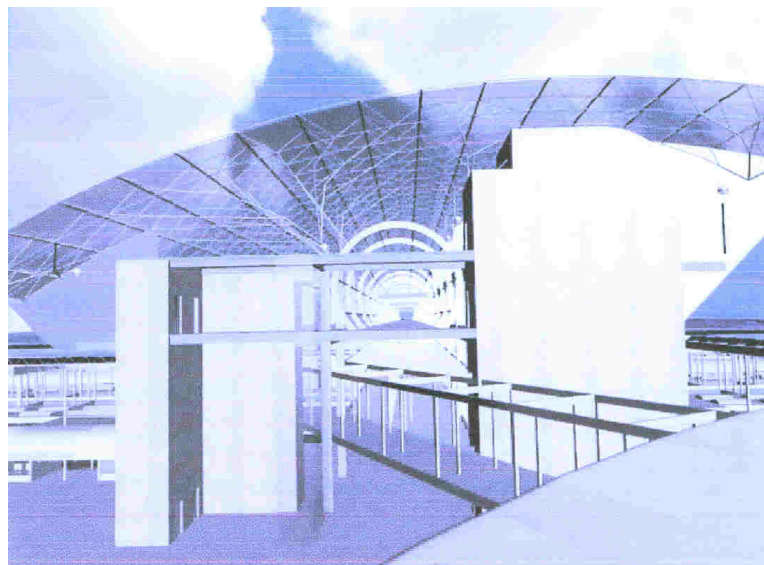


Figura 26. Vista escritórios suspensos⁵⁰.

Na **estrutura**:

- A implantação permite um crescimento contínuo e de fácil ampliação estrutural.

Dos **princípios construtivos, materiais e acabamentos** usados:

- Foram usadas janelas pivotantes, que facilitam a captação do vento;
- A aplicação de vidro na envolvente, ficou restrito à comunicação visual entre interior-exterior (quando desejado) e ao aproveitamento da iluminação natural;
 - As áreas envidraçadas foram devidamente dimensionadas e protegidas por brises (desenhados de acordo à exposição da orientação) e as coberturas mostraram um bom desempenho nas simulações;
 - Seguindo a indicação da estratégia de sombreamento, uma segunda pele é colocada em vários dos edifícios;
 - O material principal do conjunto é o aço, da estrutura aos fechamentos, pelo tempo superior de vida útil e pelas possibilidades de reutilização e de reciclagem futura (Fig. 27); e
 - Foi usada madeira de reflorestamento no piso das áreas de circulação e passeio.

⁵⁰ Idem, ibidem.

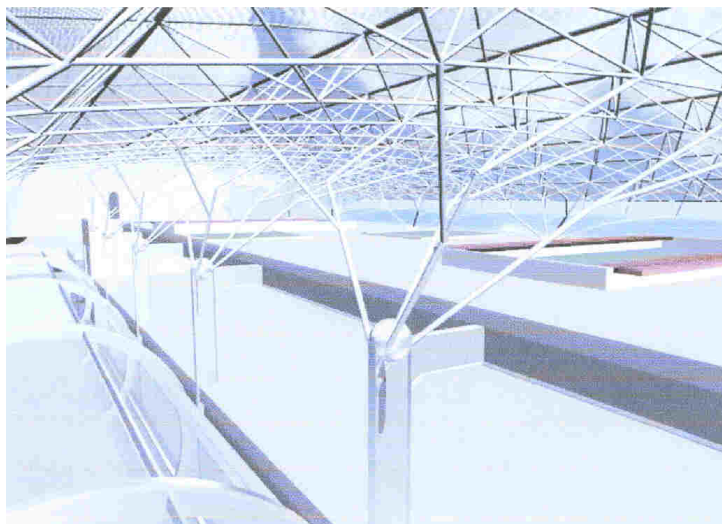


Figura 27. Materiais opacos e transparentes, junto à estrutura de aço.⁵¹

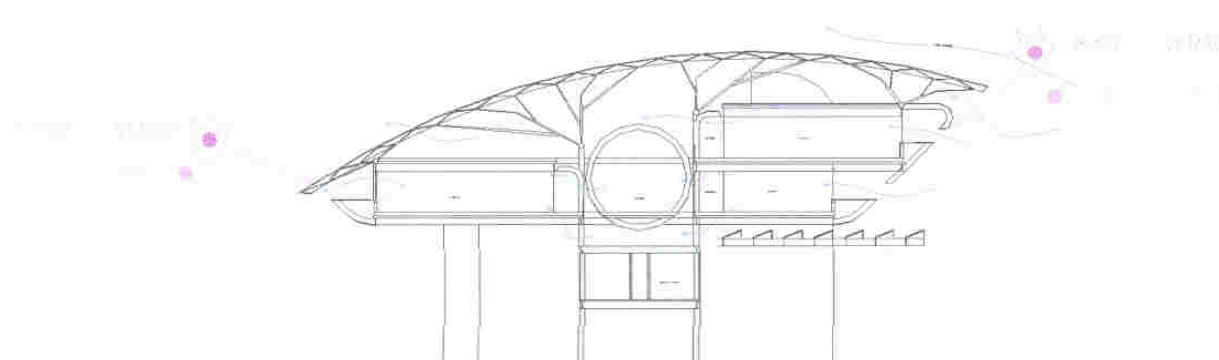


Figura 28. Esquema de ventilação e insolação em escritórios suspensos.⁵²

Referente ao **uso racional da energia** e ao **conforto** dos ocupantes:

- Assumiram-se plantas estreitas por serem mais eficientes para a ventilação e iluminação natural;
- A iluminação lateral (na altura do plano de trabalho e feita por janelas altas) e a zenital (também com proteção para não receber luz direta) (Figura 28);
- O sistema de painéis fotovoltaicos (Figura 29) está com orientação norte e inclinação de 22.50 dispostas de modo a não causar sombra entre uma e outra e encontram-se sobre a cobertura dos laboratórios, em uma área que recebe insolação das 8 às 18 horas, de acordo com estudo de sombreamento feito graficamente e no heliodon;
- Considerou-se inevitável o uso de ar condicionado, principalmente para verão;

⁵¹ Idem, ibidem.

⁵² Idem, ibidem.

- A ventilação noturna foi recomendável em todos os ambientes, por melhorar o desempenho do ar condicionado; estimou-se que os ambientes possam permanecer com ar condicionado desligado de 22.5% a 50% do período de funcionamento;
- A ventilação natural foi adotada em todos os ambientes possíveis de acordo com as atividades exercidas;
- Para a promoção da ventilação, as aberturas de entrada e saída foram posicionadas de maneira estratégica, para captação dos ventos predominantes e para promoção do efeito chaminé.
- Nos espaços destinados ao trabalho, optou-se por luz natural difusa, homoganeamente distribuída;
- Tratamento de acústica: Nos edifícios que têm salas de operadores, estas deverão ser enclausuradas, possuir piso flutuante e tratamento acústico interno para garantir 65 dB para trabalho de escritório/laboratório;
- Silenciadores foram acoplados aos dutos de ar condicionado; e
- Fontes sonoras indesejáveis deverão ser posicionadas em áreas restritas e ter tratamento acústico específico.

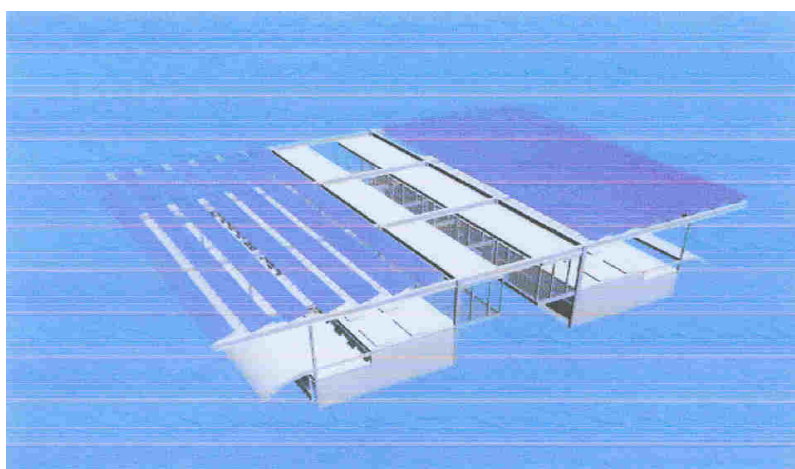


Figura 29. Painéis fotovoltaicos.⁵³

Para um **uso racional da água**, implementaram-se as seguintes estratégias:

- Aproveitamento de água de reutilização através de tratamento adequado;
- Aproveitamento de água de chuva;
- Aproveitamento de água marítima como solução alternativa da água tratada ou pré-tratada com evaporação para o resfriamento de equipamentos;

⁵³ Idem, ibidem.

- Águas de cobertura, estacionamento e pavimentação são captadas, coletadas e aproveitadas para o funcionamento dos edifícios e a manutenção das áreas verdes; e
- Foram instaladas (6) cisternas e (2) caixas d'água em 2 pontos de terreno, sendo 1 cisterna com água potável, e as outras 5 cisternas abastecidas por águas de chuva, e 2 caixas d'água - uma de águas de chuva com capacidade para 1.080 m³ e outra de água potável com 360 m³ -.

Em relação às **características térmicas** as estratégias usadas foram:

- Uso de materiais de revestimento em cores claras, para reflexo da radiação solar;
- Para vedação dos ambientes internos, optou-se por materiais de baixa condutividade, sendo isolantes e de baixa inércia; assim, foram usados painéis pré-moldados de concreto celular para as paredes e painéis pré-moldados de concreto para as lajes;
- Foram feitas simulações de desempenho térmico dos ambientes internos; e
- No edifício de recepção aos visitantes e no centro de convenções (circular), é usada cobertura têxtil, de cor clara, para permitir a transmissão apenas de luz difusa. (Fig.30).

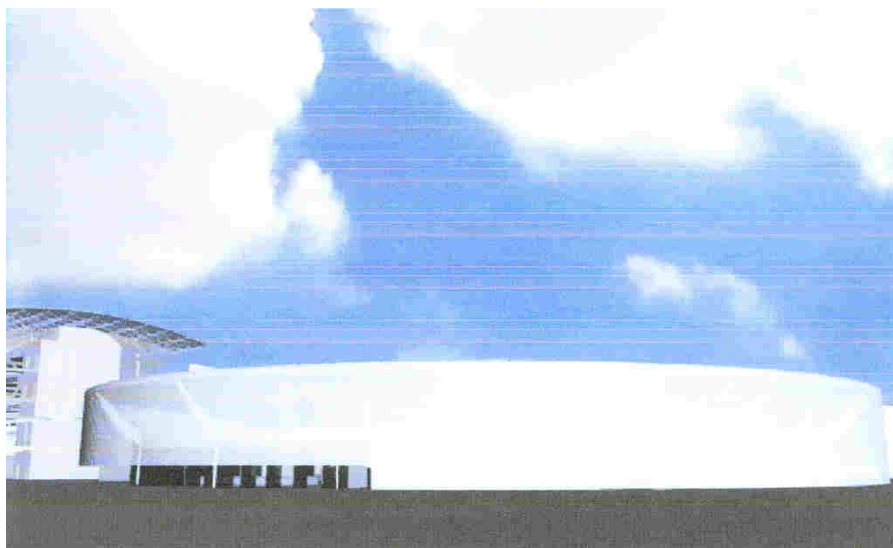


Figura 30. Cobertura têxtil⁵⁴.

Para buscar um menor **consumo de energia** foi adotado:

- O objetivo era a instalação de módulos fotovoltaicos em toda a área potencial do projeto, seriam 820 kW de potência instalada suficiente para iluminar uma área de 13.300 m², 24 horas por dia, com uma potência instalada de 12 W/m² ou para condicionar artificialmente 1.000 laboratórios, mas devido ao alto custo só foram instalados alguns painéis fotovoltaicos para atender alguns setores (ex:

⁵⁴ Idem, ibidem.

iluminação de corredores), como forma de experimentação da relação custo-benefício e na medida em que se tenha um desenvolvimento e acessibilidade maior da tecnologia ir-se-á aumentando a potência instalada;

- Com os painéis fotovoltaicos inclinados, estima-se um aumento da radiação incidente anual de 7 a 10%; e
- A simulação no computador mostrou distribuição de luz natural homogênea no plano de trabalho nos edifícios durante aproximadamente 70% das horas diurnas, dispensando a luz artificial nesse período.

O **uso da vegetação** foi adotado como mais uma estratégia:

- Através de proposta de paisagismo com recomposição da vegetação nativa, permeando os vazios do complexo, inclusive nos espaços de circulação e lazer junto aos escritórios;
- Áreas de circulação tratadas com implantação de espaços de vegetação que priorizem espécies rasteiras e arbustivas típicas de restinga;
- Além do sombreamento, a vegetação exerce o efeito de trocas térmicas úmidas por evapotranspiração, equilibrando o balanço térmico do ambiente local;
- Sombra gerada pela arborização contribui com um menor aquecimento superficial dos pavimentos e fechamentos verticais dos edifícios;
- Entre escritórios e laboratórios, vegetação de porte médio espaçada entre si, para facilitar sombreamento sem impedir a circulação dos ventos; e
- Localização da vegetação pode amenizar possíveis fontes de ruído.

Entre as estratégias usadas no projeto para que este seja considerado sustentável, destacam-se:

- O projeto deve ser integrado por uma equipe multidisciplinar;
- A orientação apresenta-se como uma das principais estratégias desde a implantação do conjunto até as considerações específicas de cada um dos edifícios, nos quais as maiores fachadas se encontram no lado norte e sul;
- O estudo climático do local deve definir as estratégias iniciais do projeto;
- Os elementos de proteção nas áreas envidraçadas devem ser calculados de acordo com a orientação;
- Os muros internos e externos devem apresentar tratamento térmico, e cores claras para aumentar a reflexão da luz;

- É importante considerar o uso de elementos pré-fabricados;
- A vegetação nativa pode ser usada como parte das estratégias bioclimáticas;
- A promoção da ventilação natural através da implantação com profundidades menores, efeito chaminé e ventilação noturna, diminui o uso da ventilação mecânica;
- Importante quando possível considerar o uso de painéis fotovoltaicos para geração de energia;
- Através do uso de modelos computacionais pode-se otimizar o desempenho da luz natural;
- Importante considerar a reutilização da água e captação de água de chuva; e
- Deve ser levado em consideração estudo do desempenho térmico dos materiais de vedação e cobertura.

Neste capítulo, foram apresentados os principais conceitos da sustentabilidade, tanto gerais quanto mais específicos para arquitetura. Faz-se necessário, para um maior aprofundamento na busca pelo apoio ao projeto de arquitetura, analisar os indicadores de sustentabilidade que estão diretamente relacionados com o mesmo e que podem servir como referência, o que será visto no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3. CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE COMO APOIO AO PROJETO DE ARQUITETURA

Buscando chegar às diretrizes para alcançar maior sustentabilidade nos projetos, é vista a importância dos critérios de desenvolvimento sustentável contidos em vários documentos mundialmente aceitos, na medida em que estes delineiam as bases necessárias para as tomadas de decisões iniciais do projeto. Alguns dos principais critérios atuais de sustentabilidade são dados pela Agenda 21 (global e local), Agenda 21 para a construção sustentável⁵⁵, a ISO 14000, e, especificamente para a arquitetura, os sistemas de avaliação ambiental de edificações.

3.1 AGENDA 21

A Agenda 21 é “um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos que constitui a mais ousada e abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”⁵⁶. Para a elaboração deste documento, houve a colaboração e o envolvimento de 179 países durante o período de dois anos, o que culminou na realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no Rio de Janeiro, em 1992, também conhecida por ECO 92. Em tal encontro, além da Agenda 21, foram adotadas a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, a Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas⁵⁷.

A Agenda 21 contém compromissos que guiam a mudança do padrão de desenvolvimento para este século. Também nela foi incorporado um processo de planejamento participativo para analisar as situações particulares de cada região dos países, tendo, para isso, a participação de todos os agentes envolvidos no processo, ou seja, das organizações do sistema das Nações Unidas, dos governos e da sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente local, nacional e globalmente. Tal documento não pode ser entendido como do governo, e sim como

⁵⁵ Na revisão bibliográfica, foi analisada a Agenda 21 para a construção sustentável (Tradução do Relatório CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*) – Publicação 237, Novembro 2000-PCC/USP), mas optou-se, nesta pesquisa, por aprofundar-se na Agenda 21 global, por considerar-se que desta forma estaria sendo analisada a fonte primária de referência.

⁵⁶ O QUE É AGENDA 21. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>, acessado em 5. jan.2005.

⁵⁷ Idem, ibidem.

um documento consensual da sociedade, que considera questões, como geração de emprego, diminuição das disparidades regionais de renda, mudanças nos padrões de produção e consumo, adoção de novos modelos de gestão e *construção de cidades sustentáveis*, sendo que este último ponto influi diretamente na arquitetura e nas diretrizes dos projetos futuros. A Agenda 21 apresenta-se como um caminho para o desenvolvimento sustentável que parte de uma escala global, passa por um nível nacional, e chega a uma proposição local (o que será visto no item 3.5.2).

No Brasil, o processo da Agenda 21 é conduzido pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável (CPDS) e pela Agenda 21 Nacional. A tentativa de implementação deste novo paradigma está se dando por etapas, e, para a metodologia do trabalho, foram escolhidos seis eixos temáticos para todo o Brasil: agricultura sustentável, cidades sustentáveis, infra-estrutura e integração regional, gestão dos recursos naturais, redução das desigualdades sociais e ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável. Foram obtidos relatórios em nível estadual e regional sobre estes temas, resultando em um relatório para cada uma das 5 regiões brasileiras.

Dentre os 40 capítulos que constituem a Agenda 21 global, alguns deles podem ser identificados como relacionados a temas ambientais de sustentabilidade e ligados à arquitetura⁵⁸, os quais foram classificados conforme o uso de recursos naturais, segundo Silva (2000, p.153), da seguinte forma:

a) Água:

- Proteção de oceanos, de todos os tipos de mares - inclusive mares fechados e semifechados - e das zonas costeiras e proteção. Uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos; e

- Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos.

b) Terra:

- Abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos terrestres;
- Manejo de ecossistemas frágeis: a luta contra a desertificação e a seca;
- Gerenciamento de ecossistemas frágeis: desenvolvimento sustentável das montanhas; e
- Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável.

⁵⁸ O resumo junto com o número do capítulo correspondente encontra-se no quadro comparativo no capítulo seguinte, item 4.2.

c) Outros recursos naturais:

- Combate ao desflorestamento;
- Conservação da diversidade biológica; e
- Manejo ambientalmente saudável da biotecnologia.

d) Atmosfera:

- Proteção da atmosfera.

e) Resíduos:

- Manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas tóxicas, incluída a prevenção do tráfico internacional ilegal dos produtos tóxicos e perigosos;
- Manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos, incluindo a prevenção do tráfico internacional ilícito de resíduos perigosos;
- Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos; e
- Manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos.

Acrescentado, segundo critério próprio, o seguinte item:

f) Assentamentos humanos:

- Promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos; e
- Integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões.

3.2 ISO 14000

A ISO (International Organization for Standardization) é a maior desenvolvedora mundial de standards técnicos desde 1947, que tem importante repercussão econômica e social, fazendo uma grande diferença para os fabricantes e para a sociedade em geral. ISO é uma rede das instituições nacionais de *standards* de 148 países, na base de um membro por país, com uma secretaria central em Genebra, Suíça, a qual coordena o sistema. É uma instituição não-governamental que tem como instituições membros, de um lado, empresas que fazem parte da estrutura de governo dos países, e, de outro lado, empresas do setor privado.

Os *standards* da ISO são voluntários e procuram dar um marco de referência ou uma linguagem técnica comum entre fornecedores e usuários, para facilitar o comércio e a transferência de tecnologia. Os programas incluem atividades, como agricultura, construção e engenharia mecânica, e até a mais recente tecnologia da informação.

Dentre as famílias da ISO, destacam-se a ISO 9000, que virou uma referência internacional para a qualidade requerida nos negócios, e a ISO 14000, que ajuda as empresas a alcançar os seus desafios ambientais. As duas famílias são consideradas *generic management system standards*, ou seja, os mesmos *standards* podem ser aplicados a qualquer organização, independente se o objetivo final é um produto ou serviço; importa, sim, como é gerenciado o processo ou atividade para a elucidação de que se quer estabelecer um sistema de gerenciamento de qualidade (ISO 9000) ou um ambiental (ISO 14000)⁵⁹.

Nesta pesquisa, interessa abordar a ISO 14000, uma vez que objetiva-se auxiliar as organizações a minimizarem os efeitos nocivos ao meio ambiente, causados pelas suas atividades, de forma que esse cuidado possa ser mais um indicador de sustentabilidade para se pensar na hora de projetar arquitetura. Isso porque a principal preocupação da ISO 14000 é sobre o *processo da organização*, o que, espera-se, será refletido no seu produto final, de forma que o este cause o menor impacto possível ao meio ambiente em qualquer estágio de seu ciclo de vida, tanto por poluição ou por esgotamento de recursos naturais.

A ISO 14000 surgiu nos anos 90, como uma necessidade de normalização das ferramentas de gestão no domínio ambiental. Neste contexto, foi criado em 1993 um comitê (Comitê Técnico TC 207) para desenvolver as normas relacionadas com os seguintes campos ambientais:

- Sistemas de gestão ambiental - ISO 14001- ISSO 14004;
- Auditorias Ambientais - ISO 14010 - ISO 14011 - ISO 14012;
- Avaliação da Performance Ambiental – ISO 14031;
- Rotulagem Ecológica - ISO 14020;
- Análise em Ciclo de Vida - ISO 14040; e
- Termos e Definições - ISO 14050.

As normas da ISO foram fundamentais, entre outras coisas, para consolidar o método de avaliação ambiental por meio da análise do ciclo de vida dos materiais, o que extensivamente para as edificações pode ser visto através dos seus componentes. A Análise do Ciclo de Vida (LCA)⁶⁰, segundo

⁵⁹ OVERVIEW OF THE ISO SYSTEM -WHAT MAKES ISO 9000 AND ISO 14000 SO SPECIAL. Disponível em: <<http://www.iso.org>>, acessado em 6.fev.2005.

⁶⁰ LCA: *Life Cycle Analysis*, ou Análise do Ciclo de Vida.

definição da SETAC (*Society for Environmental Toxicology and Chemistry*), em 1991 (apud GOMES DA SILVA, 2003, p.13), é

um processo para avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade, através da identificação e quantificação dos usos de energia e matéria e das emissões ambientais; avaliar o impacto ambiental desses usos de energia e matéria e das emissões; e identificar e avaliar oportunidades de realizar melhorias ambientais. A avaliação inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade, abrangendo a extração e o processamento de matérias-primas; manufatura, transporte e distribuição; uso, reuso, manutenção; reciclagem e disposição final (sic).

3.3 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DENTRO DO PROCESSO DE PROJETO

O pensamento do processo da edificação não tem mudado muito; é um pensamento linear, em que se parte de um projeto até a sua execução, tendo-se essa como a etapa final do processo.

Pensar em um projeto sustentável significa construir de maneira que o meio ambiente não seja afetado negativamente bem como considerar a edificação como parte de um processo maior, que começa com o projeto, segue com a construção, a fase de utilização e incorpora também a fase de destruição ou pós-uso. Nessa linha de raciocínio, as escolhas do processo construtivo e dos materiais têm um papel muito importante a desempenhar, pois são eles que vão gerar grande parte do consumo de energia da edificação. A mesma direção deveria ser tomada também para a hora da escolha, analisando-se as implicações ambientais desse processo em todas suas fases, desde a extração dos materiais, o transporte à obra, o processo em si de utilização e a sua capacidade de reciclagem futura após acabada a vida útil da edificação.

O pensar-se nas construções como não acabadas quando entram em funcionamento, é uma nova visão, em que a responsabilidade sobre a edificação se estende à etapa posterior ao uso do edifício, que seria até a sua destruição; compromisso esse que deve ser compartilhado com os participantes do processo da construção, os outros projetistas, as construtoras e os fornecedores dos produtos, para juntos fecharem o ciclo de produção e pós-produção.

Assim, a edificação mantém uma troca de relações com o ambiente, na qual, por um lado, usa recursos do meio e, por outro, gera dejetos para este em cada uma das suas fases: produção, construção, funcionamento e recuperação, conforme exemplificação no diagrama presente na Figura 31.

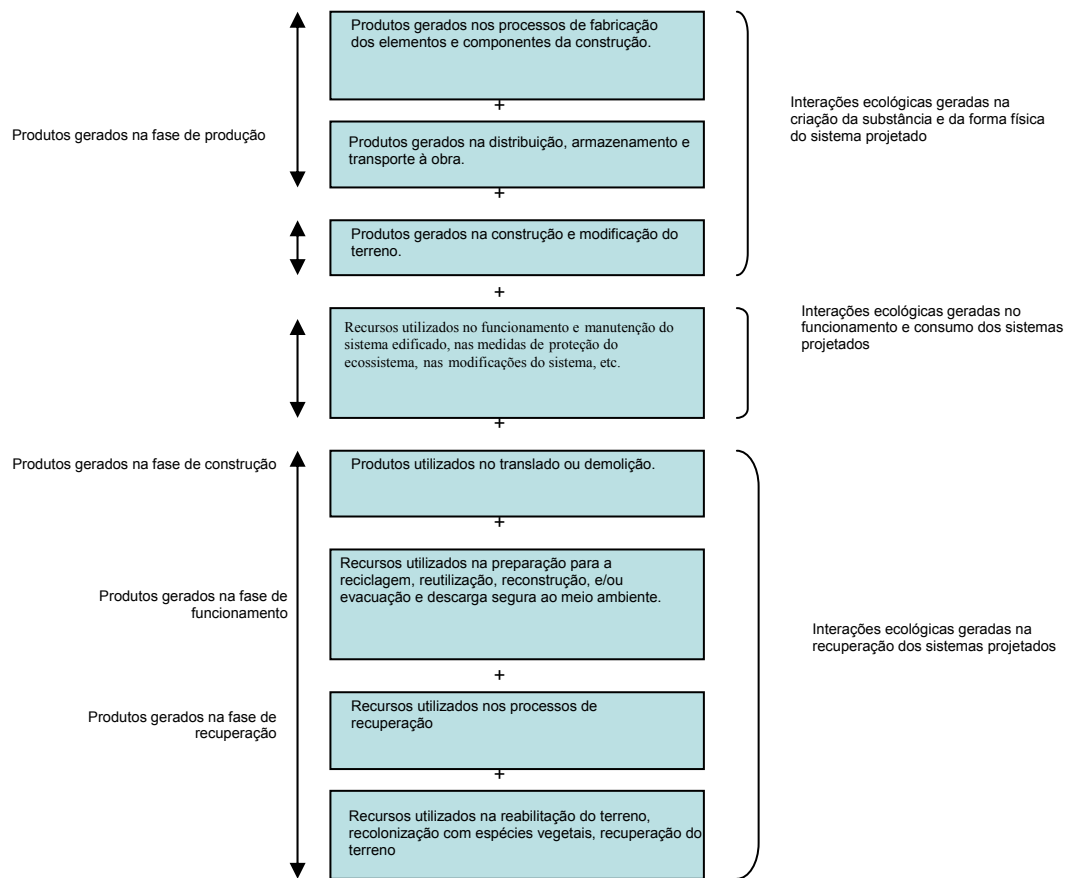


Figura 31. Produtos totais no ciclo de vida de um sistema construído⁶¹.

A construção de uma edificação requer a utilização de recursos de energia e de materiais da natureza, cujo valor é significativamente alto. Tradicionalmente, tem-se considerado os recursos desde o ponto de vista de sua utilização, mas, segundo Yeang (2001), com um pensamento diferente pode-se, nos projetos, fazer uso da mesma tecnologia, cuja aplicação tem causado uma exploração da biosfera, para estabelecer um equilíbrio mais saudável junto à natureza. Seguindo-se estes conceitos, o edifício poderia ser quantificado em função da quantidade de energia gasta pelos seus componentes e dos impactos que a edificação causará ao ecossistema ao longo do seu ciclo de vida, ao mesmo tempo em que podem ser previstas as necessidades futuras de recursos. Com isso, passa-se a pensar também na reutilização final dos materiais, o que deveria ser um motivo de preocupação para os projetistas desde o primeiro momento do trabalho.

De acordo com a Pré Consultants BV⁶² (2001), há dois passos principais ao considerar-se o análise do ciclo de vida:

⁶¹ Fonte: YEANG, Ken. 1995, apud YEANG, Ken. 2001, p.129.

⁶² Disponível em <<http://www.pre.nl/default.htm>>. PRé Consultants Bv é uma companhia privada independente que presta consultoria e desenvolve programas na área de análise de ciclo de vida.

a) descrever quais emissões ocorrerão e quais matérias primas são usadas durante a vida de um produto, o que normalmente é referido como a etapa do inventário; e

b) avaliar quais são os impactos dessas emissões e que esgotamento de recursos acontece, o que se refere à etapa de avaliação do impacto.

Segundo Guinée et. al. (apud GOMES DA SILVA, 2003), uma das aplicações da análise do ciclo de vida é a identificação de possibilidades de melhoria de um processo ou produto, o que, para Yeang (2001), reflete diretamente na etapa de projeto. Isso se justifica na medida em que, ao se pensar na edificação e nos seus diferentes estágios, a etapa de projeto representa uma parte vital do processo como um todo, pois é nela em que são traçadas todas as diretrizes do produto final, são escolhidos materiais, equipamentos a serem usados, tecnologia aplicada e processos construtivos, sendo por essa razão também que o arquiteto tem uma atuação muito importante.

As estratégias para a seleção de materiais, as quais visam cumprir o propósito anteriormente descrito, propostas por Yeang⁶³, denotam que, no anteprojeto, a partir da quantificação das áreas pode ser feita uma medição de quantidade de materiais usados (por peso), que equivale a uma energia gasta e impactos médios ambientais. Igualmente podem ser quantificados os sistemas de instalações usados no edifício, a fim de traçar parâmetros para níveis admissíveis de um desenho visando o ecológico. Numa edificação, todos os seus componentes são importantes, mas a sua estrutura é um dos determinantes e também um dos que mais consome energia em todas as suas fases, por isso a sua eleição é tão importante.

Quando se pensa em estratégias para a seleção dos materiais e dos processos construtivos usados numa obra, espera-se que, além dos critérios arquitetônicos usuais para a seleção de materiais, tais como o funcional, o estético, o de desempenho e custo, sejam atendidos também alguns critérios ecológicos, que se encontram de acordo com o enfoque da ISO 14000, como descrito anteriormente. Ainda de acordo com YEANG (ibidem), eles são os seguintes:

a) Potencial de reutilização ou reciclagem do material: dar preferência a materiais que tenham alto poder de reutilização, já que isso envolve menos consumo de energia e esforço, ao contrário de materiais que tenham níveis de energia incorporada baixos e que não sejam reutilizáveis.

b) Impacto ecológico incorporado no material: como consequência da produção e transporte do material à obra e na fonte de produção, levando em conta:

b.1) O impacto sobre o ecossistema da matéria prima usada nos componentes deve estar dentro dos limites aceitáveis de emissões;

b.2) Pesquisar o impacto no ambiente do material após seu uso;

⁶³ Idem, ibidem.

b.3) Tentar desenhar produtos que se utilizem da menor quantidade de água possível, ou então reciclá-la dentro da edificação; e

b.4) A utilização de materiais que se encontram perto do local, o que requer menos consumo de energia para o transporte.

c) Energia incorporada ao material: É a energia empregada (de fontes de energia não renováveis) na extração e transformação das matérias primas, fabricação, transporte e construção. Essa energia incorporada é de difícil medição, e alguns autores comentam que um dos fatores importantes a ser considerado é a emissão de CO₂ no ambiente ao longo de todo o processo de produção dos componentes. Devem ser considerados vários fatores: o transporte do material à obra, sua capacidade de reciclagem e reutilização, a escassez do material, a pré-fabricação, a massa, e, já que a maior quantidade de energia incorporada é tida na fase de funcionamento do edifício, deve-se dar prioridade ao desenho passivo para aproveitar ao máximo a energia ambiental, a luz natural e a ventilação, a fim de, com isso, diminuir as demandas durante sua vida útil (mais ou menos 60 anos). No Brasil, ainda não se tem uma quantificação da análise do ciclo de vida dos materiais, mas grandes avanços estão sendo feitos através de pesquisas em várias universidades do país.

É preciso fazer um juízo de valor sobre o ciclo de vida previsto para o edifício. Por exemplo, o alumínio tem maior energia incorporada que o aço; porém, ao término da vida útil do edifício, requer uma quantidade de energia consideravelmente menor para sua reciclagem do que a requerida pelo aço. Para obter alumínio a partir de alumínio reciclado se precisa de 90% menos de energia do que para fazê-lo pela primeira vez, e a contaminação se reduz também a 95%. Igualmente, o uso de vidro reciclado para fabricar vidro poupa até 32% da energia total requerida, diminuindo a contaminação do ar em 20%, e a da água em 50%⁶⁴.

como ilustrado na figura 32, onde se exemplifica o custo energético de produção desses materiais, ressaltando-se que o custo energético do alumínio reciclado é muito menor.

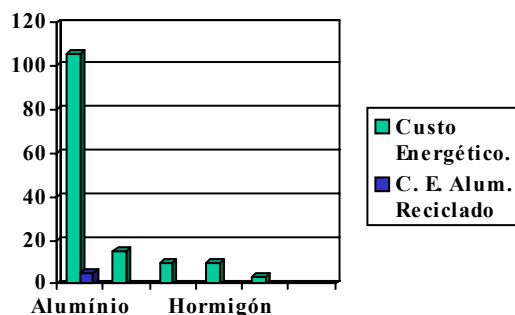


Figura 32. Custo energético de materiais⁶⁵.

⁶⁴ Idem, ibidem, p.156. Tradução nossa.

⁶⁵ Fonte: VON WEIZSACKER, et al. 1997 (apud YEANG, 1999, p.136).

d) Toxicidade do material para os seres humanos e ecossistemas: a intenção é reduzir o conteúdo tóxico do material e os efeitos sobre o ser humano, para o qual devem ser estudados principalmente os componentes internos do edifício a fim de evitar que a qualidade do ar interior possa ser afetada.

A análise do ciclo de vida é considerada, então, um ponto fundamental para a questão da sustentabilidade em geral e das edificações em particular. Ainda há o impedimento no país, conforme mencionado anteriormente, da falta de informação, especialmente em relação às edificações onde se incorporam tantos componentes, mas em outros países as metodologias de avaliação estão mais avançadas, as quais são um dos pontos que se consideram nas avaliações ambientais de edificações, o que se tratará a seguir.

3.4 PRINCIPAIS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES

Os sistemas de avaliação ambiental para edificações constituem hoje um grande avanço na busca por um desenvolvimento sustentável da arquitetura e das cidades em geral. Eles incentivam o pensamento de sustentabilidade nas edificações, sendo importante que sejam considerados, além do componente ambiental, outros fatores relevantes na arquitetura, tais como o contexto cultural, regional, social, econômico, a estética e o componente funcional.

O conceito de análise do ciclo de vida [...] forneceu a base conceitual para o desenvolvimento das metodologias para avaliação ambiental de edificações que surgiram na década de 90 na Europa, nos Estados Unidos e Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento das metas ambientais locais, estabelecidas a partir da UNCED do Rio de Janeiro (GOMES DA SILVA, 2003, p.33).

Na Europa, em decorrência das experiências vividas pela população, principalmente em relação ao esgotamento de recursos e às guerras, os sistemas de avaliação se introduziram com um componente mais cultural; na América do Norte, por sua vez, com uma visão mais econômica e de mercado.

Atualmente, existem diversos sistemas de avaliação ambiental de edificações, em várias partes do mundo, os quais são trabalhados na sua grande maioria com base em critérios e

benchmarks. Dentre eles, podem ser destacados como principais, o BREEAM⁶⁶, o LEED⁶⁷, o BEPAC⁶⁸ e, mais recentemente, o CASBEE⁶⁹ (GOMES DA SILVA, 2003).

Além das relacionadas anteriormente, há outras iniciativas européias em forma de regulamentações, normativas, diretrizes comunitárias, programas experimentais e incentivos financeiros, como o *Habitat Passivo e RT 2000* na França; o selo “*Casa de baixo consumo energético*” e o conceito ACM - Alta Qualidade Meio ambiental - na Alemanha; diferentes iniciativas para estímulo de consumo de materiais alternativos, redução do impacto do edifício, redução do consumo de energia e água na Holanda; e o selo *Minergie*, cujo objetivo principal é reduzir o uso de energias não renováveis para limitar a emissão de gases, na Suíça (GAUZIN-MULLER, 2002).

Dentro da América Latina em geral, incluindo o Brasil, não se tem ainda programas de avaliação ambiental; os mais utilizados como referência quando se busca a sustentabilidade nas edificações são o LEED e o GBC⁷⁰.

Recentemente, foi apresentada uma proposta para um modelo de avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros por Gomes da Silva (2003), e, entre os sistemas de avaliação usados como apoio, também estão o LEED e o GBC, razão pela qual foram escolhidos para serem analisados em mais profundidade nesta pesquisa, para que possa ser estabelecida uma comparação quanto aos critérios empregados, a fim de que estes sejam aplicados pelo arquiteto no projeto.

3.4.1 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

É o principal sistema de avaliação de edificações verdes nos Estados Unidos. É um *standard* consensual, voluntário e de base nacional, feito para desenvolver edificações sustentáveis e de alta performance, com o objetivo final de promover a transformação do mercado nos USA.

Foi criado pelo USGBC (U.S. Green Building Council), que é a maior coalizão nos USA de líderes da mostra da construção. Estes comandam um consenso nacional para a produção de uma nova geração de edificações que tenham um alto desempenho. Trabalham para desenvolver produtos

⁶⁶ BRE *Environmental Assessment Method*. Sistema inglês.

⁶⁷ *Leadership in Energy and Environmental Design*, programa de certificação do USGBC (U.S. Green Building Council) dos Estados Unidos.

⁶⁸ *Building Environmental Performance Assessment Criteria*. Inspirado no BREEAM.

⁶⁹ *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*. Sistema do Japão.

⁷⁰ *Green Building Challenge*, gerenciado pelo *International Initiative for a sustainable Built Environment* (IISBE).

e recursos do LEED, a conferência internacional anual, a exposição sobre edificações verdes, a manutenção das políticas e a educação e marketing de ferramentas que apoiem a adoção de edificações sustentáveis. Os membros do conselho somam em torno de 3.000 organizações que incluem empresas nacionais e locais de arquitetura e engenharia, fabricantes de produtos, líderes ambientais, como Global Green, The Rocky Mountain Institute (Figura 33 e 34) Conselho de Defesa dos Recursos Naturais, organizações da indústria da construção, como AIA (Instituto de Arquitetos Americanos), construtoras, líderes financeiros, como bancos, e numerosas agências governamentais, universidades e institutos de pesquisa.



Figura 33



GDS consulted on the redevelopment of this brown-field site for the Sydney Olympics Athletes Village.

Figura 34

Figura 33. Sede do Rocky Mountain Institute. Aspen Design Group. Aspen, Colorado, USA. 1984.⁷¹

Figura 34. Consultoria do Rocky Mountain Institute na vila Olímpica de Sydney.⁷²

O LEED foi criado para:

- a) Definir edificações, estabelecendo um padrão comum de medida;
- b) Promover a prática de desenho integrado como um todo;
- c) Reconhecer líderes ambientais na indústria;
- d) Estimular a competição verde;
- e) Elevar a consciência dos benefícios das edificações verdes; e
- f) Transformar o mercado imobiliário.

O LEED descreve o desempenho ambiental desejável de um projeto de uma edificação por meio de um texto base que lista os pré-requisitos e os créditos aos quais se lhes atribui uma pontuação. Tem-se um número de créditos requerido para cada um dos 4 níveis de certificação e, enquanto os pré-requisitos devem ser alcançados para qualquer nível de certificação, os créditos podem ser

⁷¹ Fonte: WINES, 2000, p.68.

⁷² Fonte: <www.rmi.com>

selecionados. Esse sistema de classificação do LEED está apoiado em um guia de referência que explica os pontos e serve para tirar dúvidas durante o desenho e a construção do projeto.

O LEED está dividido por categorias, em 5 áreas de desempenho ambiental. Todas têm um peso outorgado pelo número de créditos; não é possível, entretanto, alterar esse peso dependendo da região em que se localize o projeto. O certificado é dado em 4 níveis: certificação, prata, ouro (figuras 35, 36 e 37) e platina (figura 38), de acordo com o desempenho da edificação.



Figura 35. Edifício de escritórios Cambria em Edensburg, PA. Construído pelo Departamento de Proteção Ambiental de Pensilvânia. USA. Ganhador do LEED Ouro, na versão 2.0⁷³.



Figura 36. Centro tecnológico e de Ciências de Kansas, Kansas City. Leed Ouro versão 2.0/2003⁷⁴.

⁷³ Fonte: <www.usgbc.org>.

⁷⁴ Fonte: <<http://www.epa.gov/oaintrnt/facilities/kansascity-lab.htm>>.

- **Processo de Certificação**

A certificação LEED premia projetos de edificações que tenham demonstrado um comprometimento com a sustentabilidade, alcançando os mais altos parâmetros de desempenho. Para verificar se um projeto será aplicável a um selo do LEED, a USGBC encoraja as equipes a usarem o *Checklist Leed Rating System*⁷⁵, sendo que a aprovação de um projeto em todos os pré-requisitos e a obtenção de um mínimo de 26 pontos na lista são vistos como um potencial para ganhar uma certificação no LEED. Aconselha-se registrar o projeto logo nas suas primeiras fases, já que assim é possível estabelecer contato com a USGBC, obtendo-se informações e softwares. O sistema de avaliação do LEED certifica edificações, e o exame de acreditação LEED certifica profissionais.

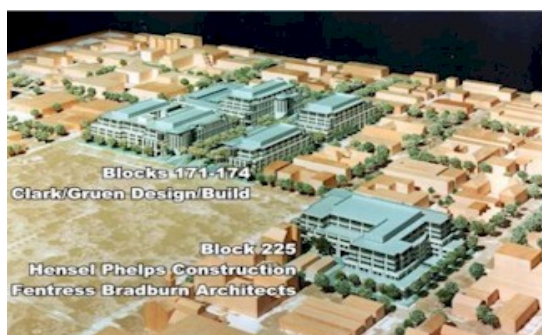


Figura 37



Figura 38

Figura 37. *Capitol Area East End Complex block 225. LEED Ouro Versão 2.0*⁷⁶.

Figura 38. *Donald Bren School of Environmental Science & Management University of California, Santa Barbara. LEED platina Versão 1.0*⁷⁷.

Os critérios de LEED são atualmente empregados para :

- Construções novas e grandes renovações (LEED-NC), aplicado para edifícios comerciais, escritórios, edificações institucionais, como bibliotecas, colégios, museus, igrejas, hotéis, e edificações residenciais multifamiliares;
- Operações de edificações existentes (LEED-EB);
- Projetos de Interiores Comerciais (LEED-CI);
- Core and shell projects* (LEED-CS);
- LEED Homes* (LEED-H): (em desenvolvimento); e
- Neighborhood development* (LEED-ND).

⁷⁵ Sistema de pontuação do LEED.

⁷⁶ Fonte: <<http://www.eastend.dgs.ca.gov/abouttheproject/default.htm>>.

⁷⁷ Fonte: <<http://www.esm.ucsb.edu>>.

Neles se procura, dentro do projeto, qualidade do ar interno, eficiência energética, uso racional da água, programas de reciclagem, programas de manutenção exterior e atualização de sistemas para melhoria no desempenho de energia, água e luz.

Existem várias versões do LEED, sendo a 1.0 a versão inicial, a 2.0, a seguinte, e a 2.1, a versão atual e mais recente.

Segundo Epstein e Larsson (2002), foram detectados alguns problemas nas versões 2.0 e 2.1, tais como:

- a) Dificuldade na coordenação e no desenvolvimento de atualizações, na hora de selecionar qual tipo de certificação se quer atingir; e
- b) O fato de as exigências dos projetos não serem regionais e de o usuário ter direito a incorporar até 4 itens a mais para seu projeto, criando com isso uma dificuldade na avaliação final, já que os pontos podem ser colocados para sua própria conveniência, e não para a do meio ambiente.

Por essas razões, alguns grupos estão propondo uma versão 3.0, que seria mais eficiente, dando mais adaptação regional, o que resolveria algumas questões. A referente versão seria um sistema computadorizado em que focar-se-iam as características exatas e o contexto de um projeto chamado por eles de LEED Multi-Dimensional.

Ao se saber quais são os requisitos avaliados num sistema como o LEED, pode-se fazer o caminho inverso para buscar o que o projeto deveria ter para o alcance da sustentabilidade, para a qual, como já foi colocado anteriormente, será feita uma análise mais profunda dos requisitos buscados pelo LEED para a certificação dos projetos. Para tanto foi escolhido o LEED-NC, que é usado para edifícios comerciais e residenciais multifamiliares, já que o foco da pesquisa é o projeto de arquitetura nesses ambientes, o que será mostrado no próximo capítulo. A versão escolhida é a mais atualizada, ou seja, a 2.1.

3.4.2 Green Building Challenge – (GBC)

GBC é um sistema hierárquico de critérios de avaliação para edificações, desenvolvido com o propósito de dar destaque e de incentivar o desempenho ambiental das mesmas. Ele foi montado por meio de um esforço internacional de cooperação, é gerenciado pelo IISBE e está presente em vários

países, entre eles alguns países europeus e, na América, nos Estados Unidos e Canadá. Através dele são incentivadas pesquisas na área, realizadas conferências a cada dois anos e publicações, bem como desenvolvida sua própria ferramenta de avaliação ambiental: o GB Tool.

- **GB Tool**

O processo de pesquisa do GB Tool envolveu uma equipe internacional que determinou quais padrões de medidas são importantes para o desempenho das edificações, tais como energia (figuras 39, 40 e 41), materiais e qualidade do ar. O GB Tool requer uma customização regional e permite a avaliação de construções novas ou reformas de qualquer espécie de edifício dentro de 4 tipos diferentes de ocupação, de acordo com um contexto regional. Faz-se uso de um sistema de planilhas eletrônicas interconectadas, onde são colocados os dados de entrada referente ao contexto e projeto, fazendo-se um cruzamento daqueles para, assim, gerar resultados identificados em forma de valores numéricos.

A informação regional usada diz respeito a:

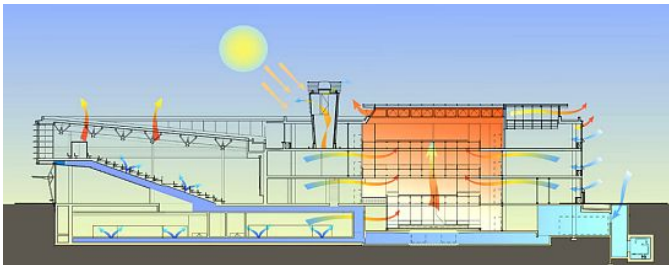
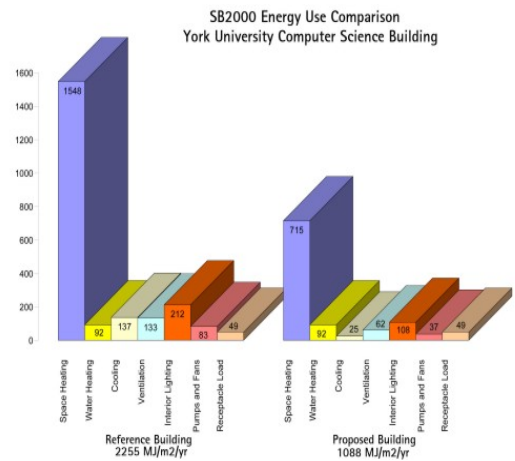
- a) Consumo e geração de energia;
- b) Contexto urbano, vizinho e do terreno a ser implantado o projeto; e
- c) Análise parametral.

A informação sobre o projeto se refere a:

- a) Sistemas arquitetônicos;
- b) Sistemas técnicos e consumo de energia;
- c) Áreas de piso, parede;
- d) Materiais;
- e) Gerenciamento e operações da construção; e
- f) Custo econômico e do ciclo de vida.

GB Tool contém 4 níveis de parâmetros para sua avaliação de desempenho, divididos em: temas, categorias, critérios e sub-critérios (os dois últimos aplicados em particular ao edifício). Da avaliação participam especialistas regionais que podem alterar os pesos de cada categoria, porque o enfoque principal não é o edifício, e sim a área em particular. Assim, os pontos são relativos ao contexto em que está inserido o projeto, dando números absolutos do impacto deste sobre o meio ambiente regional e nacional.⁷⁸

⁷⁸ Fonte: <<http://www.greenbuilding.ca/>>



Figuras 39, 40 e 41: Informações apresentadas pelo York *University Computer Science Building* para participação na certificação da GBC. Busby+Associates Architects with Van Nostrand di Castrì Architect. Toronto, Canadá. Projeto premiado pelo GBC⁷⁹.

Dada sua abrangência internacional e sua referência na América Latina, o GBC será o outro sistema de avaliação de edifícios analisado em maior profundidade no próximo capítulo, no qual serão vistos seus critérios de avaliação em comparação com outros indicadores de sustentabilidade e sistemas de avaliação de edifícios.

Na continuação, far-se-á uma breve revisão sobre a situação do Brasil em questões referentes à legislação ambiental e à avaliação de projetos e edificações sustentáveis, passando-se dos parâmetros nacionais até os parâmetros locais de indicadores de sustentabilidade contextualizados para o local de estudo da pesquisa, como o é a Agenda 21 para o Município de Florianópolis.

⁷⁹ Fonte: <<http://www.iisbe.org/iisbe/gbc2k5/gbc2k5-start.htm>>

3.5 A SITUAÇÃO DO BRASIL

Na América Central e América do Sul, não existe sistema algum de avaliação para edificações verdes. Há muitas empresas e organizações que trabalham para um desenvolvimento sustentável, muitas das quais dão prêmios sobre diversos temas, como educação, implantação e desenvolvimento de produtos. A maior norma certificadora em nível ambiental nessas áreas é também a ISO 14000, por ser esta de escala global, no entanto os certificados são dados às empresas ou instituições por processos, e não aos projetos.

Alguns países na América Latina, como o Chile e Brasil, têm membros representantes do IISBEE. Seus projetos se utilizam da ferramenta do GB Tool e são apresentados para receber a certificação do LEED. No Brasil, como já foi comentado, estão sendo feitos avanços na área por meio de trabalhos recentes, como o apresentado por Gomes da Silva (2003), e também por meio de pesquisas em áreas relacionadas com a sustentabilidade nas edificações em várias universidades do Brasil, como a Universidade Federal de Santa Catarina, a Universidade Estadual de Campinas e a Universidade de São Paulo, entre outras.

A tendência é a de ser um processo parecido com Estados Unidos e Canadá, com uma visão de um possível diferencial para as empresas e pessoas envolvidas no processo da construção. Tem-se feito avanços também com a implantação da ISO, da Agenda 21 e, mais recentemente, do PBQP-H⁸⁰, o qual estabelece níveis de qualidade para processos produtivos. Há também várias legislações que incentivam de alguma forma o tema da sustentabilidade, mas não dão enfoque diretamente às edificações, senão mais ao processo da construção como um todo. Algumas delas serão apresentadas a seguir.

3.5.1 Legislação Ambiental no Brasil

Existem várias legislações ambientais no Brasil⁸¹, datadas a partir do ano 1965, que tratam de assuntos relacionados ao código florestal, à proteção da fauna, ao meio ambiente, ao licenciamento ambiental, ao estudo prévio de impacto ambiental, ao gerenciamento de recursos hídricos, às diretrizes gerais da política urbana, à gestão dos resíduos da construção civil, entre outras. A que merece maior

⁸⁰ PBQPH - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.

⁸¹ Disponíveis em: <http://www.unama.br/INSTITUCIONAL/ProReitorias/Pppe/Supes/MeioAmbiente/Legislação%20BR.html>, acessado em 6 janeiro de 2005.

destaque, dentre todas, por ser uma das mais recentes e que influencia de maneira mais direta o processo de construção de edificações, juntamente com toda a cadeia produtiva deste, é a Resolução Nº. 307 do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente.

- **Resolução CONAMA: Nº 307, Ano 2002**⁸²: "estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil". Data da legislação: 05/07/2002. Publicada em 17/07/2002, para entrar em vigência em dezembro de 2003.

Esta resolução considera os resíduos da construção civil, quando depositados em locais inadequados, como poluidores do meio ambiente. Também considera que os geradores daqueles devem ser responsáveis pelo destino seguro dos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos, já que se considera que os resíduos sólidos desse tipo têm uma viabilidade de reciclagem.

Na medida em que se recicla ou reutiliza o entulho de obra, menos energia é gasta na obtenção de matéria prima, o que para o país representa uma economia no setor energético, uma redução na poluição ambiental e uma base para que todo o setor da produção civil pense na utilização de materiais para a obra de uma forma mais sustentável com o meio ambiente.

3.5.2 Indicadores Locais: Agenda 21 para Florianópolis

Após terem sido analisados indicadores de sustentabilidade globais e nacionais, passa-se, agora, para uma escala local a fim de contextualizar cada vez mais as informações dentro do ambiente de estudo da pesquisa, que é a Ilha de Santa Catarina.

Assim, seguindo a diretriz da Agenda 21, de elaboração de análises e planos para soluções aos problemas locais, foi começado o processo de criação da Agenda 21 para Florianópolis em 1997.

⁸² A Resolução pode ser lida na íntegra no site do Ministério do Meio Ambiente Brasileiro: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>.

Segundo consta no documento *Agenda 21 Local do Município de Florianópolis (2001)*, objetiva-se, com este documento, uma busca por desenvolvimento sustentável através da regionalização do município, sem esquecer o enfoque global da gestão de recursos naturais e ambientais na tentativa de que sejam encontrados parâmetros ideais para o sucesso dos planos diretores, da cultura e da cidadania, da infra-estrutura, da qualidade de vida, da geração de empregos e renda.

Florianópolis está oficialmente dividida em 12 distritos administrativos, mas, para efeito de um melhor aproveitamento, criou-se dentro da Agenda 21 uma nova regionalização municipal que representa mais ou menos o movimento sócio-econômico e cultural da atualidade. Além disso, após inúmeras reuniões, foi decidida a realização de Seminários Regionais em 10 regiões dentro do município.

Com isto, foram obtidos dados relativos aos problemas, às potencialidades e aos indicadores de soluções, sendo as áreas temáticas envolvidas as relacionadas abaixo:

- a) Desenvolvimento sustentável regionalizado;
- b) Gestão dos recursos naturais e ambientais;
- c) Planos diretores e a comunidade;
- d) Cultura e cidadania;
- e) Infra-estrutura e qualidade de vida;
- f) Geração de emprego e renda.

Dada essa diversidade de temas e o enfoque global da agenda 21, a maioria dos dados obtidos corresponde a problemas cujas soluções ficam num campo macro, de desenho urbano, re-estruturação da cidade e envolvimento de políticas públicas. Entretanto, alguns desses dados podem servir de parâmetro para o desenho das edificações propriamente dito, o que foi levado em conta para a análise feita por regiões, a qual será mostrada a seguir. Das 10 áreas (Figura 42) em que se dividiu o município, 8 foram analisadas, que são as correspondentes à Ilha de Santa Catarina, local onde é focada a pesquisa. Esses dados serão posteriormente retomados para a elaboração do capítulo final de diretrizes de projeto para Florianópolis.

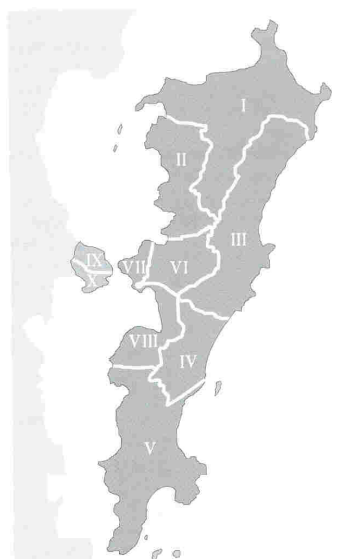


Figura 42. Divisão do Município de Florianópolis, proposta pelo Fórum da Agenda 21 Local para efeito do Desenvolvimento Sustentável Regionalizado⁸³.

Um diagnóstico geral de todas as regiões apresenta problemas comuns a todas, como:

- a) Falta de ciclovias para incentivar um transporte alternativo moderno, não poluidor para a população; falta de incentivo ao transporte público;
- b) Falta de calçadas e de arborização;
- c) Falta de praças, espaço verde e de lazer;
- d) Falta de energia;
- e) Falta de água, principalmente no verão e nas praias;
- f) Falta de implantação de projeto de tratamento de esgoto, já que este é jogado de forma irresponsável nos cursos de água e na canalização de drenagem, comprometendo o lençol freático; os que têm fossa e sumidouros nem sempre os mantêm em funcionamento com qualidade; e
- g) Falta de sistema de drenagem pluvial.

Além dos problemas anteriormente citados, em particular para cada região apresentam-se outros, característicos do local, o que com algumas soluções possíveis, será mostrado a seguir:

a) Região I: Praia da Lagoinha, Praia Brava, Ponta das Canas, Praia da Cachoeira, Cachoeira do Bom Jesus, Vargem do Bom Jesus, Vargem Grande, Praia dos Ingleses, Praia do Santinho, Sítio Capivari, Praia de Canasvieiras, Praia de Jurerê, Jurerê Internacional, Praia do forte, Praia da Daniela, Vargem Pequena e Ratoles.

⁸³ Fonte: Agenda 21 Florianópolis, 2001, p.38.

Problema:

- Drenagem insuficiente nas áreas planas e baixas de um modo geral.

b) Região II: Sambaqui, Santo Antônio de Lisboa, Cacupé, João Paulo (Saco Grande I), Saco grande II e Monte Verde.

Problemas:

- Falta calçadas; e
- Ocupação de encostas que produzem erosão, para a qual precisa ser definida precisamente a cota de implantação máxima.

c) Região III: São João do Rio Vermelho, Muquém, Barra da Lagoa, Fortaleza, Lagoa da Conceição, Retiro da Lagoa, Costa da Lagoa, Canto dos Araçás, Canto da Lagoa e Porto da Lagoa.

Problemas:

- Solo frágil com uma permeabilização característica; forte comprometimento de suas águas superficiais e subterrâneas, com uma poluição direta da navegação dentro da Lagoa;
- Poluição visual por propagandas comerciais privadas; e
- Moradores carecem de conscientização ecológica.

d) Região IV: Rio Tavares, Fazenda do Rio Tavares, Porto do Rio Tavares, Campeche e Morro das Pedras.

Problema:

- Tem havido muita ocupação em área indevida.

Soluções:

- Devem proteger-se as dunas, já que algumas delas apresentam vegetação de restinga que ajuda a evitar a erosão marinha e facilita a recarga dos lençóis freáticos de abastecimento público;
- Organização comunitária deve ser base importante de atuação neste setor;
- Crescimento da região deve ser pautado no princípio da sustentabilidade dos ecossistemas existentes;
- É prioritário preservar a atual característica de permeabilidade do solo para a manutenção dos lençóis freáticos; e
- Deve-se evitar a construção de grandes edificações, já que pela fragilidade da estrutura geológica da região entre mares, a cobertura do solo por impermeabilização impediria a recarga do aquífero de abastecimento público e provocaria escassez de água no futuro.

e) Região V: Armação, Matadeiro, Pântano do Sul, Saquinho, Costa de Dentro, Costa de Cima, Praia da Solidão, Alto Ribeirão, Ribeirão da Ilha, Costa do Ribeirão, Sertão do Ribeirão, Lagoa do Peri, Caiacanguçu, Tapera do Ribeirão, Caieira da Barra do Sul e Naufragados.

Problemas:

- Não há água tratada para uma grande parte da população; e
- Falta sistema de drenagem das águas pluviais.

Soluções:

• Desenvolvimento do ecoturismo, aproveitando os caminhos já existentes e as inúmeras trilhas antigas;

- Evitar invasão de áreas de APP e dar educação à população; e
- Deixar espaços para tráfego de carroças em determinadas localidades.

f) Região VI: Itacorubi, Santa Mônica, Parque São Jorge, Córrego Grande, Jardim Anchieta, Trindade, Pantanal, Carvoeira, Serrinha, Morro da Cruz (leste).

Problemas:

• Poluição das águas é insuportável, pois residências e instituições lançam esgotos a céu aberto em córregos e manguezais;

- Coleta de lixo ineficiente;
- Muitas moradias encontram-se acima da cota 100 e nas margens dos cursos de água;
- Área com problema de enchente, causada por erosão, retirada da cobertura vegetal, impermeabilização do solo, lixo, entulho e drenagem obsoleta; e

- Elevado índice de uso de energia.

Soluções:

• Deve-se impedir corte de árvores nativas e promover uma adaptação da arquitetura ao ambiente vegetal;

- Deve-se incentivar o uso de espécies medicinais nos jardins de residências;
- Não formar entulhos e lixos jogados em terrenos baldios;
- Incentivar implantação de hortas comunitárias;
- A CASAN deve avaliar a potencialidade, existente na região, de água de qualidade, principalmente para prédios multifamiliares; e

- Evitar a ocupação de residências próximas às áreas de mananciais.

g) Região VII: Agronômica, Centro, Prainha, Morro da Cruz (oeste) e Cristo Redentor.

Problemas:

- Poluição sonora de bares e casas noturnas;
- Poluição de ar; e
- Moradores de casas de baixa renda sem conforto, sem energia elétrica, ocupando áreas de preservação permanente.

Soluções:

- Precisa-se programa de recuperação da cobertura vegetal dos morros, com projetos de contenção das encostas, evitando novos desmatamentos e ocupação indevida;
- Conscientização da população para não jogar lixo em áreas impróprias; e
- Utilização de lixo orgânico na produção de composto e húmus para a agricultura.

h) Região VIII: José Mendes, Saco dos Limões, Costeira do Pirajubaé, Aeroporto, Carianos, Sítio Valerim e Tapera da Base.

Problemas:

- Problema de enchentes, agravado pela construção da Via expressa Sul;
- Implantação de poços artesianos próximos a fossas sépticas, ocasionando riscos à saúde dos consumidores; e
- Depósitos de lixo ao ar livre.

Soluções:

- O plano diretor dessa região deve prever que as ruas nas encostas mais ou menos sejam projetadas no mesmo sentido das curvas de níveis;
- Não ter construções junto aos córregos ou áreas de risco para evitar o desmatamento, diminuir a erosão e aplacar a destruição das enchentes;
- Não ter construções em manguezais, APP e áreas de risco; e
- Promoção da coleta seletiva de lixo.

Neste capítulo, foram apresentados os principais indicadores ambientais da atualidade, bem como os sistemas de avaliação de edificações, contextualizando-os de forma geral. Entre eles foram escolhidos para esta pesquisa e serão apresentados no capítulo seguinte os considerados mais importantes por suas características de influência direta no desenho do projeto arquitetônico dentro do contexto brasileiro.

CAPÍTULO 4. COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE

4.1 METODOLOGIA

Considerou-se para um maior aprofundamento alguns dos documentos vistos anteriormente, os quais foram eleitos de forma a que proporcionassem parâmetros globais de sustentabilidade na arquitetura (Agenda 21) e de parâmetros mais específicos às edificações (LEED e GB Tool), pensando-se em aspectos ambientais, sociais e econômicos, e estudando-se todos os pontos que cada um levava em conta dentro do panorama de sustentabilidade aplicado à edificações.

Na Agenda 21, foram escolhidos os capítulos que continham critérios de sustentabilidade ambiental, social ou econômica, que afetassem de forma mais direta o objeto de estudo: arquitetura de edificações, e foi colocado para comparação o resumo de cada um dos pontos contemplados, como apresentado pelo MMA.⁸⁴

O LEED tomado como referência para o estudo foi a última versão 2.1, do tipo LEED-NC, que é considerado para grandes construções ou renovações e focado especificamente para edificações residenciais multifamiliares e comerciais, entre outras. Foram considerados todos os pontos analisados pelo LEED na sua ficha de avaliação, os quais serão mostrados, de forma resumida, a critério próprio, com as características mais relevantes de cada um. A ferramenta de avaliação ambiental analisada, GB Tool⁸⁵, corresponde à versão mais recente, de 2005, a qual foi divulgada já como sendo válida desde finais do ano 2004. Novamente foram considerados todos os pontos analisados pelo GB Tool, resumindo as características mais importantes através também do *GB Tool User Manual* (COLE; LARSSON, 2002)⁸⁶. As cores que aparecem no quadro correspondem à fase do empreendimento indicada pelo GB Tool, inerente à diretriz: Pré-Projeto, Projeto, Construção e Operação:

⁸⁴ Ministério do Meio Ambiente – Brasil.

⁸⁵ Fonte: <http://www.iisbe.org/down/gbc2005/GBtool_2k5_Demo_unlocked/>

⁸⁶ Fonte: <<http://www.iisbe.org/down/gbc2005/>>

Pre-Projeto	
Projeto	
Construção	
Operação	

Tabela 1. Fases de Pré-projeto, Projeto, Construção e Operação identificada por cor de acordo ao GBTool⁸⁷.

Posteriormente, foram classificados a critério próprio em diversas categorias, de forma a se estabelecer semelhanças entre os critérios ou temas contemplados em cada um deles. O que se apresenta a seguir em forma de quadro comparativo, onde se busca identificar quais parâmetros auxiliam a etapa de projeto e de que maneira auxiliam na busca de diretrizes para a sustentabilidade.

4.2 QUADRO COMPARATIVO

⁸⁷ Fonte: <http://www.iisbe.org/down/gbc2005/GBtool_2k5_Demo_unlocked/>

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
LOCAL SUSTENTÁVEL				
Controle de sedimentação e da erosão.	Desenhar um plano de controle da erosão e sedimentação de acordo com as normas locais.	Medidas planejadas para minimizar o impacto do processo de construção ou paisagismo na erosão do solo.		<p>(Cap. 10) Abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos terrestres</p> <p>(Cap 12) Manejo de ecossistemas frágeis: a luta contra a desertificação e a seca</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Fortalecimento da base de conhecimentos e desenvolvimento de sistemas de informação e monitoramento para regiões propensas à desertificação e seca, sem esquecer os aspectos econômicos e sociais desses ecossistemas. <input type="checkbox"/> Combate à degradação do solo por meio, da intensificação das atividades de conservação do solo, florestamento e reflorestamento. <input type="checkbox"/> Desenvolvimento e fortalecimento de programas de desenvolvimento integrado para a erradicação da pobreza e a promoção de sistemas alternativos de subsistência em áreas propensas à desertificação. <input type="checkbox"/> Desenvolvimento de programas abrangentes de antidesertificação e sua integração aos planos nacionais de desenvolvimento e ao planejamento ambiental nacional. <input type="checkbox"/> Desenvolvimento de planos abrangentes de preparação para a seca e de esquemas para a mitigação dos resultados da seca, que incluam dispositivos de auto-ajuda para as áreas propensas à seca prepararem programas voltados para enfrentar o problema dos refugiados ambientais. <input type="checkbox"/> Estímulo e promoção da participação popular e da educação sobre
Seleção do local	Seguir planos diretores, leis federais, estaduais, municipais, ambientais e código de obra; dando preferência a locais que não sejam restritivos ou sensíveis; minimizar os efeitos negativos da implantação do edifício; colocar estacionamentos em subsolos; compartilhar serviços com vizinhos.	<p>Encorajar seleção de local com pouco valor ecológico, ou ecologicamente estável, e quando isso acontecer, realçar a ecologia do local, criando conexões para manter os sistemas naturais do local.</p> <p>Evitar seleção de local com alto valor agrícola.</p> <p>Não selecionar local vulnerável à inundação</p> <p>Desencorajar a seleção de local onde o risco de poluição de manancial de água próximo seja alto.</p>		<p>(Cap 13) Gerenciamento de ecossistemas frágeis: desenvolvimento sustentável das montanhas</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração e fortalecimento dos conhecimentos relativos à ecologia e ao desenvolvimento sustentável dos ecossistemas das montanhas. <input type="checkbox"/> Promoção do desenvolvimento integrado das bacias hidrográficas e de meios alternativos de subsistência. <p>(Cap. 14) Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Revisão, planejamento e programação integrada da política agrícola à luz do aspecto multifuncional da agricultura em especial no que diz respeito à segurança alimentar e ao desenvolvimento sustentável. <input type="checkbox"/> Obtenção da participação popular e promoção do desenvolvimento de recursos humanos para a agricultura sustentável. <input type="checkbox"/> Melhoria na produção agrícola e dos sistemas de cultivo por meio da diversificação do emprego não-agrícola e do desenvolvimento da infra-estrutura.

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21(Indicadores Ambientais)
TRANSPORTE ALTERNATIVO	Revitalização urbana	Dar preferência a áreas urbanas com infraestrutura existente.	Planejar desenvolvimento de densidade Avaliação de possíveis renovações		
	Restauração de áreas degradadas	Dar preferência à urbanização de áreas degradadas e restaurá-las, como aterros sanitários, depósitos de detritos, áreas abandonadas.	Encorajar seleção para o projeto de áreas já degradadas ou terras contaminadas.		
	Acesso ao transporte público	O projeto deve estar localizado preferencialmente dentro de 800m de uma estação de trem ou metrô, ou 400 m de 2 ou mais linhas de ônibus.	Encorajar seleção de locais que estejam próximos ao transporte público.		
			Encorajar seleção de locais que estejam dentro de distâncias razoáveis de centros de trabalho Encorajar seleção de locais próximos a facilidades comerciais e culturais, em distâncias que possam ser percorridas a pé. Encorajar seleção de local próximo a espaço verde público para esportes e/ou lazer, que possa ser percorrido a pé.		
	Bicicletários e vestiários	Para edifícios comerciais ou institucionais, colocar bicicletários com vestiário e duchas (dentro de 18 m do edifício) para mais de 5% dos ocupantes. Para edifícios residenciais, colocar bicicletários cobertos para 15% ou mais dos ocupantes.	Apoio ao uso da bicicleta, fornecendo locais pra guardá-la, quando há ciclovias disponíveis.		
	Veículos com combustível alternativo	Dar veículos com combustível alternativo para 3% dos ocupantes do edifício e dar espaço preferencial nas garagens para esses veículos, ou instalar estações de combustível alternativo para 3% da capacidade de estacionamento de veículos do local. As estações de combustível líquidas ou a gás devem ter ventilação separada ou localizada fora.	Não disponível em GB Tool		
	Capacidade de estacionamento	Para novos projetos: que a capacidade de estacionamento alcance, mas não exceda, os requisitos mínimos locais, dando preferência de estacionamento para carros públicos, capazes de atender 5% dos ocupantes. Para revitalizações: não fazer mais estacionamentos e idem ao anterior na preferência de estacionamento. Considerar compartilhamento de estacionamentos com prédios vizinhos.	Desencorajar o uso de veículos particulares através de políticas públicas ou redução das vagas de estacionamento.		

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
Reduzir o distúrbio do local, proteger ou restaurar o espaço aberto.	Em áreas verdes, limitar o distúrbio incluindo trabalho na terra e limpeza de vegetação a 12m além do perímetro do edifício, 1,5m além do meio-fio da estrada principal, calçadas e principais valas de serviços, e a 7.5m além de áreas construídas com superfícies permeáveis que requerem áreas de plataforma adicionais para limitar compactação na área construída; ou em locais previamente desenvolvidos, restaurar um mínimo de 50% do local (excluindo a pegada do prédio), substituindo superfícies impermeáveis com vegetação adaptada ou nativa. Fazer um levantamento do local para identificar elementos e adotar um <i>master plan</i> para desenvolvimento.	Planejar medidas para minimizar distúrbios de cursos de água ou outras características naturais do local. Encorajar uso planejado de plantas nativas, incluindo árvores		
Reduzir o distúrbio do local: pegada de desenvolvimento.	Reduzir a pegada de desenvolvimento (definida como a pegada completa do edifício, caminhos de acesso, e estacionamento) para exceder os requerimentos locais de espaço aberto para o local em 25%. Para áreas sem exigências locais, designar espaço aberto junto ao edifício, igual à pegada de desenvolvimento.			
				<p>(Cap. 11) Combate ao desflorestamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Manutenção dos múltiplos papéis e funções de todos os tipos de florestas, terras florestais e regiões de mata. <input type="checkbox"/> Aumento de proteção, do manejo sustentável a da conservação de todas as florestas e provisão de cobertura vegetal para as áreas degradadas por meio de reabilitação, florestamento e reflorestamento, bem como de outras técnicas de reabilitação. <input type="checkbox"/> Promoção de métodos eficazes de aproveitamento e avaliação para restaurar plenamente o valor dos bens e serviços proporcionados por florestas, áreas florestais e áreas arborizadas. <input type="checkbox"/> Estabelecimento e/ou fortalecimento das capacidades de planejamento, avaliação e acompanhamento de programas, projetos e atividades da área florestal, inclusive comércio e operações comerciais.
				(Cap. 15) Conservação da Diversidade Biológica

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
					(Cap. 16) Manejo ambientalmente saudável da biotecnologia: <input type="checkbox"/> Aumento da disponibilidade de alimentos, forragens e matérias-primas renováveis. <input type="checkbox"/> Melhoria da saúde humana. <input type="checkbox"/> Aumento da proteção do meio ambiente. <input type="checkbox"/> Aumento da segurança e desenvolvimento de mecanismos de cooperação internacional. <input type="checkbox"/> Estabelecimento de mecanismos de capacitação para o desenvolvimento e a aplicação ambientalmente saudável de biotecnologia.
PAISAGISMO EXTERIOR	Desenho externo e paisagismo para reduzir ilhas de calor (para locais sem teto)	Dar sombra (dentro de 5 anos) e/ou usar materiais com cores claras de alta refletância solar e/ou pavimentação de grade aberta para no mínimo 30 % das superfícies impermeáveis sem teto (incluindo estacionamentos, caminhos, praças, etc.), ou local mínimo 50% dos estacionamentos em subsolo ou com proteção ou usar sistema de pavimentação de grade aberta (menos de 50% impermeável) para mínimo 50% da área de estacionamento. Formar superfícies construídas dentro do local com características de paisagem e minimizar a pegada total do edifício. Considerar substituição de superfícies construídas, como teto, caminhos, etc, com superfícies vegetais, como tetos jardins e materiais de alta refletância.	Paisagismo e áreas com pavimentação para reduzir ilhas de calor: assegurar-se que as áreas abertas do local são tratadas com paisagismo ou pavimentadas com materiais refletivos, para minimizar a re-radiação infravermelha na atmosfera, que incrementaria o efeito de ilha de calor.		
	Desenho externo e paisagismo para reduzir ilhas de calor (para locais com teto)	Usar cobertura refletiva para 75% da área do teto, ou teto jardim para 50% da área, ou combinar cobertura refletiva e teto jardim para 75% da área do teto.	Encorajar o uso de sistemas de cobertura com alta reflexão ou teto jardim, ou a combinação dos dois, para minimizar a irradiação da radiação infravermelha à atmosfera.		
			Evitar maior exposição a ventos adversos através da altura do edifício: fazer de preferência o edifício da mesma altura dos vizinhos ou até 50% a mais, tomando precauções para exposição maior aos ventos para edifícios em altura de 10 ou mais pavimentos. Desenhar características para limitar mudanças térmicas acumulativas na água dos lagos ou superfícies aquíferas subterrâneas.		

	LEED (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
DESENHO URBANO			Promover usos mistos dentro do projeto. Incentivar projetos que mantenham uma relação com a paisagem urbana existente (em termos de altura do edifício, relação de cheios e vazios, cores, materiais usados)		
			Compatibilidade do desenho urbano com valores culturais locais.		
			Manutenção de valores hereditários de prédios existentes.		
			Oferecimento de espaço verde público.		
			Uso planejado de árvores para sombra e absorção de CO2.		
			Manutenção e desenvolvimento de corredores para a vida selvagem, adjacentes ao local.		
USO RACIONAL DA ÁGUA					
					<p>(Cap. 17) Proteção de oceanos, de todos os tipos de mares - inclusive mares fechados e semifechados - e das zonas costeiras e proteção. Uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento integrado e desenvolvimento sustentável das zonas costeiras, inclusive zonas econômicas exclusivas. • Proteção do meio ambiente marinho. <p>(Cap. 18) Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. • Abastecimento de água potável e saneamento. • Água e desenvolvimento urbano sustentável.
	Paisagismo com uso eficiente da água	Usar tecnologias para irrigação de alta eficiência ou usar água da chuva ou água reciclada para reduzir de 50 a 100% o uso de água potável para irrigação. Não instalar sistema de irrigação permanente. Usar plantas nativas para reduzir necessidade de irrigação.	Medidas de desempenho e planos de gerenciamento para limitar o uso de água potável para irrigação do terreno		

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Ind. Ambientais)
Uso de tecnologias inovadoras para evitar desperdício da água.	Reduzir o uso da água das empresas municipais para esgoto no mínimo em 50% ou tratar 100% da água usada no local para outros usos. Especificar instalações eficientes como banheiros de compostagem, mictórios com menos uso de água.	Desenhar características para limitar efluentes líquidos das operações do edifício enviados fora do local.		
Redução do uso da água.	Usar estratégias que reduzam de 20% a 30% o uso normal de água calculada para um edifício (sem contar para irrigação). Estimar a quantidade de água potável e não potável necessária ao edifício. Usar alternativas eficientes, como: banheiros de compostagem, mictórios de menos água, reutilização de água de chuva e água usada para aplicação de bwc, mictórios e sistemas mecânicos.	Desenhar medidas e planos de gerenciamento para limitar o uso da água potável para os sistemas do edifício e as necessidades dos ocupantes.		
Gerenciamento de água de chuva, índice e quantidade.	Se a impermeabilidade existente no local é menor ou igual a 50%, implementar um plano de gerenciamento de água da chuva que previna a carga máxima de chuva em um período de 24 horas e que tenha como retirar isso para evitar enchente; ou, se for maior que 50%, implementar um plano que resulte em diminuição de 25% da taxa e quantidade de escoada da água de chuva. Desenhar o projeto do local para manter fluxos naturais da água das chuvas promovendo infiltração. Especificar tetos jardins, superfícies permeáveis e reuso de água de chuva para usos não potáveis.	Desenhar características que maximizem a retenção de água da chuva para posterior reuso.		
Gerenciamento de água de chuva, tratamento	Implementar um sistema de água de chuva que é desenhado para remover 80% da percentagem anual do total de suspensão de sólidos pós operação e 40% da percentagem anual de fósforo pós operação, baseado na percentagem de carga anual de todas as chuvas menos do que ou igual a 2 anos/24 horas de precipitação.	Desenhar características para minimizar envio de água de chuva não tratada fora do local.		
		<p>Água incorporada nos materiais: selecionar materiais com um mínimo de água potável usada para sua composição.</p> <p>Plano para o sistema de gerenciamento da água da superfície: assegurar-se que a água da superfície é manejada dentro as fronteiras do local e é reinjetada dentro do aquífero.</p> <p>Plano para sistema de tratamento de água potável: assegurar-se que o edifício tem água potável de qualidade quando não é fornecida pelo sistema municipal.</p> <p>Assegurar sistema de separação entre água potável e água cinza para reutilização.</p>		

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
ENERGIA E ATMOSFERA				
Desempenho energético mínimo.	Estabelecer níveis mínimos de eficiência energética no edifício e seus sistemas, seguindo requerimentos de código de energia local. Desenhar a envolvente de edifício e seus sistemas para maximizar o desempenho energético. Usar modelos computacionais para quantificar e comparar o desempenho energético do edifício.	Minimizar o uso de energia primária não renovável usada anualmente para as operações do edifício.		
		Minimizar a energia primária embutida, usada nos componentes do edifício durante o tempo de vida.		
Otimizar desempenho energético.	Reduzir custo energético do edifício comparado ao padrão de 15% até 60% para novos edifícios e de 5% a 50% para edifícios existentes. Sistemas reguladores de energia incluem: boilers, chillers, torres de resfriamento, bomba de calor acoplada ao solo, aquecimento distrital, bombas, unidade de recuperação de calor, tipo de ventilação, resistência de isolamento térmico, elevadores, sistemas de monitoramento de CO2, iluminação e sensores dimerizáveis.	Predizer demanda de picos energéticos para as operações do edifício: minimizar a demanda dos picos elétricos mensais para as operações, especialmente quando a grade está perto da capacidade de pico.		
Energia Renovável	Aumentar uso de energias renováveis gerando maior independência de combustíveis fósseis. Suprir de 5% a 20% o uso de energia total usada no edifício através de sistemas de energias renováveis no local, incluindo solar, eólica, geotérmica, hidro de baixo impacto, biomassa e estratégias de biogás (sem contar luz solar, aquecimento solar, solar passivo e <i>ground source heat pumps</i>).	Plano para usar sistemas de energia renovável no local.		
Energia verde	Determinar as necessidades energéticas do edifício e prover ao menos 50% da eletricidade do edifício de fontes renováveis.	Planos para usar energia fora do local que é gerada de fontes renováveis.		

	LEED v. 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação	Agenda 21(Indicadores Ambientais)
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	Redução de CFC (clorofluorcarbono) em equipamentos HVAC (<i>Heat, ventilation, air conditioning</i>).	Quando se reutilizarem sistemas HVAC existentes, identificar equipamentos que usem refrigerantes CFC e substituí-los. Para novos edifícios, especificar equipamentos HVAC que não usem refrigerantes CFC.	Desenhar características para minimizar emissões de substâncias que esgotem o ozônio durante as operações do edifício.		(Cap. 9) Proteção da atmosfera: <input type="checkbox"/> Consideração das incertezas: aperfeiçoamento da base científica para a tomada de decisões. <input type="checkbox"/> Promoção do desenvolvimento sustentável. <input type="checkbox"/> Prevenção da destruição do ozônio estratosférico. <input type="checkbox"/> Poluição atmosférica transfronteiriça.
	Proteção da camada de ozônio.	Reduzir o dano à camada de ozônio por meio de instalação de equipamentos que não possuam gases que afetem tal camada.			
			Desenhar características para minimizar produção de emissões atmosféricas das operações do edifício que possam resultar em acidificação.		
			Desenhar características para minimizar emissões que levem à foto oxidantes durante as operações do edifício.		
			GHC (<i>greenhouse gas emissions</i>) incorporados em materiais de construção: minimizar a quantidade de emissões de CO2, de fontes não renováveis de energia, usada na extração, fabricação e transporte de materiais e componentes do edifício. Minimizar emissões de CO2 de toda a energia usada das operações anuais do edifício.		
	Medição e verificação	Desenhar o edifício com equipamentos que meçam o consumo de água e energia ao longo do tempo. Medição de: sistemas de iluminação e controle; cargas de motor constante e variável; operação de frequência variável; eficiência dos chillers a cargas variáveis (kw/ton); carga de refrigeração; economia de ar e água; volume de ventilação e pressão estática da distribuição de ar; eficiência dos boilers; sistemas de equipamentos usados para eficiência energética; consumo de água interno e dos sistemas de irrigação. Fazer um plano para aplicar durante a operação do edifício que compare os ganhos previstos com os que realmente foram alcançados.			

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
MATERIAIS				
Reutilização da edificação	Revitalização e renovação de estruturas existentes para edificações novas. Manter de 75% a 100% da estrutura e casca do edifício (sem incluir janelas), ou ainda manter também mais 50% da não casca (paredes, pisos, sistemas de forro e teto). Remover elementos que possam ser contaminantes e atualizar janelas, sistemas mecânicos e de encanamento.	Encorajar o uso planejado de estruturas existentes no local como parte do novo projeto.		
Reutilização de recursos.	Re-uso de 5% a 10% (por custo) de materiais, produtos e mobiliário recuperado, renovado ou reusado.	Incentivar reutilização de materiais recuperados.		
Conteúdo reciclado	Especificar de 5% a 10% (por custo) de materiais do edifício com conteúdo reciclado.	Encorajar uso planejado de materiais reciclados de fontes fora do local, quando possível.		
Materiais locais/ Regionais	Especificar 20% (por custo) dos materiais do edifício que são manufacturados dentro de um raio de 800 km se transportados por caminhão ou 3500 km se transportados por trem. Dentre desses 20%, especificar 50% que sejam extraídos, colhidos ou recuperados dentro de um raio de 800 km a 3500 km. Idem acima.	Incentivar uso planejado de materiais que sejam produzidos dentro da grande região urbana, especialmente materiais pesados como agregados, areia, concreto, alvenaria, aço e vidro.		
Materiais rapidamente renováveis	Especificar (por custo) 5% dos materiais do edifício que sejam rapidamente renováveis (ex: bambú, linóleo, lã).	Não disponível em GB Tool		
Uso de madeira certificada	Usar madeira certificada para mínimo 50% da madeira usada no prédio que deve ser mínimo de 2% dos materiais do edifício.	Incentivar uso planejado de produtos bio base obtidos de fontes sustentáveis, que sejam certificados.		
		Incentivar uso de substitutos de cimento no concreto, como cinza volante, cinza pesada ou cinza de casca de arroz.		

	LEED v. 2.1 (LEED N-C)	Critério Esp. LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
RESÍDUOS					
			<p>Incentivar planejamento na reciclagem de desperdício sólido na comunidade ou projeto: assegurar-se que o desperdício sólido orgânico ou inorgânico é colhido, armazenado e reciclado.</p> <p>Planejar compostagem e reutilização de lodo na comunidade ou projeto. Assegurar-se que o lodo orgânico gerado no local é decomposto e reciclado.</p> <p>Desenhar para desmontar, reusar ou reciclar.</p> <p>Desenhar características para minimizar riscos de desperdício perigoso no local: assegurar-se que lixo tóxico causado pelas operações do edifício é armazenado de forma segura.</p> <p>Lixo de mercúrio de geração de energia: identificar as cargas ambientais causadas pela remoção de lixo nuclear, relacionada ao consumo de energia elétrica do edifício.</p> <p>Lixo nuclear de geração de energia.</p>		<p>(Cap. 19) Manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas tóxicas, incluída a prevenção do tráfico internacional ilegal dos produtos tóxicos e perigosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expansão e aceleração da avaliação internacional dos riscos químicos. • Harmonização da classificação e da rotulagem dos produtos químicos. • Intercâmbio de informações sobre os produtos químicos tóxicos e os riscos químicos. • Implantação de programas de redução dos riscos. • Fortalecimento das capacidades e potenciais nacionais para o manejo dos produtos químicos. • Prevenção do tráfico internacional ilegal dos produtos tóxicos e perigosos <p>(Cap. 20) Manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos, incluindo a prevenção do tráfico internacional ilícito de resíduos perigosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoção da prevenção e redução ao mínimo dos resíduos perigosos. • Promoção do fortalecimento da capacidade institucional do manejo de resíduos perigosos. • Promoção e fortalecimento da cooperação internacional para o manejo dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos. • Prevenção do tráfico internacional ilícito de resíduos perigosos. <p>(Cap. 22) Manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoção do manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos.

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Crítério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	fase operação Gb Tool 2005	Agenda 21(Indicadores Ambientais)
	Armazenagem e coleta de recicláveis	Criar no edifício local p/ separar e armazenar lixo reciclável dividido em o mínimo: papel, vidro, plástico e metais; em local e tamanho adequados e dar educação em reciclagem dentro do edifício.	Desenhar características p/ minimizar desperdício sólido resultante das operações do edifício: ter depósitos de lixo em cada andar, e depósito central de fácil acesso ao caminhão de descarga.		
	Gerenciamento do desperdício da construção	Desenvolver e implementar um programa de gerenciamento do desperdício da construção. Reciclar e/ou recuperar mínimo 50% a 75% dos escombros da construção, demolição e limpeza do terreno (por peso)	Tomar medidas para minimizar desperdício sólido resultante do processo de construção e demolição, entre elas reuso e reciclagem.		
					(Cap 21) Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos <ul style="list-style-type: none"> • Proteção da qualidade e da oferta dos recursos de água doce (18) • Promoção do desenvolvimento sustentável dos estabelecimentos humanos (7) • Proteção e promoção da salubridade (6) • Mudança dos padrões de consumo (4)
	QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA (IAQ)				
	Controle ambiental da fumaça do tabaco (ETS)	Assegurar zero exposição a ETS de não fumantes, proibindo de fumar no edifício ou, designando um espaço que contenha, capture e remova ETS do edifício, o qual deve estar ligado diretamente ao exterior sem recirculação de ETS ao prédio nas áreas de não fumantes, comprovado com testes	Desenhar características para controlar poluentes gerados pelas atividades dos ocupantes: especificamente fumaça do tabaco.		
	Monitoramento de dióxido de carbono	Instalar um sistema de monitoramento de CO2 permanente que dê feedback no desempenho da ventilação dos espaços de forma que se possam fazer ajustes automáticos. Desenhar o sistema HVAC com sensores para monitoramento de CO2 e integrar estes com o sistema de automação do edifício.	Desenhar características para limitar concentrações de CO2 em áreas de ocupação primária. Fornecer monitoramento de IAQ durante as operações do edifício, instalando sistema de monitoração de CO2 permanente.		
VENTILAÇÃO	Eficácia da ventilação	P/edifícios ventilados mecânicamente, desenhar o sistema de ventilação que resulte numa mudança efectiva de ar maior ou igual a 0.9 como determinado pela ASHRAE 129 - 1997. P/ edifícios naturalmente ventilados	Desenhar características para maximizar a eficácia da ventilação e garantir um nível satisfatório de qualidade do ar em locais de ocupação ventilados mecânicamente		
	Desempenho mínimo da qualidade ambiental interna (IAQ)	demostrar a distribuição e fluxo que envolva no menos do que 90% do ambiente ou área na direção do fluxo do ar por ao menos 95% das horas de ocupação. Estratégias de ventilação envolvem: a envolvente do edifício, deslocamento da ventilação, ventilação a baixa velocidade, janelas operáveis, ventilação pelo piso. Ventilação interna aceitável: ASHRAE 62-2001.	Desenhar características p/ maximizar o movimento do ar em locais mecânicamente ventilados		
			Desenhar características p/ maximizar a eficácia da ventilação em locais naturalmente ventilados, 75% ou mais dos espaços tem ventilação cruzada.		

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
Construção de um plano de gerenciamento de qualidade do ar interno (durante a construção e antes da ocupação).	Implementar um plano que segue os requerimentos de <i>Sheet Metal e Air Conditioning Contractor Association</i> (SMACNA) <i>IAQ Guidelines</i> para edifícios ocupados em construção, 1995. Inclui medidas para proteger equipamentos HVAC, controlar fontes poluidoras e minimizar contaminação de materiais absorventes instalados, como carpetes e forros. Filtros do sistema HVAC devem ser substituídos antes da ocupação. Novo <i>filtration media</i> será de MERV valor 8, se o sistema não operou durante a construção, e, se operou, será de mínimo 13 (Minimum Efficiency Reporting Value - MERV).	Proteção de materiais durante a fase de construção, armazenar. Remover, antes da ocupação, poluições emitidas por materiais de acabamento interno novos; para garantir a IAQ em edifícios com sistema de ventilação mecânica, fazer uma ventilação de 2 semanas com 100% ar externo, principalmente para remover VOCs.		
Materiais de baixa emissividade (adesivos, seladores, pinturas, carpetes, madeira composta)	Reduzir a quantidade de contaminantes do ar interno que tenham cheiro ou sejam potencialmente irritadores para a saúde e conforto dos ocupantes. Adesivos, seladores, pinturas, carpetes devem alcançar os limites de VOC requeridos pelos seus respectivos órgãos. Madeiras compostas ou produtos de agrifibra não devem conter urea-formaldehyde resinas. Especificar materiais nos documentos de construção que tenham baixo VOC (compostos orgânicos voláteis).	Seleção de materiais de acabamento interno, como pinturas, seladores, produtos de madeira composta etc., que contenham baixo VOC, e não usar produtos de madeira composta que contenham resinas urea-formaldehyde.		
Controle de químicos internos e fontes poluidoras	Desenhar para minimizar ventilação cruzada de áreas regularmente ocupadas com poluentes químicos. Desenhar sistemas de encanamento e descarga separados para locais com contaminantes, para alcançar isolamento físico do resto de edifício. Também do quarto de manutenção e operação. Instalar na arquitetura sistema de entrada permanentes como grelhas ou grades para prevenir que contaminantes entrem no edifício. Quartos de lixo e <i>service vestibules</i> devem ser ventilados.	Desenhar características para limitar migração de poluentes entre ocupações. Poluentes gerados pela manutenção do edifício: tomar medidas para minimizar ou evitar o uso de produtos e processo que afetem a qualidade do ar interna.		
Conforto térmico (de acordo com ASHRAE-55-1992)	Estabelecer parâmetros de conforto térmico de acordo com a ASHRAE 55, 1992, incluindo controle da umidade, e desenhar a envolvente do edifício e sistema HVAC para mantê-los dentro do estabelecido pelas zonas climáticas.	Desenhar características para manter temperatura do ar e umidade relativa aceitável em locais ventilados mecanicamente. Idem ao anterior para locais ventilados naturalmente.		

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
ILUMINAÇÃO					
ILUMINAÇÃO NATURAL	Iluminação natural e vistas	Alcançar um fator mínimo de luz solar de 2% (excluindo toda a penetração de luz solar direta) em 75% de todos os espaços ocupados para tarefas visuais críticas, excluindo locais de cópias, depósitos, quartos com equipamentos mecânicos, lavanderia e outras áreas de apoio com baixa ocupação. Vista direta ao exterior de 90% de todos os espaços regularmente ocupados, não incluindo as áreas especificadas acima. Estratégias incluem: orientação do edifício, aumento do perímetro do edifício, instrumentos interiores ou exteriores de sombreamento, vidros de alto desempenho e sensores integrados de luz. Usar maquete física e/ou computacional.	Desenhar características para garantir luz solar aceitável nas principais áreas de ocupação. Garantir acesso a vistas das áreas de trabalho. Orientação do lote para maximizar o potencial solar passivo: os lotes devem estar orientados no máximo possível no eixo leste-oeste, para aproveitar ao máximo o potencial solar.		
			Impacto do edifício no acesso a luz solar ou potencial de energia solar da propriedade adjacente: garantir que a altura ou localização do edifício não impedirá acesso a luz solar de edifícios adjacentes.		
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	Redução da poluição de luz	Eliminar invasão de luz do local da edificação, deixar ver céu noturno e reduzir impactos de desenvolvimento em ambientes noturnos. Seguir normas de iluminação para exterior e interior do edifício de forma que nenhuma iluminação direta saia do local da edificação. Minimizar a luz do local quando possível e modelar usando computador. Cortar uso excessivo de luminárias, usar superfícies de baixa refletância e spots com angulação baixa.	Poluição atmosférica de luz: medida na porcentagem total de luz exterior que sai do edifício, e deve estar contida num cone de 120 graus.		
			Desenhar características para minimizar ofuscamento em ocupações não residenciais.		
			Garantir níveis de iluminação e qualidade de iluminação adequados para áreas públicas e de trabalho em edifícios não residenciais.		

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
RUÍDO E ACÚSTICA					
	Não disponível em LEED		<p>Desenhar atenuação do ruído apropriado através da envolvente do edifício.</p> <p>Evitar transmissão do ruído dos equipamentos do edifício às principais áreas de ocupação: seleção de instalação de equipamentos com baixo nível de ruído e isolamento de equipamentos mecânicos.</p> <p>Desenhar atenuação do ruído entre as áreas de ocupação: isolamento em paredes e pisos.</p> <p>Desenhar desempenho acústico entre as principais áreas de ocupação.</p> <p>Garantir que a poluição eletromagnética seja mantida em um nível que não altere a saúde humana.</p> <p>Medidas de prevenção para reduzir a exposição dos ocupantes à poluição eletromagnética (distância entre fontes e áreas de ocupação).</p>		
FLEXIBILIDADE E ADAPTABILIDADE					
	Não disponível em LEED		<p>Encorajar utilização espacial eficiente no edifício.</p> <p>Facilidade para modificar sistemas técnicos do edifício, HVAC, cabeamento, telecom, iluminação, banheiros, cozinhas.</p> <p>Garantir que a localização de elementos essenciais e colunas e a capacidade da estrutura ofereçam algum grau de adaptação a novos usuários.</p> <p>Oferecer alturas de pé direito que garantam capacidade de adaptação para novos usuários.</p> <p>Garantir que os sistemas técnicos e a envolvente possam ser mudados sem grandes reformas.</p> <p>Facilidade de adaptação a mudanças futuras no tipo de suprimento de energia e a sistemas fotovoltaicos.</p>		
CONTROLE E MANUTENÇÃO					
	Controle dos sistemas	Fornecer um alto nível de controle aos ocupantes sobre os sistemas técnicos, de ventilação e iluminação para garantir condições de saúde, produtividade e conforto. Dar um mínimo de 1 janela operável e uma zona de controle de iluminação p/ cada 20m2 para todas as áreas ocupadas dentro de 4.5m do perímetro da parede. Dar controles p/ cada indivíduo para fluxo de ar, temperatura e iluminação para ao menos 50% dos ocupantes em áreas não perimetrais regularmente ocupadas.	Desenhar graus de controle pessoal dos sistemas técnicos pelos ocupantes		

LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
		Desenhar para manter as funções fundamentais durante quedas de energia.		
		Desenhar capacidade para operação parcial dos sistemas técnicos do edifício.		
		Desenhar grau de controle local do sistema de iluminação em edificações não residenciais.		
		Fornecimento de sistema de controle de gerenciamento do edifício, para garantir a eficiência de funcionamento de sistemas como: iluminação, HVAC e transporte vertical.		
		Manutenção do desempenho da envolvente do edifício, por meio de desenho que não acumule tanta umidade.		
Sistema de monitoramento permanente de conforto térmico	Instalar sistemas de monitoramento permanente de temperatura e umidade configurados para dar aos operadores controle sobre o desempenho de conforto térmico e sobre o sistema. Umidificação/desumidificação do edifício. Sistema desenhado para automaticamente adaptar-se às condições mais apropriadas do edifício.			
	Medida e verificação da energia e água usada no edifício através do tempo.	Medidas planejadas para monitoramento e verificação de desempenho.		
		Medidas planejadas para manter desenhos <i>as-built</i> e documentação.		
		Manutenção do diário de bordo do edifício.		
		Dar incentivo por desempenho em aluguéis e vendas.		
		Treinamento do pessoal de operação.		
Comissionamento dos sistemas do edifício	Verificar e garantir que os elementos fundamentais do edifício e os sistemas são desenhados, instalados e calibrados como previsto. A equipe deveria ser diferente da equipe de projeto.	Comissionamento dos sistemas do edifício.		

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Esp. LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
	CUSTOS/ ASPECTOS ECONÔMICOS				
	Não disponível em LEED		Considerar custo do ciclo de vida (considerando um período de 25 anos).		
			Incentivar medidas planejadas para minimizar custo da construção.		
			Incentivar medidas planejadas para minimizar custos de manutenção e operação.		
			Avaliação do mercado para ver se os preços futuros do edifício, para aluguel ou venda, estão de acordo.		
			Medidas planejadas para maximizar apoio à economia local.		
			Medidas planejadas para minimizar custos externos: para avaliar o impacto do projeto na vizinhança ou região urbana - não operacionável ainda.		
ASPECTOS SOCIAIS					
	Não disponível em LEED		Usar medidas planejadas para minimizar acidentes de construção.		
			Fazer planejamento de medidas para maximizar a segurança para os usuários do edifício.		
			Promover Acessibilidade - acesso para pessoas com deficiência física no edifício e suas dependências.		
			Incentivar acesso à luz solar direta de áreas de convívio de unidades residenciais.		
			Incentivar acesso a espaço aberto privado de unidades residenciais.		
			Incentivar privacidade visual do exterior nas principais áreas de unidades residenciais: dormitórios e áreas de estar.		

	LEED versão 2.1 (LEED N-C)	Critério Específico LEED	GB Tool Issues 2005	Fase Operação Gb Tool 2005	Agenda 21 (Indicadores Ambientais)
ASSENTAMENTOS HUMANOS					
					<p>(Cap. 7) Promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oferecer a todos habitação adequada. • Aperfeiçoar o manejo dos assentamentos humanos. • Promover o planejamento e o manejo sustentáveis do uso da terra. • Promover a existência integrada de infra-estrutura ambiental: água, saneamento, drenagem e manejo de resíduos sólidos. • Promover sistemas sustentáveis de energia e transporte nos assentamentos humanos. • Promover o planejamento e o manejo dos assentamentos humanos localizados em áreas sujeitas a desastres. • Promover atividades sustentáveis na indústria da construção. • Promover o desenvolvimento dos recursos humanos e da capacitação institucional e técnica para o avanço dos assentamentos humanos. <p>(Cap. 8) Integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integração entre meio ambiente e desenvolvimento nos planos político, de planejamento e de manejo. • Criação de uma estrutura legal e regulamentadora eficaz. • Utilização eficaz de instrumentos econômicos e de incentivos de mercado e outros. • Estabelecimento de sistemas de contabilidade ambiental e econômica integrada.
PROCESSO DE DESENHO					
			<p>Uso planejado de processo de desenho integrado.</p> <p>Preparação de reporte de avaliação de impacto ambiental.</p>		
	Inovação ao desenho	Para desempenho excepcional acima dos requerimentos do LEED.			
	Profissional acreditado Leed	Ao menos um dos componentes da equipe deve ser um profissional acreditado LEED.			

Fonte: Quadro elaborado pela autora

Segundo GB Tool 2005

Os temas anteriores estão divididos nas seguintes fases:

Pré-Desenho	
Desenho	
Construção	
Operação	

4.3 SÍNTESE DO QUADRO DE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE

Por meio da análise do cruzamento e comparação dos indicadores de sustentabilidade levantados no quadro comparativo anterior - Agenda 21, LEED e Gb Tool -, foram buscadas definições mais específicas, as quais são aplicadas ao projeto de arquitetura na busca pela sustentabilidade, o que será a base das diretrizes expostas no capítulo 6. Para essa análise, foram consideradas, de acordo com critério próprio e com base nas categorias já estabelecidas no quadro comparativo, cinco categorias, as quais abarcam todos os pontos considerados por eles. Cada uma daquelas, por sua vez, engloba vários itens que devem ser pensados para ser buscada a sustentabilidade nos projetos. A seguir, apresentam-se de forma resumida os pontos integrantes de cada categoria (englobam todos os itens da tabela anterior) que serviram de base para as entrevistas feitas a arquitetos que trabalham em Florianópolis, as quais serão apresentadas na segunda parte do próximo capítulo.

- a) Entorno sustentável**
 - Local sustentável
 - Implantação sustentável
 - Transporte Alternativo
 - Paisagismo exterior
 - Desenho Urbano

- b) Recursos naturais**
 - Uso racional da água
 - Energia e Atmosfera
 - Emissões Atmosféricas
 - Materiais
 - Resíduos

- c) Qualidade ambiental interna**
 - Poluentes de ar
 - Ventilação
 - Conforto térmico
 - Iluminação
 - Ruído e Acústica

- d) Característica do projeto**
 - Flexibilidade e Adaptabilidade
 - Processo de desenho
 - Controle e manutenção

- e) Aspectos socioeconômicos**
 - Sociais
 - Econômicos
 - Assentamentos Humanos

Neste capítulo, mostraram-se de forma detalhada os indicadores e os sistemas de avaliação selecionados com seus requisitos específicos em cada um dos aspectos que cobrem dentro dos projetos, chegando-se a uma análise dos pontos envolvidos, a qual será usada nas entrevistas. A seguir, então, mostrar-se-á a visão de alguns arquitetos com respeito à sustentabilidade em geral e aos pontos específicos levantados na análise, os quais podem servir como base para diretrizes de projetos em Florianópolis.

CAPÍTULO 5. SUSTENTABILIDADE NA VISÃO DE ALGUNS ARQUITETOS

Neste capítulo apresentar-se-á a análise das entrevistas feitas aos arquitetos, as quais foram realizadas em duas partes. Na 1ª parte, foram procurados arquitetos de países, como Brasil, Inglaterra e México, que trabalham também com edificações residenciais multifamiliares e comerciais, entre outras, e que responderam a perguntas cujo enfoque era o conceito de sustentabilidade de forma mais geral. Com essas entrevistas procurou-se corroborar definições mais gerais sobre o tema da sustentabilidade aplicada à arquitetura, bem como aprofundar-se na visão do arquiteto a tal respeito. Já na 2ª parte, foram feitas entrevistas a arquitetos atuantes na área residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis, que responderam à uma entrevista diferente, a partir da qual se buscava uma centralização mais específica e contextualizada, para a referida cidade, dos pontos mostrados no capítulo anterior e levantados como importantes para se considerar na sustentabilidade de edificações.

5.1 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

Tendo em vista os objetivos do estudo, no presente trabalho é utilizada a modalidade de *pesquisa qualitativa*. Além de ser um dos principais tipos de estudo na área das Ciências Sociais, ela é um processo ativo, sistemático e rigoroso de indagação dirigida. A modalidade qualitativa procura compreender o fenômeno de maneira holística, extraindo informação de uma maneira natural, relacionada com a experiência cotidiana das pessoas. Optou-se por este tipo de estudo porque a pesquisa qualitativa permite obter descrições detalhadas de situações, eventos, pessoas, interações e comportamentos que são observáveis, bem como porque ela incorpora o que os participantes dizem, suas experiências, atitudes, crenças, pensamentos e reflexões tal como são expressos por eles mesmos.

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significado, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO et al., 1996, p.22).

Segundo Castillo et. al. (2003, p.164), para que a pesquisa qualitativa possa ser avaliada dentro do rigor e da qualidade científica, deve-se seguir alguns princípios básicos, tais como: a *credibilidade*, a *confirmabilidade* e a *transferibilidade ou aplicabilidade* [grifos nossos].

A *credibilidade* refere-se a como os resultados de uma pesquisa são verdadeiros para as pessoas que foram estudadas ou para aquelas que têm estado em contato com o fenômeno pesquisado. Guba e Lincoln (apud CASTILLO et. al., 2003) referem-se à *confirmabilidade* como a habilidade que permite que outro pesquisador siga a pista do pesquisador original, estratégia essa por meio da qual é permitido a outro pesquisador o exame dos dados e a chegada a conclusões iguais ou similares às do pesquisador original, sempre e quando tenham perspectivas similares. A *transferibilidade ou aplicabilidade* refere-se à possibilidade de estender os resultados do estudo a outras populações ou grupos. Para tanto é necessário que sejam muito bem descritos o local e as características das pessoas de onde o fenômeno foi estudado, uma vez que o grau de transferibilidade é uma função direta da similaridade entre os contextos.

De acordo com Morse et. al.⁸⁸, não se pode esquecer os conceitos de *validade* e *confiabilidade* [grifos nossos] como fundamentos básicos de qualquer pesquisa científica, os quais devem ser observados durante o processo de estudo, como sendo parte da mesmo. Algumas das técnicas sugeridas para isso são:

- a) Criatividade, sensibilidade, flexibilidade e habilidade do pesquisador para responder ao que sucede durante a pesquisa;
- b) Coerência metodológica, ou seja, que a pergunta esteja em concordância com o método, com a informação e com a análise desta;
- c) Selecionar a amostra apropriada que melhor represente o fenômeno a pesquisar, garantindo uma saturação efetiva e eficiente das informações;
- d) Interação entre a coleta e análise da informação; e
- e) Saturação da informação, alcançada quando se tem redundância na informação, já que os informantes não indicam nada diferente do dito.

Com o cumprimento dessas determinações, a pesquisa qualitativa não só deve gerar conhecimentos, mas também contribuir para o encontro de solução para problemas relevantes aos seres humanos (CASTILLO et. al., 2003).

⁸⁸ Apud idem, ibidem.

Tendo em mente os objetivos a serem alcançados na presente pesquisa, parte-se da premissa de que existem duas etapas para a obtenção do produto final de arquitetura, que é o projeto edificado, o qual seria o planejamento anterior ao projeto arquitetônico, e o desenho e projeto arquitetônico em si - nas duas etapas, o arquiteto exerce um papel de protagonista.

Ao colocar o foco principal do projeto na sustentabilidade, o arquiteto depara-se com novos desafios, nos quais entram em jogo múltiplas variáveis não consideradas antes com tanta importância : variáveis climáticas, sociais, de processo de projeto, de consideração dos recursos naturais, estética e de trabalho mais multidisciplinar, entre outras.

5.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS – PARTE 1

Os participantes⁸⁹ foram escolhidos em razão de serem arquitetos que reconhecidamente tiveram o componente de sustentabilidade presente nos seus projetos, o que foi colocado no início da conversa para cada um deles, bem como foi perguntado do seu interesse em participar do estudo. O número de entrevistados deve-se à observação de uma saturação nas respostas, sendo este critério definidor, conforme já colocado na metodologia.

Foram entrevistados:

- Arq. Armando Deffis Caso: no seu país, México, trabalha com conceitos de sustentabilidade nos projetos. É autor de vários livros, entre eles "Arquitectura Ecológica Tropical", "Casa ecológica autosuficiente para climas Cálido y Tropical" e "Ecología. Casa y Ciudad";

- Arq. Sigbert Zanettini: brasileiro que, durante toda sua trajetória, tem tido de alguma forma uma preocupação com o componente de sustentabilidade em seus projetos. Mais recentemente, liderou uma equipe que participou de um concurso no qual os conceitos de sustentabilidade e ecoeficiência eram partes integrantes do programa. Além da entrevista, ele forneceu um resumo do relatório com os conceitos de ecoeficiência trabalhados dentro do projeto para o referido concurso, material que foi apresentado no capítulo 1 deste trabalho (no estudo de caso do CENPES II da Petrobrás no Rio de Janeiro - 2004); e o

⁸⁹ As perguntas realizadas e os detalhes sobre os entrevistados encontram-se no anexo 1.

- Arq. John Martin Evans: inglês, quem trabalha em um centro de investigação na área de arquitetura bioclimática e conforto ambiental, na Universidade de Buenos Aires. A ele foram feitas as perguntas por meio de questionário.

As perguntas foram organizadas de forma a permitir que as respostas pudessem ser discutidas, analisadas e agrupadas nas seguintes categorias: sustentabilidade com enfoque no projeto de arquitetura, processo de projeto e vertentes tipológicas da arquitetura. Na continuação, serão apresentados os resultados obtidos nas categorias.

5.2.1 Sustentabilidade com Enfoque no Projeto de Arquitetura

Os dados obtidos mostram que os entrevistados deste estudo entendem a *sustentabilidade como algo intrínseco ao projeto* e que, portanto, ela deve cada vez mais fazer parte do projeto arquitetônico, de forma científica e comprovada, como pode ser observado a seguir:

“Eu não vejo nunca associada, vejo parte de, jamais associado, [...] faz parte do projeto e da geometria da casa, portanto ela é, ou não é” (A.D.C.).

“Acredito que seja um pensamento que de aqui em diante deve estar cada vez mais presente nos projetos” (S.Z.).

Esses comentários encontram-se de acordo com o pensamento de Edwards (2001, p.22), o qual considera que “a sustentabilidade social, ecológica e cultural serão as medidas para os edifícios de amanhã⁹⁰”, bem como com o de Wines (2000), que acredita que todos os arquitetos devem trabalhar para satisfazer, além dos condicionantes estéticos e funcionais dos projetos, os principais desafios da arquitetura ecológica.

Os entrevistados também se referem aos *critérios que devem ser analisados para incluir a sustentabilidade* nos projetos arquitetônicos de acordo com a sua importância. Dentre eles podem ser citados os aspectos econômicos, sociais e ambientais, sendo estes dois últimos aspectos vistos como os mais relevantes e dentre os quais se destacam a energia, a água, o lixo, o sombreamento, a ventilação natural, a iluminação natural, o diagnóstico climático, a orientação solar adequada, a forma

⁹⁰ Tradução nossa.

arquitetônica, o uso de painéis fotovoltaicos, os materiais construtivos, as proteções solares, o uso da vegetação, os sistemas para uso racional da água, os esquemas de cogeração de energia, os materiais de baixo impacto ambiental, o tratamento acústico, a agricultura urbana. A seguir, os depoimentos relacionados aos comentários anteriores:

“Penso que todos são importantes. Creio que há problemas que são mais graves, como os problemas de energia e água, depois seguem o do lixo e outros” (A.D.C.).

“A sustentabilidade se relaciona com aspectos econômicos, sociais e ambientais. É imprescindível conseguir um equilíbrio entre os fatores [...] a sustentabilidade ambiental é um campo onde pode melhorar-se a sustentabilidade e reduzir impacto, especialmente no uso racional de energia” (J.M.E.).

A importância desses critérios é amplamente discutida no relatório do sistema de ecoeficiência, apresentado pela equipe do arq. Sigbert Zanettini (2004), para o concurso do CENPES II da Petrobrás (Rio de Janeiro), no qual obtiveram o primeiro lugar.

As respostas também se encontram de acordo com os critérios levados em consideração nos indicadores, sistemas e ferramentas de certificação de sustentabilidade apresentados no capítulo 4: para o LEED, os pontos principais são local sustentável, uso racional da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processo de desenho, pontos esses complementados no GB Tool por cargas internas, qualidade dos serviços, fator econômico, gerenciamento das pré-operações e transporte alternativo.

Os entrevistados referem-se à *sustentabilidade social* como um direito do cidadão, a partir do qual todos possam usufruir das coisas, e que responde às necessidades reais da sociedade, o que inclui o conceito de acessibilidade. Observa-se que o conceito de sustentabilidade social foi entendido de forma diferente ao levantado na revisão bibliográfica:

“Creio que a sustentabilidade social deveria chegar a todo mundo, e não somente a uma classe social” (A.D.C.).

“Responde à uma necessidade genuína da sociedade e dos ocupantes, e inclui problemas de acessibilidade para descapacitados” (J.M.E.).

“É a importância das pessoas em geral terem acesso aos grandes ícones da arquitetura e poderem usufruir das coisas” (S.Z.).

Na visão de Edwards (2001), o conceito de sustentabilidade social é focado de forma diferente, sendo mais visto como a contextualização da arquitetura. Para ele a sustentabilidade está criando não um estilo universal único, senão uma arquitetura onde se leva em conta as diferenças culturais e sociais de cada local. Isto remete um pouco aos conceitos descritos pelos participantes da entrevista de uma arquitetura para todos.

5.2.2 Processo de Projeto

Os entrevistados confirmam a importância da aplicação dos *critérios de sustentabilidade desde o início do projeto*, no estudo preliminar, tendo em vista os depoimentos abaixo:

“É importante desde o início do projeto. As possibilidades de melhorar projetos em etapas posteriores são menores” (J.M.E.).

“Desde o estudo preliminar” (S.Z.).

“A etapa do princípio” (A.D.C.).

Todos os entrevistados enfatizaram que a etapa mais importante para a aplicação dos critérios de sustentabilidade é o momento inicial de projeto. Isso é confirmado com os conceitos de Lamberts, Pereira e Dutra (1997, p.28), os quais afirmam que

“antes de traçar o primeiro rabisco da concepção arquitetônica que dará origem à edificação, deve-se ter como premissa um estudo do clima e do local do projeto. Este estudo é tão importante quanto o programa de necessidades fornecido pelo cliente.”

Também para o arquiteto Yeang (1999), um pensamento de projeto verdadeiramente ecológico deve ter a seguinte premissa geral:

- A manutenção de um entorno ecologicamente viável, já que o atual estado de degradação progressiva do entorno pela intervenção humana é totalmente inaceitável, e é necessário diminuir na medida do possível os impactos destrutivos do ser humano sobre os ecossistemas, o que analisado a partir do processo de projeto, divide-o em 3 fases:

1. Análise, ou fase inicial onde se define o programa do edifício como uma formulação de impacto ecológico e onde se traçam os modelos de necessidades, da forma edificada, dos sistemas de serviço do edifício, os fatores tecnológicos e ambientais.

2. Síntese, ou fase onde se produz a solução de projeto.

3. Avaliação, ou fase onde se estabelece o rendimento da solução de projeto, em função dos critérios dos aportes ou recursos, dos produtos e do sistema.

Nesse processo, os entrevistados concordaram quanto aos *fatores que consideram importantes para a contextualização local do projeto* quando se tem de projetar em diferentes áreas, com características diversas. Os fatores são os seguintes: ventos, clima, orientação solar, temperatura, costumes, história, materiais de construção, mão de obra, custos, entorno e tomando a construção vernacular como exemplo.

Abaixo, as considerações a tal respeito podem ser vistas:

“Faço primeiro uma investigação, ventos, clima, orientação solar, temperatura, costumes, materiais de construção, mão de obra, custos [...] dando ênfase à construção vernacular. [...] aqueles que aprenderam a observar a natureza, sim de verdade eram sábios. Daí vem a ciência de observar” (A.D.C.).

“As diferenças ambientais de cada local, para dar resposta às diferenças do entorno” (J.M.E.).

“Faço uma pesquisa ampla sobre as condições locais, climáticas, entorno” (S.Z.).

As observações tecidas vão ao encontro da opinião do arquiteto Jean Nouvel⁹¹, que afirma:

Considerar o lugar, o homem, juntar todas as particularidades em cada situação específica: a inteligência hoje é considerar estas coisas, esta é a modernidade de hoje. Isso não significa esquecer todas as coisas que tem acontecido, mas o moderno hoje significa basicamente considerar e fazer um diagnóstico de uma situação particular [...]⁹².

Os pontos avaliados nos processos e ferramentas de certificação de edificações verdes reforçam também a importância da aplicação de materiais locais, correta orientação solar, uso de vegetação nativa para paisagismo, entre outros, dando pontos diferentes para cada um. Isso pode ser observado também com a Agenda 21, que embora tenha uma abrangência global, têm sua aplicação local; buscando assim a incorporação da componente de contextualização local.

⁹¹ In: GA (Global Architecture) Document Extra 07. Jean Nouvel – Tokyo: A.D.A Edita Tokyo, 1996.

⁹² Tradução nossa.

Com relação ao *papel do arquiteto no planejamento e projeto de arquitetura*, os entrevistados consideraram que tal profissional hoje, para implementar os conceitos de sustentabilidade, tem de trabalhar de forma totalmente multidisciplinar, bem como entender mais sobre sustentabilidade e o que isso implica no projeto, já que muitas vezes as decisões relacionadas a este não são mais do próprio arquiteto, e sim respostas a condicionantes de outros projetos, que não são mais encarados como complementares. Assim como o que foi expresso no depoimento do arq. S. Zanettini, o projeto tem de ser justificado e comprovado cientificamente com uma razão, mais ainda cabe ao arquiteto não esquecer o componente estético. Por outro lado, hoje em dia, tal profissional não tem muito poder de decisão especialmente nas questões de desenvolvimento urbano, e para que isso acontecesse teria de ter maiores conhecimentos acerca de questões político-públicas.

“Os arquitetos nunca são os que tomam as decisões. O arquiteto é instrumento dos políticos. É por onde seguiu Lerner em Curitiba. Ele era o governante e também o arquiteto” (A.D.C.).

“De outra maneira somos os instrumentos de políticos insensíveis, como vimos nos planos de desenvolvimento urbano que nunca são respeitados. Não conheço nenhum plano deste tipo que foi respeitado” (A.D.C.).

“Não é o arquiteto que decide como serão as moradias, ele aporta soluções e discute com políticos em sessões publicas” (A.D.C.).

“Entendo o papel do arquiteto como o de um possível coordenador ou não (dependendo do conhecimento dele e por sua formação mais holística) de uma equipe multidisciplinar, onde todos os outros projetistas são tão importantes e determinantes do projeto, das suas escolhas, forma e resultado final, quanto o é o arquiteto” (S.Z.).

“O arquiteto tem que trabalhar de forma total, multidisciplinar, e vai ter que entender mais sobre sustentabilidade e o que isso implica no projeto” (S.Z.).

Arquitetos como Jean Nouvel⁹³ ratificam este pensamento ao dizerem que

nos últimos cinqüenta anos o papel do arquiteto, o ato de fazer arquitetura tem mudado totalmente. Não é mais uma questão de receitas. Tudo tem que ser questionado. Há um conjunto totalmente novo de perguntas metafísicas que um arquiteto tem que perguntar-se a si mesmo para construir hoje [...]. Listo todos os objetivos e todas as razões de por que um projeto deve responder em determinada maneira em oposição a responder de outra maneira. É o oposto à divina intuição. Depois de todas estas perguntas, de ter feito todas as análises, aí nós sabemos o que temos que fazer e como, e conhecemos o contexto e todas as outras coisas, então podemos começar a falar dos aspectos poéticos e filosóficos do edifício. Depois se dá a formação da equipe: algumas vezes, não sempre, são pessoas externas ao estúdio [...], pessoas que conhecem o contexto sobre o qual vamos a trabalhar. [...] esta equipe trabalha ao longo de todo o projeto [...]⁹⁴.

⁹³ In: idem, *ibidem*.

⁹⁴ Tradução nossa.

O mesmo afirmam Roaf, Fuentes e Thomas (2001, p.13):

Podemos misturar a sabedoria dos mestres construtores, o novo conhecimento, materiais e tecnologias renováveis para criar eco-edifícios, o novo vernacular, para minimizar os impactos ambientais dos edifícios. Agora podemos medir esses impactos com as novas metodologias para contar os custos ambientais dos edifícios. Precisamos um novo tipo de projetista, parte arquiteto, parte engenheiro, e nos desfazer das máquinas de resfriamento e aquecimento onde seja possível ou fazê-las funcionar com energia renovável⁹⁵.

Os entrevistados também se referiram à sua *relação com os clientes quando o projeto tem critérios de sustentabilidade*, especialmente se aqueles não têm conhecimento prévio sobre o tema. Nesse sentido, tanto clientes públicos quanto privados gostam de saber que se o seu projeto atende a critérios de sustentabilidade, porém geralmente aparece o fator custos como barreira; por isso este tem de ser mostrado sempre como investimento. Mesmo assim, em geral, são muito poucos ainda os clientes que valorizam ao máximo a sustentabilidade; por outro lado, quando o arquiteto já tem referência na área, ele é solicitado também por isso.

Sobre essa temática, os entrevistados afirmaram:

“Na minha casa tenho todos os sistemas faz 20 anos [...]. A princípio me custou mais caro, mais ao terceiro ano, se paga tudo sozinho [...]. Todas as contas baixaram, com exceção da água, pois no México ainda é muito barata. As economias, sim, amortizam o custo do investimento inicial. Tem-se que ver como investimento, não como custo” (A.D.C.).

“Os clientes solicitam assessoria ao Centro por seu enfoque sustentável. Porém, muitas vezes aparecem problemas entre os conceitos do projetista e as recomendações do assessor” (J.M.E.).

Seguindo a mesma linha do que foi expressado anteriormente pelos entrevistados, Roaf, Fuentes e Thomas⁹⁶ acreditam que o fator econômico é sim um dos determinantes da incorporação da sustentabilidade nos projetos, já que, para eles,

os clientes têm abraçado à sustentabilidade, e com ela a “responsabilidade corporativa social” (CSR) - uma filosofia de trabalho que não só proporciona melhores edifícios, mas melhora também os seus negócios. Com frequência esses clientes começam investigando o seu uso de recursos – água, combustível, materiais – e rapidamente identificam oportunidades de poupar dinheiro [...]. Para os clientes, sustentabilidade é realmente sobre:

- Crescimento econômico sustentável
- Proteção ao meio ambiente
- Igualdade social⁹⁷.

⁹⁵ Tradução nossa.

⁹⁶ Idem, *ibidem*, p.26-27.

5.2.3 Vertentes Tipológicas da Arquitetura

Com relação à sustentabilidade das duas vertentes de tipologia para edificações residencial multifamiliar: em altura ou horizontal, os entrevistados tiveram respostas divergentes. De um lado, considera-se que podem ser sustentáveis as duas tipologias, desde que se saiba utilizar as estratégias adequadas. De outro lado, considera-se que os edifícios de baixa e média altura são mais sustentáveis. A seguir, os arquitetos expressam-se a este respeito:

“Considero que em geral os edifícios de baixa e média altura são mais sustentáveis econômica e ambientalmente” (J.M.E.).

“Podem-se fazer sustentável as duas. Não é tão complicado, temos feito edifícios que aparentemente parecem impossíveis serem sustentáveis” (A.D.C.).

Desde *Le Corbusier* há a polêmica sobre horizontalidade x verticalidade, sendo que a última gera mais espaço verde livre. Arquitetos como Ken Yeang defendem que os edifícios em altura podem ser bioclimaticamente viáveis, ocupando menos espaço físico em terra com construções, liberando assim mais espaço para a garantia de uma maior permeabilidade do solo e respondendo de uma forma mais eficiente às demandas de densidade populacional atuais.

Com a análise das primeiras entrevistas, pôde-se identificar as idéias de alguns arquitetos com respeito a várias questões ligadas à sustentabilidade, o que será retomado para a formulação das diretrizes no capítulo final.

5.3 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS / METODOLOGIA – PARTE 2

Neste capítulo, será apresentada a análise das entrevistas realizadas com arquitetos que trabalham e têm escritório em Florianópolis. Com eles, foi realizado um colóquio que, conforme menção anterior, continha os pontos levantados no quadro comparativo de critérios de sustentabilidade e sistemas de avaliação ambiental, apresentado no capítulo 4, item 4.3. Os entrevistados foram escolhidos devido à sua ampla contribuição à arquitetura de Florianópolis, ao seu trabalho com projetos de tipo residencial multifamiliar e comercial para a referida cidade, e por que, através dos seus trabalhos, mostram uma ampla sensibilidade à incorporação do tema da pesquisa na sua arquitetura. A

⁹⁷ Tradução nossa.

seleção dos três profissionais foi feita novamente em virtude de uma saturação da amostra nas respostas.

Foram entrevistados⁹⁸:

- Arq. Nelson Teixeira Netto: brasileiro, sócio-diretor do escritório de arquitetura Ruschel + Teixeira Netto. O escritório constrói residências unifamiliares, edifícios comerciais, edifícios residenciais, condomínios de habitação popular (até 4000 casas) e loteamentos (até 7000 lotes) por todo Brasil.
- Arq. Ricardo Monti: argentino, radicado em Brasil, sócio-diretor do escritório de arquitetura M.O.S; que destaca-se por seus projetos na área residencial uni e multifamiliar, assim como também na área comercial.
- Arq. André Schmitt, brasileiro, sócio-diretor do escritório de arquitetura Desenho Alternativo. Atua na área de Arquitetura e Urbanismo desde 1977, em habitações uni e multifamiliares, destacando-se em projetos de intervenções em áreas de interesse turístico (Plano de Roteiros Turísticos p/ Lagoa da Conceição; Empreendimentos Costão do Santinho Resort; Marina / Porto da Barra; Canajurê Club; Costão Golf, entre outros).

Conforme análise apresentada na seção 4.3, as perguntas foram divididas em 5 categorias, sendo que cada uma incluía subitens, os quais totalizaram 20. Para cada um desses subitens foram consideradas as premissas mais relevantes colocadas pelos três documentos analisados (Agenda 21, LEED e GB Tool), de forma que se cobrissem na sua totalidade todos os aspectos levantados no quadro comparativo. Sobre os pontos relativos aos subitens, os arquitetos tinham que opinar em relação a três questões:

1. Se os itens eram de competência com a função do arquiteto diretamente (no desenho do projeto);
2. Quais estratégias de ação poderiam ser citadas, tendo em vista a atrelagem destas ao conceito exposto; e
3. Como isso poderia ser contextualizado para Florianópolis.

A seguir, serão apresentados os resultados da análise das entrevistas obtidos nas categorias.

⁹⁸ Os detalhes sobre os entrevistados e a forma da entrevista encontram-se no anexo 1.

5.3.1 Entorno Sustentável

Os colóquios mostram que os entrevistados concordam, nesta categoria, que todas as opções propostas têm de ser consideradas para o desenvolvimento de um projeto, e muitas das decisões são em nível de desenho urbano, de planos diretores, mas também em nível da edificação. Nas decisões de planejamento urbano os arquitetos não têm uma ação tão direta, atuando como assessores ou trabalhando dentro dos órgãos públicos. Trata-se do trabalho do arquiteto dentro de uma equipe multidisciplinar.

Dentre os pontos levantados para um local sustentável, o *controle da erosão* foi considerado uma condição básica que define estratégias de projeto, como distância entre os prédios, movimentação da terra, tamanho dos taludes e platôs, entre outras, bem como uma das que mais facilmente podem ser respondidas através do uso da tecnologia. Em Florianópolis, os morros são considerados frágeis, por isso, de acordo com os entrevistados, quando aqueles são ocupados, o controle da erosão deve ser feito acompanhando as curvas de nível, e o processo de implantação da cidade deveria ser orientado à proteção dos morros.

Com respeito à seleção do local, todos concordam que, em Florianópolis, há setores que devem ser protegidos, e o desafio seria criar estratégias para o uso de locais para urbanização, com áreas consideradas boas, preservando-as; podem ser empregadas estratégias ou regras que imponham um limite de capacidade ambiental e econômico. Porém, os problemas vistos atualmente são a falta de conhecimento dos instrumentais e do repertório e a falta de capacidade econômica.

Os arquitetos em questão compartilham a idéia de que um dos caminhos indicados é o da revitalização urbana, combinando o antigo com o novo, e mostram-se favoráveis à criação de incentivos para a promoção de melhores funções urbanas para o local, o que para alguns deveria ser trabalhado em grupos que estudassem o detalhamento de setores importantes.

Com respeito ao uso de vegetação nativa, todos concordam plenamente que, nesse ponto, o arquiteto dever-se-ia associar a outros profissionais ligados também à área, especialmente nos trabalhos de maior escala, para chegar às melhores alternativas. Sobre esses assuntos, os entrevistados manifestam-se:

“Justamente o desafio estaria em criar [...] estratégias para preservar e usar, [...] criando estratégias de ocupação, regras, soluções [...]” (N.T.N.).

“Hoje se tem legislações muito estanques que acham que não estão definindo a cidade, mas sim o estão fazendo [...] mas só definem um certo uso, uma mancha, e não tem um detalhamento. Deveria ter equipes que estudassem o detalhamento de setores importantes [...]” (N.T.N.).

“Todas as questões levantadas têm que ser consideradas para o desenvolvimento do projeto. [...] há decisões que entram dentro do marco da planificação propositiva, que visam melhorar os critérios de ocupação, outras já estão normatizadas [...], ai somente podemos ser assessores” (R.M.).

“Tem a ver com a função do arquiteto com certeza [...] num nível macro e num nível profissional, eu não posso entrar num terreno sem conhecer essas características [...]” (A.S.).

“As questões de erosão são as que mais facilmente posso responder com tecnologia. Eu posso pegar um terreno com facilidade de erosão e fazer uma implantação adequada, [...] uma área inundável não tem sentido, realmente temos que evitar que os assentamentos aconteçam nessas áreas [...]” (A.S.).

Sobre a implantação sustentável, os entrevistados acham possível utilizar um redutor na taxa de ocupação, inclusive alguns já fazem isso intuitivamente para dar maior qualidade ao projeto em termos espaciais; a questão da porcentagem, porém, não seria o mais importante, senão para alguns ensaiarem isso, uma vez que esse redutor pode ser diferente para determinados setores. Atualmente, para uns, os planos não são ensaiados, o que é um problema porque, assim, produzem uma cidade igual, como é o caso da Beira Mar em Florianópolis. Para os que o fazem, poderiam ser dados incentivos para a busca de criação de mais qualidade no território, desde que sejam elaborados parâmetros de equilíbrio também com sustentabilidade econômica. A respeito dessa temática, os arquitetos comentam:

“Se tivesse uma lei na Beira Mar Norte que permitisse um incentivo [...] por que os prédios não poderiam ter mais andares desde que ele deixasse uma praça e uma galeria que ligasse a Bocaiúva até o mar? [...] desde que esses incentivos criem qualidade no território [...] não interessa o percentual [...]” (N.T.N.).

“Assim como estamos defendendo diversidade ambiental, podíamos defender a diversidade urbana, de escala, e que as coisas têm que se acomodar a diferentes possibilidades, diferentes potenciais que a cidade apresenta [...]” (N.T.N.).

“Há que lograr propostas de tecidos urbanos que tridimensionalmente possam responder a essas necessidades de permeabilidade e densidade para que não tenhamos nem demasiada altura, nem demasiada ocupação nos terrenos [...]” (R.M.).

“[...] a maioria dos meus projetos eu já faço dizendo para os clientes que, para sustentar qualidade, vamos chegar numa taxa de ocupação em torno de 70 a 75% do permitido na legislação [...]” (A.S.).

O transporte alternativo é novamente, para os entrevistados, um problema urbanístico, algo que deveria se ordenar nas diferentes escalas de cidade, porque não serve à mesma regra para todos. Seguindo este conceito, para eles, dever-se-ia incentivar o transporte coletivo e alternativo, priorizando as pessoas; determinados equipamentos deveriam estar em uma escala de percurso tal que possa ser absorvida pelo pedestre, ou de bicicleta, e para alguns o ideal seria manter espaços, principalmente os centrais em Florianópolis, para o uso exclusivo do pedestre ou bicicleta. Os entrevistados concordam na importância de serem implementadas ciclovias, desde que essas sejam independentes do sistema viário e permeiem a cidade. A idéia é de que deveria haver um transporte público na escala da cidade bem resolvido, de superfície, subterrâneo, marítimo, já que a transferência ao nível do privado é conflituosa, como expressado a seguir:

“Tem tudo a ver com o arquiteto, mas a gente não tem quase domínio nessas decisões macro, pode ter num determinado empreendimento, mas não nas conexões do conjunto com o resto da cidade. [...] poderia-se combinar esse conceito de que determinadas funções, determinados equipamentos estejam distantes entre si que na escala do pedestre possam ser absorvidos [...]” (N.T.N.).

“[...] o transporte público afeta a totalidade dos agentes que usufruem da cidade, e de não estudar-se globalmente, inviabiliza qualquer possibilidade de solução. Está visualização se relaciona totalmente com o critério de implantação da cidade [...] se ele é caótico [...] todas as propostas de soluções são paliativos [...]” (R.M.).

“[...] sempre que se transpõe esse conceito para locais com relevos acentuados é um pouco mais difícil, pelo menos no sentido de transportes alternativos tipo bicicleta ou da própria caminhada para o escritório, [...] e Florianópolis tem isso, [...] tem certas linhas de transporte que deveria-se entender o circuito pelas áreas atingíveis por declividade não superior a x% que seriam as adequadas [...] trabalhar com isso, para favorecer coisas, como ciclovias [...]” (A.S.).

“Acho que a solução não é ampliando espaço para estacionamentos centrais, senão talvez tendo a coragem de fechar esse circuito até para forçar as pessoas a utilizá-lo [...]” (A.S.).

Nas questões relativas ao paisagismo exterior, os entrevistados pensam que tal item sempre deve ser buscado nos projetos, bem como que teriam de ser discutidas mais alternativas de estratégias, além do teto jardim, sobre o qual concordam ser bom para Florianópolis, mas que melhor ainda seria se fosse pensado no seu conjunto macro, fazendo com que as normas contemplem essa

preocupação para as edificações e para as áreas de estacionamento. Sobre isso, os entrevistados manifestam-se da seguinte maneira:

“Pode-se fazer isso também com água na cobertura [...], pode ser também um teto duplo em que o ar circula. [...] têm que ser discutidas alternativas” (N.T.N.).

“[...] as normas teriam que contemplar isto [...] as cobertas dos edifícios, que deveriam ter um tratamento verde ou algum tipo de isolante para tentar diminuir a temperatura das cidades [...]” (R.M.).

“[...] o processo de sombreamento com uma laje de concreto com uma telha cerâmica ou com uma parreira, o grau de eficiência da parreira é quase o dobro em termos de conforto, no mesmo sombreamento, na mesma área, pelo simples fato da biossíntese, que rouba o calor do meio ambiente para seu processo [...] para isso os arquitetos cada vez mais têm que buscar entender a realidade do seu meio, o clima e as diferenças que nós temos [...]” (A.S.).

Os entrevistados mostraram-se totalmente de acordo com os pontos levantados dentro dos critérios de desenho urbano, entre eles em favor da promoção de usos mistos dentro dos projetos para gerar qualidade urbana nos espaços. Na área do paisagismo e manutenção dos corredores verdes, os arquitetos pensam que o desenho urbano tem de ser trabalhado interdisciplinarmente e novamente na escala da cidade:

“A multifuncionalidade tende a dar mais vida e preservação ao tecido urbano do que a monofuncionalidade. Eu sou a favor dessa combinação [...]” (N.T.N.).

“A promoção de usos mistos responde à base cultural da cidade. [...] para Florianópolis é fundamental que se ponha em funcionamento a permeabilidade que dê lugar ao tecido verde sobreposto ao físico [...]” (R.M.).

“[...] superpor atividades é uma forma ‘adequadíssima’ de gerar melhor qualidade de vida [...]” (A.S.).

“[...] os topos dos morros estão preservados ainda e com boa qualidade, e se deveriam criar conexões, o que é muito interessante, então corredores verdes depende aonde. Por exemplo, no setor urbano da cidade não vou pensar em corredores verdes com essas características, mas o verde enquanto vegetação, enquanto paisagem, [...] acho que é muito importante [...] a Ilha toda deve ser pensada dessa maneira [...]” (A.S.).

5.3.2 Recursos Naturais

Para o tema dos recursos naturais, mostrou-se no estudo uma concordância sobre a importância de uma abordagem interdisciplinar, de forma que tais recursos fossem incorporados como premissas de desenho no projeto.

Para os entrevistados, dentro do uso racional da água, só a questão do mar (contemplada pela Agenda 21) encontra-se num nível macro. Eles pensam que dever-se-ia promover cada vez mais a incorporação dessa racionalização no projeto, já que o custo aplicado extra é tão baixo e o alcançado tão alto; alguns acreditam que seja algo que em breve será normatizado. Para Florianópolis, concordam que o uso racional da água é uma questão fundamental pelos problemas de água potável que se tem em função de ser uma ilha. Além disso, dentro das estratégias de ação direta no projeto, alguns indicam o emprego de sistemas de tratamento ecológico de esgoto, a promoção do tema no âmbito acadêmico e na indústria através de produtos mais eficientes e de incentivos fiscais.

“Tudo tem a ver com os arquitetos, bastante inclusive, [...] para Florianópolis, aproveitar melhor, por exemplo, de novo os 30 metros que tem que preservar-se, poderia haver compensações [...] por exemplo, se aproximar mais do riacho num ponto e depois compensar isso em outro ponto, dependendo do que o local oferece. [...] as variáveis de composição incluem os elementos da natureza [...]” (N.T.N.).

“Dentro da arquitetura há que incorporá-lo através da interdisciplina para transformar todos esses objetivos como premissas de desenho, tendo em consideração essas questões para que na tipologia sejam incorporados de forma harmônica [...]” (R.M.).

“Todos os projetos urbanos nossos, que estamos fazendo, estamos adotando esses critérios. [...] com certeza, o arquiteto tem tudo a ver com a consciência de que é preciso fazer isso, com a necessidade de adaptar a arquitetura para estas finalidades; não é uma coisa nada difícil, [...] acho que isso logo vai entrar no hall das coisas obrigatórias e vamos ter que caminhar para isso [...]” (A.S.).

No que diz respeito ao tema energia e atmosfera, segundo os entrevistados, há vários níveis a considerar: um nível político, em termos de uma política nacional de energia, planos de desenvolvimento nacional e regional e no campo individual da edificação, o qual depende muito da fonte de energia alternativa a ser usada, e um nível individual no qual o uso racional da energia depende das características próprias do desenho, o que diz respeito ao trabalho do arquiteto diretamente. Ainda para alguns, dentro do campo acadêmico e da indústria, a sensibilização para o ecológico precisa ganhar experiência.

Os entrevistados são favoráveis ao uso de energias renováveis de menor impacto e consideram que o arquiteto precisa conhecer mais este tema técnica e economicamente. Como estratégia, pensam que poderiam ser realizados incentivos por meio de instituições públicas de financiamento para vivendas que contemplem esses parâmetros e para Florianópolis fazê-lo também através de empreendimentos privados:

“Sou favorável ao uso de energias renováveis de baixo impacto, mas desde que se consiga aprimorar as coisas, [...] o arquiteto tem que trabalhar multidisciplinarmente para dominar isso, conhecer isso porque poderá se utilizar muitas vezes [...] porque às vezes na vida prática não se usa isso por falta de conhecimento [...]” (N.T.N.)

“Considero que talvez tenha que existir um marco normativo que incentive o uso de todos esses critérios de uso da energia, coisa que paulatinamente está-se começando a fazer agora. [...] em Florianópolis, deveria-se aplicar os conhecimentos através dos empreendimentos privados, incentivados através das instituições privadas ou públicas, como por exemplo, financiar casas que tenham critérios de sustentabilidade; se não os têm, não financiam, e assim por diante [...]”. (R.M.)

“[...] para cada tipo de fonte de energia eu tenho uma escala melhor adequada de resposta. Por exemplo, a energia solar eu posso facilmente adequá-la à minha arquitetura. No entanto, não convém fazer um cata-vento acima de cada casa, isso deve ser uma política urbana, regional, de governo, [...] têm coisas a serem resolvidas direto na arquitetura, [...] outras na escala do conjunto, do bairro, ou na escala da cidade e da região [...]” (A.S.).

“[...] a eficiência energética eu consigo com a orientação solar adequada, orientação adequada das janelas, vidro duplo, a envolvente adequada aos condicionantes térmicos, isso me diz respeito, então estaria sendo relapso se não me preocupasse com isso [...]” (A.S.).

Sobre emissões atmosféricas, os entrevistados consideram que elas se relacionam mais à parte da engenharia, mesmo assim, pensam que o arquiteto deveria ter um domínio maior sobre o tema para poder atuar mais eficientemente. Expressam que não se tem domínio no conhecimento sobre o que a produção de determinados materiais gera ao meio ambiente. Para alguns, seria necessário um sistema de construção mais sistematizado, no qual o processo permita mais controle de todos os elementos. Nos depoimentos a seguir, isso pode ser constatado:

“[...] nós tínhamos que acrescentar a preocupação e um certo desconhecimento nosso de quais talvez sejam os principais materiais que na sua produção acarretam uma série de deteriorações para o meio ambiente [...] soluções, por exemplo [...] reflorestamento misto [...] na minha forma de pensar tem que haver a exploração do material para sobreviver, mas vamos pensar qual a melhor forma de produzir a coisa [...]” (N.T.N.).

“[...] evidentemente, se entra mais dentro do campo da engenharia e, por conseguinte, das ciências exatas para poder encontrar alternativas ou atenuar os problemas do processo da construção [...]” (R.M.).

“[...] eu acho que esse é um dos pontos mais distantes, precisaria de divulgação e conhecimento [...] possivelmente é uma área em que a gente tem menos informações no que diz respeito à utilização na arquitetura ou no processo de fazer arquitetura [...]” (A.S.).

A respeito das considerações sobre o uso de materiais na edificação, embora a idéia pareça aceitável em termos gerais, os entrevistados não concordam muito na questão de porcentagens⁹⁹, por parecer algo muito relativo, especialmente se considerar um país com as proporções do Brasil, onde entram em jogo muitas variáveis. Entre estas, as tidas como mais importantes foram o transporte, que acarreta um custo bastante alto, e os sistemas produtivos, que variam por região. Para Florianópolis, por exemplo, o uso da madeira; a maioria vem da Amazônia. Deveria ser visto também o uso de materiais vernaculares consagrados pelo tempo.

“Não gosto de números fixos. A idéia é interessante, porém cada região tem as suas particularidades. [...] a aplicação disso aqui para Florianópolis acho meio difícil porque, por exemplo, a questão de 1% da madeira, a madeira que se usa na base da construção não é daqui, a madeira vem da Amazônia hoje, o ideal é que viesse daqui de Lajes [...] o ferro, por exemplo, o ferro para a orla marítima e ferro a 100 km da orla, a 100 km da orla a durabilidade do ferro é muito maior e mais barato [...]” (N.T.N.).

“[...] estabelecer uma proporção como a plantada aí é um pouco relativo pelo grau de interferência que vai-se fazer na obra depende de muitos fatores [...]” (R.M.).

“Nessa parte a gente tem grande desinformação de quais são os materiais mais adequados, menos vorazes energeticamente [...], acho que incidimos em um erro [...] comparar com países [...] que têm uma população estável, crescimento quase zero [...] é completamente diferente quando enfocamos um país com um grande déficit habitacional [...]; as porcentagens teriam que ser completamente revistas em países em desenvolvimento [...]” (A.S.).

Referente ao tema resíduos, os entrevistados opinaram que a função do arquiteto é mais a de deixar espaços adequados no desenho, os quais criem as relações funcionais para que a reciclagem ocorra, mas seu funcionamento depende mais de normas e da organização do empreendimento:

“Depende do processo de organização do empreendimento. O arquiteto pode incentivar, deixar os espaços previstos [...]” (N.T.N.).

⁹⁹ Levantados pelos sistemas de avaliação apresentados na capítulo anterior, que aconselham o uso de porcentagens de materiais locais, regionais, com conteúdo reciclado e de madeira certificada entre outros.

“Tudo se refere a normas de uso. A intervenção no desenho seria criar o espaço adequado para poder desenvolver essa atividade [...]” (R.M.).

“Teríamos que preparar os espaços para poder fazer isso [...]” (A.S.).

5.3.3 Qualidade Ambiental Interna

No tema correspondente a poluentes do ar, os entrevistados concordaram que o arquiteto deveria ter assessoria para poder colocar tal item como condicionante para o desenvolvimento do projeto, pois não está ligado à sua formação acadêmica. Os arquitetos questionados pensam que está comprovada a ação prejudicial que faz o não controle dos poluentes do ar na edificação, mas pouco é divulgado a respeito, especialmente no campo da arquitetura - o que opinam que deveria ser promovido. Sobre essa temática, então, eles se expressaram da seguinte maneira:

“Acho que nós deveríamos ter assessoria urgente porque está provado que uma série de sistemas de ar condicionado são totalmente prejudiciais ao homem [...]” (N.T.N.).

“Existem prédios com tipologias, tipo para saúde que precisam um controle muito maior do sistema de controle ambiental, totalmente independente pelos riscos que significa à saúde [...]” (R.M.).

“É importante saber disso, mas na medida que vou entrar nisso em algum projeto específico, vou me aprofundar mais e buscar parceiros que vão me auxiliar nisso [...]” (A.S.).

Com respeito à ventilação, as opiniões denotaram que este é um dos temas que está totalmente associado à atuação do arquiteto, principalmente no caso da ventilação natural, já que a área da ventilação mecânica depende mais de tecnologias. Os entrevistados consideram que, com a prática que já se tem e aprimorando com assessoria, seriam obtidos ótimos resultados. Consideram também que, para Florianópolis, a ventilação é um ponto muito importante a ser aproveitado pela grande ocorrência de ventos, como expressado a seguir:

“Para Florianópolis, sendo uma ilha, há uma troca constante, há predomínio do vento nordeste em 1/3 do mês a partir da 1h da tarde, que há o aquecimento da Terra, há o vento sul também [...]” (N.T.N.).

“Essas noções são muito importantes que você tenha na hora de projetar, a circulação do ar, a circulação do vento, e temos muitas coisas a aprender e a incorporar também [...]” (A.S.).

Sobre o tema conforto térmico, os entrevistados concordam que a combinação de materiais, sol, clima e ventos entre outros, são estratégias de composição que vão possibilitar o projeto, junto a outros critérios de composição, o que depende totalmente do trabalho do arquiteto com apoio da engenharia, pois através do projeto ele poderá proporcionar o conforto ambiental aos usuários. Para eles, as estratégias estão diretamente relacionadas a critérios da envolvente, controle da insolação, uso de energia; essas condicionantes juntamente aos critérios de composição vão dar a decisão plástica final da edificação. A seguir, os depoimentos:

“[...] o arquiteto pode, conforme ele vai combinando os materiais e as estratégias de composição associadas a movimento do ar, ao movimento do sol e ao clima, pode através do projeto controlar, seja com lâminas, paredes, espessuras, com a forma do prédio, a relação de determinadas funções associadas ao movimento solar e sombras, a regiões de maior umidade no terreno [...] usar paredes duplas, materiais altamente isolantes térmicos [...] temos que ter um equilíbrio com as superfícies de vidro [...]” (N.T.N.).

“Isto deve ser considerado na etapa de desenvolvimento, [...] diretamente relacionado a critérios da envolvente, controle da insolação, uso de energia, requer um apoio de parte das ciências exatas [...] tem que ter-se em consideração critérios compositivos, harmonizando com os outros critérios [...]” (R.M.).

A Iluminação, para os entrevistados, é algo que está associado com a atuação do arquiteto de forma direta. Para eles, o conhecimento de ferramentas, como a carta solar, é claro, mas alguns pensam que falta aos arquitetos um conhecimento mais amplo da incidência da luz sobre os ambientes e das possibilidades que dá o manejo da luz na arquitetura; para outros, 3 níveis deveriam ser revistos no institucional, através de alguns regulamentos, como orientação dos terrenos nos loteamentos, na lei de sombras, e recuos de 1.5m que não analisam a configuração urbana da cidade. Essas questões estão sendo estudadas com mais predominância na atuação profissional e na acadêmica.

“Não estamos dominando claramente, por exemplo a possibilidade do uso de clarabóias, entradas de luz vertical, ou luz batendo em muros e entrando, isso em geral não está sendo incorporado na forma de projetar, então faltariam mais conceitos de base para podermos apoiar o projeto e tridimensionalmente jogar com essa luz [...]” (N.T.N.).

“[...] a lei de sombras também a respeito das alturas deveria poder ter a possibilidade de poder particularizar a aplicação em determinadas circunstâncias para poder evitar edifícios com forma de zigurat que destróem o espaço urbano [...]” (R.M.).

“...uma das coisas aberrantes que temos em Florianópolis é que se permitam iluminações e ventilações sobre recuos de 1.5 m, por ser totalmente promiscuo e além do mais contribui muito pouco aos objetivos de iluminação e ventilação....deveria ser um mínimo de 3 m...”(R.M)

“tem parâmetros que se deveriam estabelecer para poder permitir a verticalização; isso é até discutível também, não sei se é criando aqueles cones de inclinação que são muletas de vez em quando para a arquitetura, mas com certeza não é encostando um prédio no outro como no paredão da Hercílio Luz [...]” (A.S.).

Em relação ao tema ruído e acústica, os entrevistados opinam ser este um item muito importante a ser considerado no projeto, além de ser um item para o qual às vezes não se dá a merecida atenção, em parte por desconhecimento da base teórica e do desempenho dos materiais. Mesmo assim, consideram que este tema está totalmente atrelado ao desenho do arquiteto.

Os profissionais questionados acreditam que novamente deveriam existir normas e incentivos à indústria para uma mais vasta produção de materiais desse tipo, que, por sua vez, fossem mais acessíveis ao mercado. Por exemplo, janelas com vidro duplo para que se baixem os custos. Para Florianópolis especificamente, consideram-no um item muito importante para ser pensado nas edificações pelo fato de as fontes poluidoras estarem cada vez mais em nível urbano e em prédios, como os localizados, por exemplo, na Beira Mar Norte, que deveriam receber tratamento diferenciado. A seguir, suas opiniões a tal respeito:

“Tem muito a ver com o arquiteto e com o conhecimento do desempenho dos materiais. É uma coisa que deveria ser bem estudada aqui [...]” (N.T.N.).

“[...] o normativo teria que ser mais exigente nisso [...] existência de pisos elevados, por exemplo, para evitar transferência de ruído entre as salas de edifícios comerciais e também com respeito às paredes divisórias de apartamentos que teriam que ter condições de isolamento acústico [...] avaliadas mediante medições [...]” (R.M.).

“Espaços geradores de ruído [...] convém zonestar de uma maneira diferente; se tiver que zonestar com proximidade, deverão ter a preocupação de “como” corrigir e/ou “como” compensar isso [...]” (A.S.).

5.3.4 Características do Projeto

A flexibilidade e a adaptabilidade, dentro do projeto, são vistas pelos entrevistados como uma meta a ser alcançada, que parece ideal. Contudo, por enquanto ela é um pouco difícil, primeiro por não se saber normalmente quais serão as tecnologias futuras, já que avançam muito rapidamente, e segundo por uma questão econômica, já que lhes parece que hoje em dia coisas como *shafts*, pisos elevados e forros pré-moldados proporcionariam uma maior flexibilidade, porém ainda estão inseridos

no problema econômico. Também para alguns parece ser um tema mais imperativo na tipologia comercial em questões espaciais e de sistemas técnicos, conforme está expresso a seguir:

“As mudanças não são muito previstas, não consegue ter-se controle [...] no caso das edificações se deixa uma série de shafts, dutos, que permitam mais facilmente o deslocamento das coisas é melhor do que não ter [...]” (N.T.N.).

“Incide diretamente na arquitetura e essas condicionantes técnicas são umas premissas que têm que ser incorporadas dentro do projeto [...] claro está que isso tem que ser compatível com o tipo de edificação e também com a tecnologia que se tem na construção [...] a modulação poderia ser uma estratégia enquanto que vai reduzir a quantidade de materiais, diminuindo desperdício e desde o ponto de vista do pós-uso [...] isso remete ao conceito da industrialização, essa estratégia é um objetivo a conseguir [...]” (R.M.).

“[...] prever certas passagens e deixar certa flexibilidade até numa casa é interessante [...] mas o alto grau de tecnologia depende do projeto, o alto grau de flexibilização também depende do projeto, algumas coisas com certeza tem que ter mais flexibilização, outras não tanto [...]” (A.S.).

Com respeito ao processo de desenho, os entrevistados acreditam que se o arquiteto tiver boas noções e uma boa consultoria, ele tomará melhores decisões. Quanto ao controle e manutenção da edificação, expressaram que acreditam que tenha relação com o trabalho do arquiteto, mas não de forma total. Para alguns, o arquiteto tem a obrigação de manter ao máximo a qualidade do ambiente com usos não mecânicos e tais itens de controle e manutenção são necessidades que devem ser consideradas como premissas de desenho para que sejam bem aproveitadas. Mas, para outros, o uso dessas questões em um país como Brasil ainda não parece muito viável. Abaixo, alguns comentários:

“Seria ideal ter estratégias que permitam que o prédio tenha uma vida com o mínimo possível de interferências [...] é um campo aberto para discussão [...]” (N.T.N.).

“Poderia se incentivar critérios de usos a nível dos usuários a partir de, por exemplo, dizer aos mesmos que para lograr que seu prédio venha a ser totalmente eficiente o senhor tem tais e tais possibilidades que têm sido contempladas e fazer que essas qualidades se manifestem no momento da comercialização. Essa é uma estratégia possível de usar já que tem reflexo em forma direta na área econômica e portanto pode ser melhor entendida [...]” (R.M.).

“Acho que a gente não tem um país com a riqueza suficiente para se ter uma alta tecnologia de forma que eu possa ter todo esse controle de qualidade[...] acho que temos que ter uma sensibilidade de aonde vou permitir uma eficiência maior para ser monitorada [...] tem que ter bom senso para isso, claro que cada vez mais vai se incorporando na arquitetura, isso é saudável [...] depende do projeto eu vou incorporar mais ou incorporar menos [...]” (A.S.).

5.3.5 Aspectos Socioeconômicos

Para os entrevistados, muitos dos pontos contemplados no item aspectos sociais está associado a normativas e principalmente à mudança de valores culturais. Nesse sentido, o arquiteto tem de ser um mediador entre os investidores e a população, juntamente com as instituições, conforme expresso a seguir:

“[...] o importante é que todas essas aspirações ou objetivos possam estar incorporados na normativa de formatar os projetos, elevando o nível de qualidade. O arquiteto fazendo o marketing ou orientando o processo é um dos tantos caminhos de pedra que há que percorrer, que vão levar ao ponto de que esses conceitos se incorporem culturalmente através da mídia [...]” (R.M.).

“Garantir a acessibilidade nos diz totalmente ao respeito, assim como a qualidade do desenho do espaço [...]” (A.S.).

Os aspectos econômicos, para alguns entrevistados, estão diretamente ligados aos materiais e sistema construtivo utilizados, entre outras coisas, o que deveria ser analisado em função do grau de manutenção da obra, e não só dos custos iniciais. Para outros, não é um tema muito discutido desde a formação, o que seria necessário sofrer mudanças. Na seqüência, os depoimentos expressos a esse respeito:

“Nossas faculdades em geral, não discutem o lado econômico da profissão, o que treinaria o profissional a tomar decisões mais reais, exequíveis [...]” (N.T.N.).

“Tem que ver diretamente com o arquiteto, mas o arquiteto tendo consciência desse custo, além do mais tem que considerar-se a que instituição está dirigida [...] se é uma instituição que tem um ciclo de vida curto, então não tem sentido fazer uma arquitetura que seja imperecedera [...] porque uma realidade da história da cidade é de que em ciclos relativamente cada vez mais curtos [...] os espaços [...] se reciclam [...]” (R.M.).

“Acho que a gente pode contribuir na inteligência da edificação. Cabe ao arquiteto pensar em estruturas inteligentes, minimizar excessos, não é só o construtor, a gente deve participar nas decisões [...]” (A.S.).

Já as considerações correspondentes aos assentamentos humanos¹⁰⁰, para os entrevistados, resumem todos os pontos anteriores, uma vez que seria esse o objetivo principal da ação do arquiteto, conforme as afirmações abaixo:

¹⁰⁰ Levantada num dos capítulos da Agenda 21.

“Precisamos estudar mais para que as decisões dos arquitetos incluam as variáveis reais que interferem na arquitetura e no urbanismo para que se possa ter prédios e cidades mais sustentáveis [...] variáveis como [...] organização do território, tipologia edificatória, morfologia urbana, que é como o prédio se implanta no lote e as relações que cria [...] qualidade dos espaços, categoria de ruas, sistemas de circulação, limites de deslocamentos [...] sensibilidade” (N.T.N.).

“Este ponto está evidentemente ligado a todos os objetivos que falamos até agora [...] precisa-se políticas públicas com consciência dos protagonistas, com consciência do público geral, com difusão através da mídia destes parâmetros de sustentabilidade que são fundamentais para a convivência do homem com seu ambiente [...]” (R.M.).

Pôde-se observar, pela análise das entrevistas, que as respostas obtidas encontram-se de acordo com os pontos levantados no capítulo anterior, da Agenda 21 para Florianópolis. No próximo capítulo, serão apresentadas as diretrizes propostas para a incorporação dos conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis. Estas diretrizes são resultantes dos dados mostrados nos capítulos anteriores.

CAPÍTULO 6. DIRETRIZES PROPOSTAS PARA INCORPORAR OS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PLANEJAMENTO E PROJETO DE ARQUITETURA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR E COMERCIAL EM FLORIANÓPOLIS

6.1 INTRODUÇÃO

Como resultado da pesquisa, serão apresentadas, neste capítulo, as diretrizes propostas para a incorporação dos conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis, as quais foram levantadas a partir das conclusões obtidas nos capítulos anteriores, conforme já foi mencionado. Na pesquisa, parte-se da premissa de que, além dos conceitos em que se baseia a arquitetura sobre a *Trilogia Vitruviana*¹⁰¹ - solidez, utilidade e beleza -, que podem ser interpretadas como *estrutura, função e forma ou estética*, o arquiteto deve incorporar o conceito da sustentabilidade como eixo central e gerador do projeto, sendo a sustentabilidade enfocada em nível ambiental, social e econômico, para que surjam projetos mais adaptados à realidade atual (Figura 43). Dentro desse processo, entram em jogo múltiplas variáveis e diversas áreas de conhecimento, como foi visto até agora, algumas das quais com uma repercussão mais direta no trabalho do arquiteto.

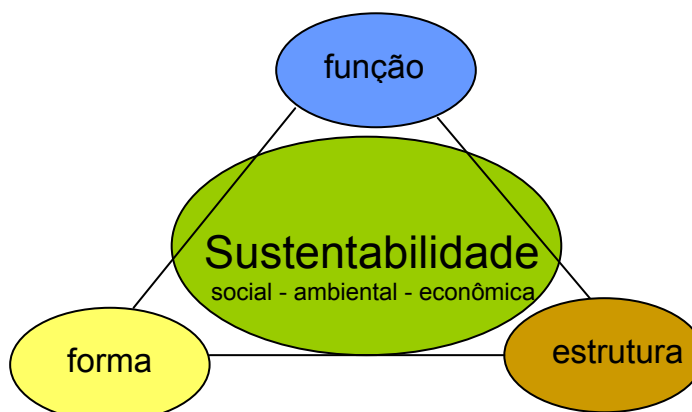


Figura 43. Conceito da Trilogia Vitruviana, com incorporação da sustentabilidade.

Seguindo o pensamento do processo de projeto em função do ciclo de vida, apresentado no capítulo 3, não se pode pensar em uma forma linear, senão cíclica, em que todas as fases - pré-projeto, projeto, construção, uso e pós-uso - estão interligadas. Assim, as diretrizes propostas neste capítulo serão exibidas na Figura 44, relacionadas às diferentes fases interligadas entre si. As mesmas diretrizes serão explicitadas de forma específica ao longo do capítulo.

¹⁰¹ VITRUVIO, M. L. "Los diez libros de arquitectura". Barcelona: Editora Ibéria S. A., 1982.

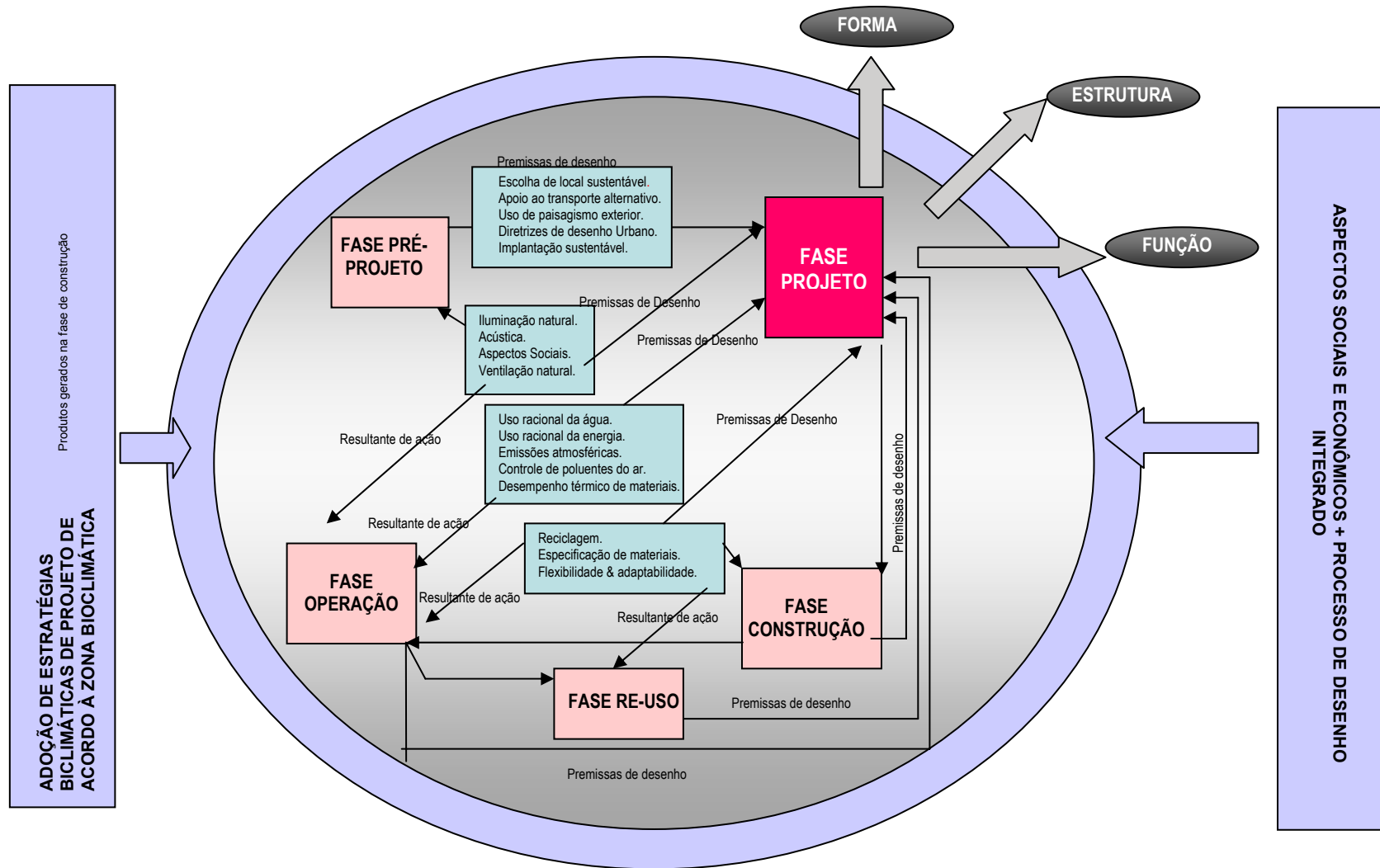


Figura 44. Diretrizes de projeto dentro do processo de planejamento e projeto de arquitetura, pensado com critérios de sustentabilidade.

Parte-se da proposta de que alguns itens estão presentes em todas as fases do processo e dão as bases para o projeto mais sustentável. Estes seriam, em primeiro lugar, a adoção de conceitos bioclimáticos de projeto e de estratégias de acordo com as zonas bioclimáticas brasileiras, onde relacionam-se como ponto de partida o estudo do local, em termos de clima, insolação e ventos; e, em segundo lugar, os aspectos sociais e econômicos e um processo de desenho integrado e multidisciplinar.

Posteriormente, seriam incluídas as diretrizes apresentadas. Cada uma delas influenciará duas ou mais fases dentro do processo de projeto, tendo que ser pensado dessa forma. Todas voltam, porém, à fase de projeto como premissas de desenho, que é ali onde o arquiteto têm sua maior ação e poder de decisão. Como resultante disso, tem-se o projeto (forma, estrutura e função) pensado em termos de sustentabilidade.

6.2 LOCAL DE ESTUDO: FLORIANÓPOLIS – ILHA DE SANTA CATARINA

Florianópolis, Ilha de Santa Catarina (Figura 45), está localizada no sul do Brasil e é capital do Estado de Santa Catarina. A sua própria geografia já a converte em um ecossistema mais frágil em relação a outros lugares e, como foi mencionado no Capítulo I, ultimamente tem sido descoberta como destino turístico e de moradia por muitas pessoas, o que provocou um aumento acelerado da construção civil nas últimas décadas.



Figura 45. Florianópolis, Ilha de Santa Catarina¹⁰².

Prova de tal afirmação é que, segundo dados do Sinduscon/Florianópolis sobre Habíte-ses, aprovados para empreendimentos de edificações residenciais multifamiliares na Ilha, foi ultrapassado o

¹⁰² Fonte: <<http://www.pmf.sc.gov.br>>.

índice de 55.135,22 m² construídos em um total de 22 empreendimentos em 1993 para 246.318,27 m² construídos com um total de 71 empreendimentos no ano 2003.

[...] nas últimas décadas do século XX, a atividade turística começou a virar um dos pilares da economia da Ilha. A cidade com aproximadamente 300.000 habitantes tem taxa de crescimento populacional em torno de 1,21% referente aos anos de 1991/96; uma densidade demográfica de 621,49 hab/km², levantada em 1996, sendo considerada pela ONU¹⁰³, em 1998, como a melhor capital do país em qualidade de vida (FÓRUM AGENDA 21 LOCAL DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS, 2001, p. 25).

De acordo à Agenda 21 Local (2001) dos 450 km² da área total do município de Florianópolis, mais ou menos 12 km² estão no continente, sendo que a Ilha tem 54 km de comprimento, 18 km de largura e 172 km de orla marítima, mais de 40 praias, costões, rios, lagoas, dunas, restingas, mangues e montanhas. E a respeito de seus recursos naturais, possui recursos minerais de saibro, granitos, quartzo e feldspatos, entre outros, com um alto grau de permeabilidade, o que exige cuidados especiais para evitar a contaminação das águas subterrâneas, sendo também passível de, nas encostas, criar situações de instabilidade.

Caracterização do Clima de Florianópolis

Como já foi discutido amplamente, é de vital importância e ponto de base para o estudo de incorporação de conceitos de sustentabilidade nos projetos, a caracterização do contexto, principalmente do ponto de vista climático. Assim, a cidade de Florianópolis possui um clima considerado sub-tropical úmido e alguns de seus dados principais são os seguintes (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1997):

Temperatura Máxima Verão: 35°
 Temperatura Mínima Verão: 15°
 Temperatura Máxima Inverno: 28°
 Temperatura Mínima Inverno: 2°
 Temperatura Média aproximada em Verão: 28,5°
 Temperatura Média aproximada em Inverno: 13°
 Amplitude Térmica Média aproximada em Verão: 7,1°
 Amplitude Térmica Média aproximada em Inverno: 8,3°
 Umidade Relativa Média Verão: 81%
 Umidade Relativa Média Inverno: 74%
 Latitude Sul: 27,32°
 Longitude: 48° 33`
 Altitude: 7

¹⁰³ Organização das Nações Unidas.

O clima é ameno, classificado como mesotérmico úmido, sem estação seca, com verões quentes e temperatura média anual de 20.3. Registra uma precipitação anual média de 1405 mm, ocorrendo a distribuição da chuva durante todo o ano, um pouco maior no verão e sendo menores os índices em julho, junho e agosto; com o Norte da Ilha de Santa Catarina, apresentando o menor número de dias de chuva anual, entre 110 e 180 dias (FÓRUM AGENDA 21 LOCAL DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS, 2001, p. 25).

6.3 DIRETRIZES PROPOSTAS PARA INCORPORAR OS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PLANEJAMENTO E PROJETO DE ARQUITETURA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR E COMERCIAL EM FLORIANÓPOLIS

O conceito de sustentabilidade, como foi visto ao longo dos capítulos deste trabalho, envolve muitas áreas de conhecimento e nível de especialização, bem como diversos profissionais, os quais têm que trabalhar juntos e unir esforços por uma meta comum. Para dar resposta ao objetivo geral da pesquisa, depois de cumpridas as etapas anteriores, chega-se à proposição de diretrizes e de algumas estratégias que ajudam na incorporação dos conceitos de sustentabilidade nos projetos arquitetônicos em Florianópolis, principalmente nos residenciais multifamiliares e comerciais, que constituem o foco do estudo; sempre tendo em conta, porém, que muitas dessas diretrizes podem ser aplicadas aos projetos em geral, respeitando-se as especificidades de cada um.

Por meio das diferentes técnicas e metodologias usadas na pesquisa, procurou-se mostrar o que a incorporação de conceitos de sustentabilidade significa para o arquiteto no seu projeto, quais eram os conceitos implícitos nesse estudo e o que o profissional tem que considerar, especificamente para o caso de projetos em Florianópolis. No entanto, tem-se consciência da amplitude e do nível de especialização que envolve cada um dos temas, por isto as diretrizes que se propõem são colocadas de forma a orientar a ação para o arquiteto, não sendo pensadas de forma taxativa, já que podem ser levadas 'a cabo' por vários caminhos, em função da sua criatividade, mas sempre ressaltando-se a importância de aprofundamento nos conceitos que embasam cada um dos temas.

Para chegar às diretrizes, foram usadas as conclusões da análise do quadro comparativo do capítulo 4, da Agenda 21 para Florianópolis, das entrevistas realizadas com os arquitetos, das estratégias levantadas nos exemplos de projetos sustentáveis do capítulo 2, assim como do plano diretor local e do código de obras, entre outras fontes.

Dessa forma, chegou-se às categorias¹⁰⁴ a seguir, que devem ser pensadas para a incorporação dos conceitos de sustentabilidade nos projetos:

- a) Escolha de um entorno sustentável;
- b) Uso racional dos recursos naturais;
- c) Manutenção da qualidade ambiental interna da edificação;
- d) Características do projeto; e
- e) Aspectos socioeconômicos.

Na análise das entrevistas (2ª parte), foram identificadas, dentro das categorias mencionadas anteriormente, as diretrizes que se relacionam de maneira mais direta com a ação do arquiteto. Estas serão o foco de um aprofundamento maior, considerando-se também algumas estratégias de implementação¹⁰⁵, as quais, de forma contextualizada para Florianópolis, serão apresentadas a seguir.

6.3.1 Adoção de Estratégias de Projeto Bioclimático de acordo com as Zonas Climáticas Brasileiras como Ponto de Partida para os Projetos em Florianópolis

A arquitetura bioclimática propõe a otimização das condições interiores e exteriores a partir da inter-relação de três sistemas: o clima, o homem e o habitat. Este processo de otimização que abarca, desde o aproveitamento ou proteção solar ou de vento até o dimensionamento das aberturas, ou a eleição de distintos materiais, somente é válido se incorpora-se ao desenho desde um primeiro momento. A forma da edificação, a orientação, os materiais, as cores e as proporções dos espaços interiores e exteriores, são fundamentais para um bom condicionamento natural¹⁰⁶ (REYES, 2002).

Por meio da pesquisa, chegou-se ao entendimento de que os fundamentos do projeto bioclimático representam a base para o arquiteto pensar em um projeto mais sustentável. O projeto bioclimático constitui um campo amplo de estudo do qual tem-se vasta bibliografia¹⁰⁷ e estudos específicos a respeito.

Segundo Lamberts, Pereira e Dutra (1997), foi desenvolvido por Olgay e aperfeiçoado por Givoni um diagrama bioclimático que propõe estratégias para a arquitetura adaptadas ao clima,

¹⁰⁴ Correspondentes às levantadas para as entrevistas – Parte 2.

¹⁰⁵ Serão propostas, para algumas das estratégias de implementação das diretrizes, porcentagens (baseados no LEED e GB Tool) que pareceram importantes de serem colocadas como uma referência para o arquiteto para a quantificação das ações, mas não se pretende que sejam colocadas como estratégias únicas ou taxativas.

¹⁰⁶ Tradução nossa.

¹⁰⁷ Olgay, 1998; Frola; Schiffer, 1998; Brown; Dekay, 2004; Lamberts; Pereira; Dutra, 1997; entre muitos outros.

baseado nas variáveis de temperatura do ar e umidade relativa; e após serem analisadas metodologias bioclimáticas entre vários autores, foi apontado como um dos mais adequados o para os países em desenvolvimento e para a realidade brasileira a carta bioclimática, apresentada na Figura 46.

A carta bioclimática encontra-se dividida em 9 zonas¹⁰⁸, e cada zona é associada a uma estratégia de projeto, assim, a análise da carta bioclimática da cidade fornece dados das estratégias gerais indicadas para adoção nos projetos, o que é visto como ponto de partida para a incorporação das diretrizes de sustentabilidade.

Sobre a carta bioclimática, podem ser plotados os valores correspondentes aos dados climáticos do local (temperatura e umidade ao longo de um período: mês, estação, ano) e podem ser utilizados dados horários do Ano Climático de Referência (TRY), ou valores das Normais Climatológicas. Dessa forma, é possível ver graficamente o comportamento climático da área ao longo do ano. Dados climatológicos de várias cidades brasileiras encontram-se disponíveis através do programa Analysis Bio¹⁰⁹.

Assim, através da análise da carta bioclimática para Florianópolis (Figura 46) e do relatório obtido no programa Analysis Bio pelo estudo das Normais e do arquivo TRY da cidade, foram elaborados diagramas¹¹⁰ para visualizar as porcentagens mensais das estratégias apontadas no relatório como indicadas na concepção de projetos para a cidade de Florianópolis.

Após analisar cada mês, fica claro que, para efeitos de estudo, o clima da cidade em questão pode ser dividido por condição sazonal predominante, correspondendo-se com as estações do ano. As estações de maior contraste são verão e inverno, enquanto que as meias estações (outono e primavera) apresentam características muito similares quanto ao clima e às estratégias a serem adotadas. De um modo geral, portanto, Florianópolis poderia ser considerada como uma cidade com 3 condições sazonais predominantes, e as estratégias de projeto devem responder a elas.

¹⁰⁸ As zonas correspondentes às estratégias encontram-se explicadas em maior detalhe em Lamberts, Pereira e Dutra (1997).

¹⁰⁹ Disponível no site <www.labeee.ufsc.br>. O programa Analysis Bio é um software desenvolvido pelo LABEEE (UFSC), que auxilia no processo de adequação de edificações ao clima local, utilizando tanto arquivos climáticos anuais (TRY) e horários, quanto arquivos resumidos na forma de Normais Climatológicas.

¹¹⁰ Anexo nº 2.

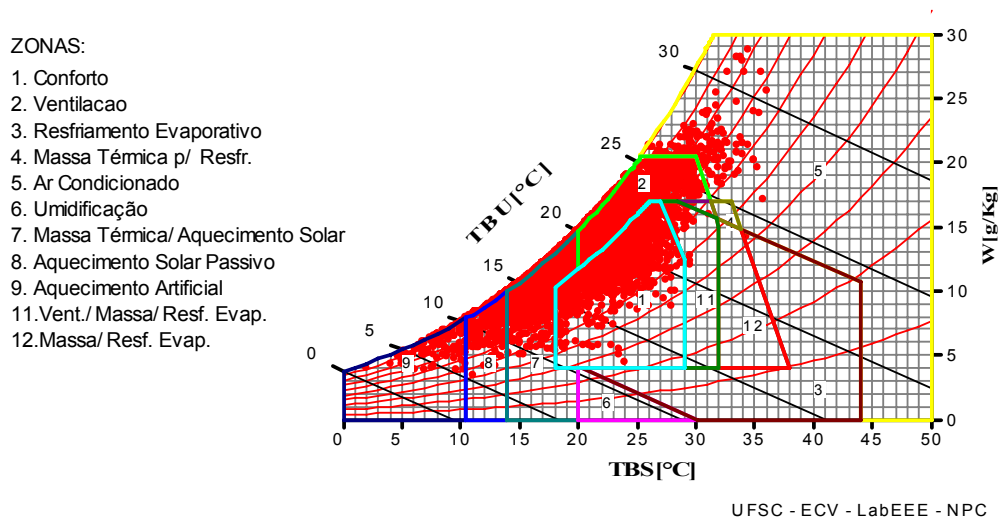


Figura 46. Carta Bioclimática¹¹¹ com plotagem de dados para um Ano Típico de Referência para Florianópolis, com estratégias de projeto a ser consideradas¹¹².

No relatório, podem ser observados alguns dados gerais, como a relação entre desconforto (78.9%), que é muito maior que a de conforto ao longo do ano (20.1%), sendo aquele ocasionado de forma muito equilibrada por frio (40,8%) e por calor (38,2%).

Para o calor é apontado, como a principal estratégia, a *ventilação*, com 36.4%, junto com o *sombreamento*; a porcentagem necessária deste ao longo do ano é de 56.7%. Para o frio, a principal estratégia é a de *massa térmica/aquecimento solar*, com 35.4%. Para outono e primavera (médias estações), há uma necessidade muito equilibrada de sol e de sombra (aproximadamente 50% dos dois).

Com base nas análises anteriores, chegou-se às estratégias mais relevantes por condição sazonal, as quais servem para dar uma orientação para os projetos em Florianópolis. Não se deve esquecer, porém, que cada localização tem características particulares no que diz respeito à orientação solar, entorno, micro clima, e demais condicionantes que influem diretamente em cada projeto. As estratégias são, dessa maneira: ventilação, mais sombreamento e uso de massa térmica para aquecimento (ou uso de inércia) junto com aquecimento solar (ganho térmico).

Em outras palavras, de forma geral, a arquitetura proposta para Florianópolis deve ser construída a partir de duas premissas simultâneas e opostas, de forma a evitar o ganho solar no verão,

¹¹¹ Toma-se como recomendação que, para os pontos que ficam à direita dos 20 graus de temperatura, deve ser usada a estratégia de sombreamento junto com as outras indicadas.

¹¹² Fonte: PROGRAMA ANALYSIS, do Labeee da UFSC.

promovendo a ventilação com sombreamento, e, no inverno, aumentar e reter o ganho solar por meio de uso de massa térmica, ou evitar perdas de calor da edificação para o exterior, aproveitando o ganho solar por meio do uso de estratégias de aquecimento solar com inércia térmica. Isso é ratificado pelo Projeto de Norma Brasileira de Desempenho Térmico para Edificações, que estabelece os mesmos parâmetros para projetos dentro da zona bioclimática 3 (onde se encontra a cidade de Florianópolis), como mostra a Figura 47.

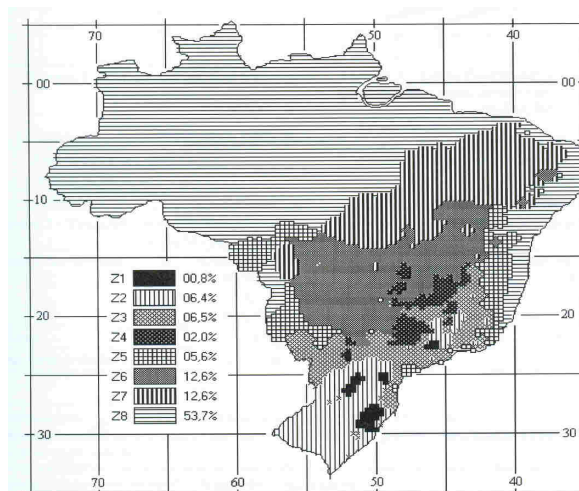


Figura 47. Zonas Bioclimáticas Brasileiras¹¹³.

Essas diretrizes devem ser, então, o ponto de partida a ser considerado nos projetos para Florianópolis. Elas serão abordadas posteriormente em mais profundidade, junto com algumas estratégias de implementação nos itens correspondentes a conforto térmico (6.3.4.2) e ventilação (6.3.4.3).

Na continuidade, apresentar-se-ão as outras diretrizes propostas. Essas se encontram englobadas dentro das categorias inseridas no item 6.3.

6.3.2 Categoria A: Escolha de um Entorno Sustentável

Dentro dessa categoria, serão apresentadas várias diretrizes que, em geral, como foi identificado nas entrevistas, correspondem a campos de ação em que o arquiteto não atua de maneira totalmente direta, já que muitas das recomendações propostas englobam níveis maiores de desenho urbano.

¹¹³ In: Projeto de Norma para Desempenho Térmico de Edificações. Comitê Brasileiro de Construção Civil Projeto 02: 135.07 –001/003, 1998, parte 3, p.3.

A.1 Escolha de local para o projeto de acordo com critérios de sustentabilidade

Consideram-se locais mais adequados à implantação de empreendimentos os que não tenham um valor ecológico¹¹⁴ e os que não tenham valor para a agricultura. Com isso, procura-se priorizar áreas que já estejam urbanizadas e restaurar áreas degradadas, como aterros sanitários e depósitos de detritos. Nesse sentido, é importante ressaltar a revitalização urbana, a partir da qual é proposta a apropriação de áreas que tenham sido abandonadas nas cidades (área do Saco da Lama, na cabeceira continental da Ponte Hercílio Luz, entre outras, por exemplo), dando-lhes um novo uso, bem como é proposto um maior adensamento em locais que já possuam infra-estrutura existente, para evitar maiores gastos de recursos financeiros, naturais e energéticos na implantação de nova infra-estrutura.

É igualmente importante respeitar os locais de implantação propostos pelo plano diretor local¹¹⁵, seguindo-se leis federais, estaduais, municipais, e leis ambientais.

Também não é recomendável a implantação do projeto em locais que sejam vulneráveis à inundação (na Agenda 21 Local identificou-se que as Regiões V e VIII apresentam problemas de enchente), ou em lugares que estejam perto da água, se de alguma forma o projeto puder vir a comprometer ou poluir o manancial (na Região III, segundo a Agenda 21 Local, o solo é frágil, com uma permeabilização característica, apresentando um forte comprometimento de suas águas superficiais e subterrâneas, com uma poluição direta da navegação dentro da Lagoa).

O projeto deve respeitar a cota de implantação máxima de 100 para projetos nas encostas para Florianópolis, já que a prioridade local é a proteção dos morros como área de preservação permanente dentro da cidade. As ruas, na medida do possível, devem ser implantadas no mesmo sentido das linhas de nível a fim de evitar grandes aclives e maiores movimentações de terra.

É importante evitar a retirada da cobertura vegetal do terreno para promover a permeabilidade do solo e evitar a erosão (segundo a Agenda 21 Local, na Região IV é prioritária a preservação da atual característica de permeabilidade do solo para a manutenção dos lençóis freáticos). Também é essencial proteger ou restaurar o espaço aberto do terreno em mínimo 50%

¹¹⁴ Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Preservação com uso Limitado (APL), entre outros.

¹¹⁵ Plano Diretor do Município de Florianópolis, IPUF.

(segundo indicação do LEED-NC), sem contar a projeção do edifício, colocando superfícies mais permeáveis, como vegetação.

Sobre o uso da vegetação, deve-se priorizar o emprego de plantas nativas ou plantas bem adaptadas ao clima local, já que, dessa forma, além de ser propiciada sombra e ser gerado um micro clima que certamente incidirá para amenizar a temperatura do seu entorno imediato, consomem menos água, o que ajuda no uso eficiente da água.

Nas calçadas, cada projeto deveria prever o plantio de grama e de árvores (que não prejudiquem a visibilidade do trânsito), permitindo assim uma maior permeabilidade do solo, bem como um aumento na cobertura vegetal nas cidades, uma maior captura de CO₂ na atmosfera e efeitos de bem-estar que os espaços verdes nas cidades produzem nas pessoas.

Na medida do possível, a arquitetura deve se adaptar aos elementos naturais positivos que apresenta o terreno, como árvores, impedindo seu corte (Figura 48).



Figura 48. Adaptação aos elementos de topografia e vegetação do terreno. Projeto de residência. Arqs. Ruschel + Teixeira Netto. Florianópolis, SC¹¹⁶.

De forma mais individual, podem ser incentivados, conforme recomendação da Agenda 21 Local, o uso de espécies medicinais nos jardins das residências ou condomínios residenciais e a implantação de hortas comunitárias nos empreendimentos.

¹¹⁶ Fonte: PIAZZA, 2000, p.188.

Outro ponto que merece atenção na fase inicial do projeto é a adoção de um plano de controle de sedimentação e da erosão para a área do projeto durante a construção, a fim de evitá-la ou de controlar a erosão natural do terreno.

Outra das recomendações da Agenda 21 Local é importante também: a garantia de uma boa drenagem das águas no terreno, para que se possa manter o encaminhamento natural delas e para que não se prejudique a edificação, evitando enchentes.

A.2 Implantação sustentável do projeto (usando de menor taxa de ocupação)

Com essa diretriz, é proposto o uso de menor taxa de ocupação da requerida pelo plano diretor do centro e dos balneários, para assim garantir mais espaço livre no terreno que possa permitir maior permeabilidade do solo, bem como melhor qualidade de vida dos projetos, com maior área de lazer. O LEED propõe, para essa estratégia, o emprego de 75% da taxa requerida, mas, dependendo do projeto e local, poderiam ser consideradas outras porcentagens para Florianópolis, como foi visto nas entrevistas.

Essa é uma estratégia que pode ter a ação individual do arquiteto, como conscientizador da população.

A.3 Incentivar e priorizar o pedestre e o uso de transporte alternativo dentro e fora do projeto

Todas as recomendações dadas neste ponto buscam incentivar o uso do transporte coletivo (ou do combustível alternativo) e o caminhar do pedestre, para reduzir a dependência dos carros e, assim, contribuir com menos emissões de CO₂ na atmosfera. A ação do arquiteto dentro da área de edificações, que é o foco de pesquisa do presente estudo, limita-se mais neste sentido a ações internas dentro do projeto, já que há uma área de planejamento urbano envolvida. Contudo, seguindo a diretriz 2, que prevê a preferência por projetos com infra-estrutura existente, deve então se dar prioridade à implantação de projetos em locais que estejam próximos ao transporte público, aos centros de trabalho, às áreas residenciais, às facilidades comerciais e culturais e ao espaço verde público. O LEED dá uma referência de distância ideal do projeto para o transporte público em torno de 400m de duas ou mais linhas de ônibus. No entanto, a topografia na Ilha de Florianópolis é bastante acidentada, logo este número poderia ser questionado; mesmo assim, pode ser tomado somente como referência.

A estratégia de proximidade do projeto ao espaço verde público é uma iniciativa que muitas vezes foge da ação do arquiteto; teria que se considerar mais uma política urbana. Mas o que o arquiteto pode fazer, sim, é oferecer por meio do projeto o espaço verde público.

Dentro das ações possíveis para incentivar o transporte público, está a de não exceder os requisitos mínimos locais exigidos pelo plano diretor para a capacidade de estacionamento, e a de dar, no projeto, espaço de fácil acesso para estacionamento de veículos públicos.

Outro ponto importante a considerar, o qual foi visto em todos os exemplos analisados no capítulo 2, é a priorização do pedestre dentro do projeto (Figuras 49a e b) como uma das premissas de desenho, criando caminhos que não se misturem com as vias dos carros para uma total segurança dos usuários.



Figuras 49 a e b. Valorização dos caminhos para pedestres. Projeto Costão do Santinho. Florianópolis, SC. Escritório Desenho Alternativo¹¹⁷.

Igualmente importante é incentivar o uso da bicicleta como um transporte alternativo não poluente. Essa é uma recomendação vista para cada uma das regiões dentro da Agenda 21, contemplada também no LEED e GB Tool. Nesse ponto deveria haver uma ação global para estruturar ciclovias que permeiem a cidade, independentes do sistema viário, o que requereria uma política local. Em outro plano dentro do projeto, podem ser executadas algumas ações neste sentido, como projetar ciclovias no empreendimento (com vegetação para sombreamento) independentes do sistema viário, o que é especialmente válido para condomínios horizontais. Também se pode prever a criação de

¹¹⁷ Fonte: <http://www.revistadoseventos.com.br/bn_conteudo_secao.asp?opr=723>.

bicicletários com vestiários e duchas para edifícios comerciais e institucionais¹¹⁸; e, para edifícios residenciais, projetar bicicletários cobertos para mínimo 15% dos ocupantes (referência do LEED).

Quanto ao incentivo do transporte alternativo, deveria ser dada preferência, dentro das edificações, à seleção das melhores vagas para os veículos que usem um combustível menos poluente e mais renovável.

A.4 Uso de paisagismo exterior para reduzir ilhas de calor interna e externamente no projeto

Para reduzir o efeito de aquecimento dentro das zonas urbanizadas, o qual é produzido em grande parte pelas áreas abertas, com pavimentação impermeável que irradia a radiação infravermelha na atmosfera, uma estratégia é usar paisagismo (de preferência vegetação nativa, como comentado no item 2) para dar sombra em locais descobertos, como estacionamentos, caminhos, praças, etc; ou então colocar, em tais superfícies, pavimentação de grade aberta (Figura 50) ou materiais com refletância de no mínimo 30% (a recomendação do LEED neste sentido é em mínimo 30% da área descoberta). Com essa estratégia, evitar-se-iam exemplos, como o estacionamento do Shopping Itaguaçu (São José) em que grandes superfícies descobertas ficam com pavimentação impermeável.

Outra estratégia que pode ser considerada é locar mínimo de 50% (referência do LEED) dos estacionamentos do projeto no subsolo, ou protegê-los dando-lhes sombra, ou ainda usar a pavimentação de grade aberta para mínimo 50% (referência do LEED) da área de estacionamento.

Para reduzir o efeito de aquecimento dentro de locais cobertos, aconselha-se o uso de coberturas com alta refletância ou combinar com a utilização de teto jardim para 50% da área do teto (referência LEED).

¹¹⁸ O LEED recomenda que sejam instalados no máximo à 18m da entrada do edifício e que atendam a 5% ou mais dos ocupantes do prédio.



Figura 50. Exemplo de pavimentação de grade aberta. Projeto Edifício de Pósgradados da Universidade Nacional. Bogotá. Colômbia. Arq. Rogelio Salmona¹¹⁹.

A.5 Promoção de qualidade urbana através do projeto

Embora o LEED não empregue este ponto para sua avaliação de projetos (somente é considerado no GB Tool), como foi colocado no capítulo 2, os projetos para serem mais sustentáveis devem ser considerados por seu lado ambiental, social e econômico. Assim, além de ser um dos pontos chave na função do arquiteto, este item está presente em uma vasta bibliografia e é parte integrante de um considerável número de disciplinas do currículo de arquitetura. Não se tem a pretensão de aprofundar essas questões, pela amplitude do tema, no entanto, em linhas gerais, tal item está bastante relacionado com os aspectos sociais que devem ser buscados no projeto, no qual dever-se-ia considerar, mais do que nunca, a relação do lugar, a compatibilidade do desenho urbano com valores culturais locais e hereditários, não somente procurando satisfazer a qualidade ambiental nos projetos, mas também a qualidade urbana. Ou, como foi expresso por um dos entrevistados:

“Precisamos estudar mais para que as decisões dos arquitetos incluam as variáveis reais que interferem na arquitetura e no urbanismo para que se possa ter prédios e cidades mais sustentáveis [...] variáveis como [...] organização do território, tipologia edificatória, morfologia urbana, que é como o prédio se implanta no lote, e as relações que cria [...], qualidade dos espaços, categoria de ruas, sistemas de circulação, limites de deslocamentos [...] sensibilidade” (N.T.N.).

¹¹⁹ Foto: In: KUCKER, 2001 (Acervo da autora).

Assim, devem ser criados projetos que promovam usos mistos que criem urbanidade. Com a promoção de tais usos, são evitados espaços mortos à noite na cidade, o que pode dar lugar à promoção de violência e à degradação de espaços, como tantos centros que são impensáveis de serem percorridos à noite. Felizmente, em Florianópolis, essa situação não é tão grave e o centro do município é um local ainda bastante habitado, mas há certos locais que precisam ser recuperados, como seria o caso da área ao redor da Rua Conselheiro Mafra, no centro da cidade. Os projetos devem também procurar manter uma relação com a paisagem urbana existente em termos de altura do edifício, relação de escala, relação de cheios e vazios, cores e materiais usados, de forma que, especialmente em certas áreas da cidade, seja mantida uma leitura espacial coerente, em que as esquinas sejam tratadas como tal e que as edificações em volta consigam compor esse canto, gerando espaços públicos quando necessário e maior permeabilidade entre as edificações. É importante também, na medida do possível, que o projeto ofereça espaço verde público com paisagismo planejado, em forma de praças ou espaço de lazer (Figura 51).



Figura 51. Oferecimento de espaço verde público no projeto. Edifício da Companhia de Água em Medellín, Colômbia¹²⁰.

¹²⁰ Foto: In: KUCKER, 2002 (Acervo da autora).

6.3.3 Categoria B: Uso Racional dos Recursos Naturais

Dentro desta categoria, como foi identificado nas entrevistas, é preciso um trabalho multidisciplinar, do qual participam principalmente várias áreas de engenharia, o que teria que ser pensado em conjunto desde o início do projeto. É importante que o trabalho seja feito a partir de umas metas que se procura alcançar em cada um dos itens seguintes, com o projeto. Não se pretende com isso que o arquiteto seja um conhecedor de todos os temas que envolvem a sustentabilidade, e sim que ele domine os conceitos de base que influenciam o projeto.

B.1 Incentivar o uso racional da água através do projeto

Segundo a Agenda 21, um dos pontos importantes a considerar é a proteção do meio ambiente marinho e dos abastecimentos hídricos, o que inclui também a preservação das áreas de restinga e mangues como estabilizadores climáticos, controladores de inundações e do assoreamento dos rios e locais de criação de diversas espécies marinhas de consumo humano. A água, um dos recursos básicos para a vida, é importante para irrigação, consumo, manutenção dos ecossistemas e geração de energia, entre outros. Porém, o volume desse líquido na sua forma doce é limitado, sendo de aproximadamente 1% no mundo (ADAM, 2001)¹²¹; daí a importância de se pensar e projetar edificações que incorporem mecanismos ou estratégias que proporcionem um uso racional da água, através da redução do consumo de água potável e do consumo de água geral do edifício.

A água apresenta o ciclo de evaporação, condensação e precipitação. Nesta última, uma parte do líquido é infiltrada no solo, sendo absorvida pela terra e pelas raízes dos vegetais; enquanto isso, a outra parte continua se infiltrando até as camadas dos lençóis freáticos, sendo esta parte a que garante o abastecimento de água e a vida vegetal. Por isso, a importância de promover a infiltração da água de chuva dentro do terreno da edificação. Nesse sentido, uma das recomendações da Agenda 21 Local é de que, na *Região IV*, seja evitada a construção de grandes edificações, porque a cobertura do solo por impermeabilização impediria a recarga do aquífero de abastecimento público, o que provocaria escassez de água no futuro.

Tem de ser cuidadas, também, as cabeceiras dos mananciais, que são as fontes de abastecimento e captação, mas que, ultimamente, encontram-se comprometidas pela urbanização,

¹²¹ 70% da superfície da Terra é composta de água, dos quais 97% são água salgada, 2% geleiras e 1% água doce (Idem, ibidem).

pelo desmatamento, pela impermeabilização do solo, pelos depósitos de lixo, pela poluição com agrotóxicos, pelos esgotos domiciliares e pelos resíduos industriais¹²².

Em um país como Brasil, no qual a maior parte da sua população vive próxima ao mar, este é um tema de fundamental importância, e, em Florianópolis, por sua condição de Ilha, mais ainda. Nesta cidade, a água potável vem das reservas de Pilões e de Cubatão, sendo que esta última é bombeada através da estação da CASAN em Palhoça. A complementação do sistema de abastecimento dentro da Ilha é feita por meio de poços profundos, represas e ponteiros, e, segundo a Agenda 21 Local, no futuro, a Lagoa do Peri será vista como uma importante reserva a ser utilizada.

A água nas praias de Florianópolis apresenta maior índice de poluição a cada verão, e, em vários pontos da cidade, há falta de água principalmente na referida estação, causada pelos fatores anteriormente mencionados. Por isso, as medidas para as edificações, relativas ao ponto em discussão, devem ser direcionadas à redução do consumo de água potável por meio da reciclagem da água, do reaproveitamento das águas servidas e das águas da chuva, do tratamento de 100% (recomendação do LEED) da água usada no local para outros empregos (através de sistema de purificação ecológico), da melhoria do tratamento do esgoto e do reforço de uma coleta adequada de lixo.

Como parâmetro de eficiência na redução do consumo de água na edificação, o LEED recomenda o índice de 20 a 30% do consumo normal estabelecido (sem contar a água para irrigação), o que pode ser obtido através de diversas estratégias. Para o reaproveitamento da água, é preciso ser considerada a utilização que pode ser dada a cada tipo, conforme a tabela 2.

<i>GRAU DE QUALIDADE DA ÁGUA</i>	<i>UTILIZAÇÃO</i>
Água potável	Beber, cozinhar, lavar louças, realizar a higiene pessoal.
Água de chuva (possível em alguns casos)	Limpar ambientes e carros, lavar roupas, irrigar jardins, torres de resfriamento, vaso sanitário.
Água cinza (pia, área de serviço, cozinha, ducha)	Vaso sanitário, limpeza de calçadas, extintores.
Água de vaso sanitário (após tratamento) – Água negra	Irigar jardins, vaso sanitário.

Tabela 2. Usos possíveis da água de acordo com o seu grau de qualidade

¹²² Idem, ibidem.

As estratégias de aplicação de reaproveitamento da água (Figura 52^a e b) dependem das particularidades de cada edificação, mas aquelas precisam ser previstas no projeto a partir do levantamento de estimativas de quantidade de água potável e não potável necessárias para o emprego no edifício, sendo algumas delas:

- Proporcionar sistema de separação de água potável e água cinza para reutilização;
- Limitar o uso da água potável para irrigação do terreno de 50 a 100% (recomendação do LEED);
- Usar sistemas de irrigação de alta eficiência; e
- Usar metais e louças de banheiros que utilizem menor quantidade de água do que os convencionais - 80% menos (recomendação do LEED).

A água da chuva pode ser usada tanto em pequenos como em grandes empreendimentos, e, a título de exemplo, apresenta-se a seguir o esquema básico de funcionamento de um sistema de reciclagem de água de chuva em um edifício comercial.

- Exemplo de funcionamento de sistema de reciclagem de água da chuva em edificação comercial:

No caso deste exemplo, por ser um empreendimento comercial, o uso da água de chuva foi exclusivo para as descargas dos sanitários (Figura 52a).

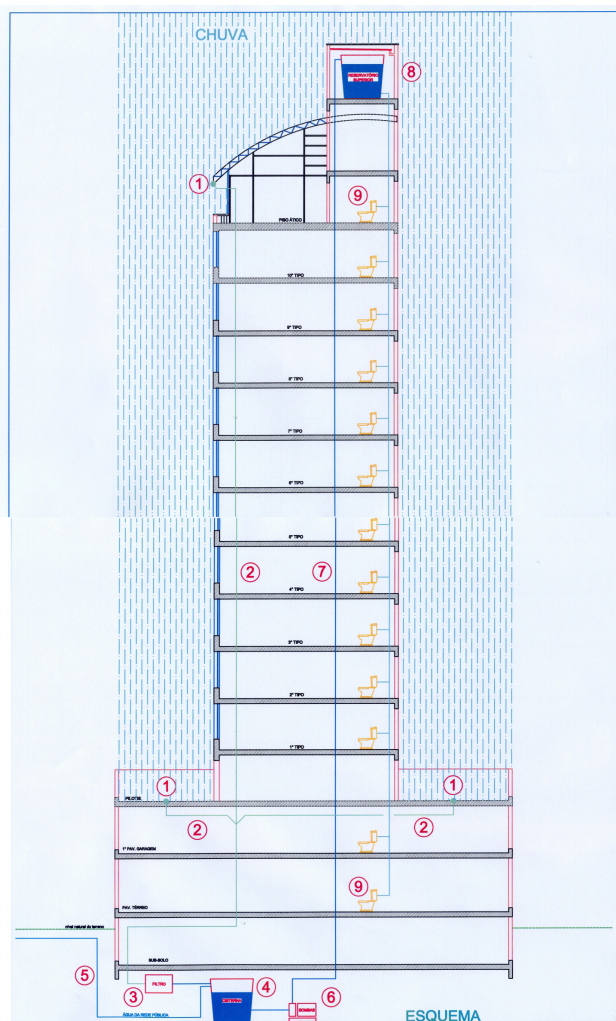


Figura 52 a. Vista em corte de sistema de reutilização de água da chuva. Centro Executivo Atlantis. Florianópolis¹²³.

Legenda do Esquema:

- 1- Pontos de captação de água pluvial nas superfícies expostas às chuvas;
- 2- Água é direcionada por uma tubulação ao sistema de filtragem;
- 3- Filtro;
- 4- (3) Cisternas;
- 5- Alimentação da CASAN;
- 6- Bombas de recalque;
- 7- Tubulação que conduz a água para o reservatório superior;
- 8- (3) Reservatórios Superiores; e
- 9- Distribuição da água aos sanitários.

As estratégias usadas no projeto para reaproveitamento da água da chuva, consideraram os parâmetros a seguir:

¹²³ Fonte: BAUTEC CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES LTDA, 2004.

- Nas superfícies expostas à chuva, foram colocados pontos de captação (telhado, áticos e pilotis) da água da chuva, que é direcionada por uma tubulação (onde fixa-se uma peneira com malhas para reter os resíduos de maior tamanho) ao sistema de filtragem.
- A água filtrada é enviada para uma cisterna (reservatório) no subsolo.
- O que resta (uma pequena quantidade de água com partículas sólidas) é direcionado para a rede pluvial.
- Por fim, a água é succionada pelo conjunto de bóia-mangueira, sendo enviada para uma caixa d'água *exclusiva* (reservatório superior) - que estará devidamente sinalizada -, de onde é direcionada para os sanitários. Caso falte água da chuva, é prevista uma alimentação através da rede de água convencional. Neste empreendimento, com o uso de tal sistema, calculou-se uma economia de 15%; em residências que já o empregam, verificou-se uma economia de 50% na conta de água¹²⁴.

Ciclo e reciclagem da água em edifícios ecológicos

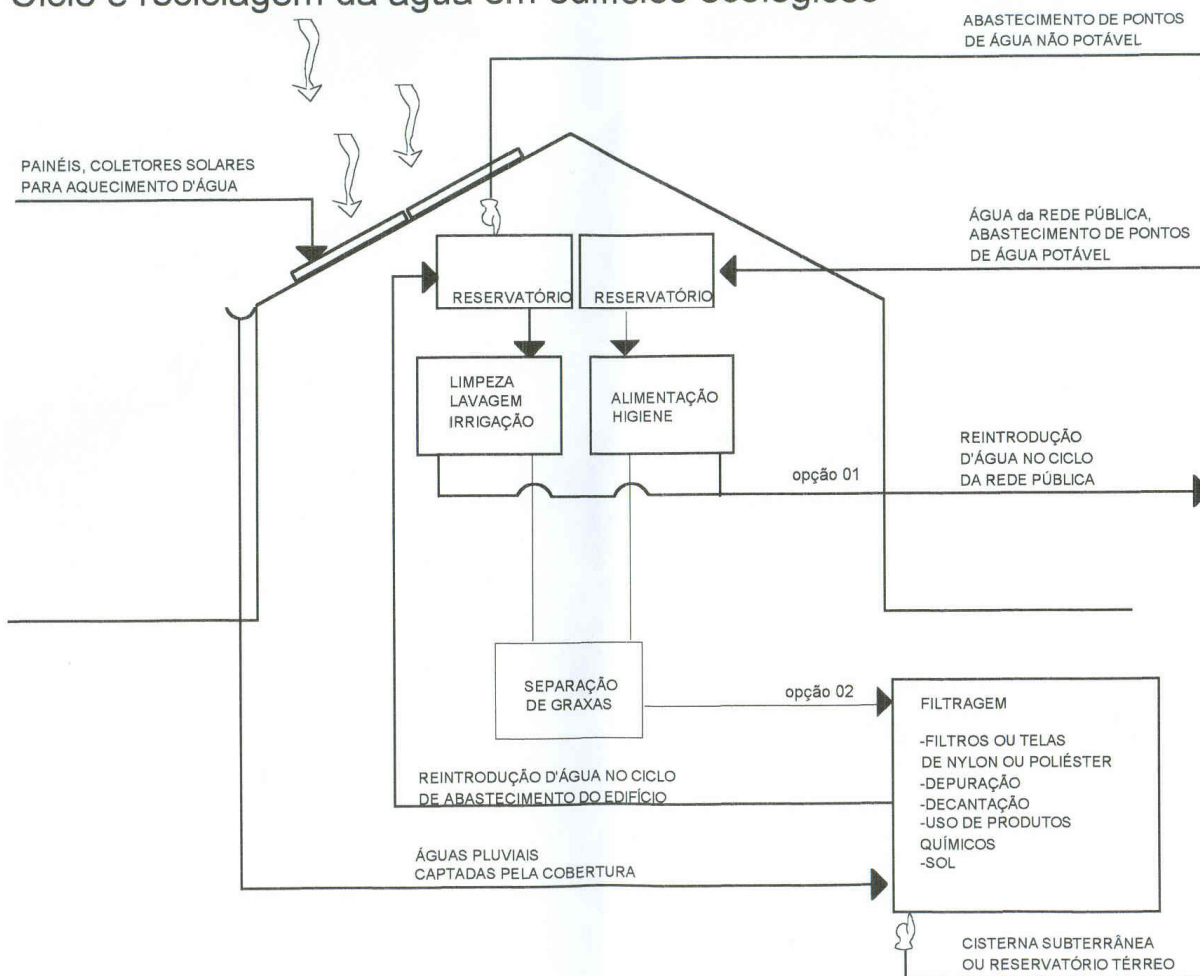


Figura 52 b. Ciclo e reciclagem da água em edifícios ecológicos¹²⁵.

¹²⁴ Fonte: BAUTEC CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES LTDA, 2004.

¹²⁵ In: ADAM, Roberto S, 2001, p. 91.

O tratamento do esgoto é outro dos itens ligados a essa diretriz de uso racional da água, e a Agenda 21 Local considera importante para Florianópolis que seja promovida a implantação de sistema de tratamento de esgoto nas praias, o que atualmente é um dos maiores problemas dada a contaminação do lençol freático, como falado anteriormente. Para tanto é importante manter em funcionamento com qualidade fossas e sumidouros, bem como prever para as edificações multifamiliares ou comerciais um sistema de tratamento de esgoto que pode ser feito através de um sistema ecológico, como visto nos exemplos do capítulo 2 e do qual já há alguns exemplos na Ilha que denotam bons resultados, como o exposto na Figura 53.



Figura 53. Sistema de tratamento ecológico¹²⁶.

O sistema possui dois filtros: um anaeróbico e outro biológico. Os dejetos sanitários são armazenados na fossa séptica. O tratamento primário do material começa no filtro anaeróbico. Através deste equipamento são removidos os sólidos em suspensão de maior dimensão. Em seguida, o efluente é conduzido por gravidade para o filtro biológico (tratamento secundário). Isso acontece por meio de uma canalização em PVC. O meio filtrante é formado por conchas de moluscos (mariscos, ostras). São os organismos vivos que se depositam sob as conchas que fazem a limpeza dos dejetos, metabolizando a matéria orgânica.

A água que sai do filtro biológico é transportada para os canteiros de junco, uma planta que utiliza a matéria orgânica existente na água para se desenvolver. É nesta etapa que são removidos o fósforo e o nitrogênio. O junco pode ser trocado por um jardim [...]. Por último a água é clorada. Esta etapa pode ser substituída pela radiação ultravioleta [...]. O sistema elimina praticamente 100% dos coliformes fecais, responsáveis por doenças no

¹²⁶ In: FISCHER, Andréa F. *Jornal Imagem da Ilha*. Abril, 2005, p.6.

homem [...]. A água descontaminada, incolor e inodora pode ser reutilizada de várias maneiras, como na irrigação de jardins e nos vasos sanitários¹²⁷.

B.2 Promoção da eficiência energética na edificação (uso racional da energia)

O uso racional da energia dentro da edificação é um dos objetivos principais quando se buscam projetos mais sustentáveis, como foi visto nos exemplos apresentados no capítulo 2 e na bibliografia pesquisada. Este é um tema amplo de pesquisa, cujo objetivo é a redução no consumo de energia e o uso de sistemas alternativos de fontes renováveis.

Dentro do estudo da energia utilizada na edificação, dever-se-ia considerar também a análise de todos os componentes desta última através do seu ciclo de vida, desde a sua produção, processo, incorporação na obra, e reciclagem posterior, conceito este que já foi explicado no capítulo 3 deste trabalho.

Para reduzir o consumo de energia, o LEED recomenda que seja reduzido 15% a 60% do custo energético para edifícios novos, e 5% a 50% para edifícios existentes quando comparados ao seu padrão, desenhando a envolvente do edifício e seus sistemas para o alcance desta meta.

Assim, de forma geral, os fatores que devem ser cuidados dentro da edificação para reduzir o consumo de energia são: consumo na iluminação; desempenho térmico da edificação, que pode criar necessidade de condicionamento artificial; a energia gasta para aquecimento de água; e a energia gasta em aparelhos de condicionamento térmico e eletrodomésticos.

Isto pode ser melhorado com a maximização da iluminação natural, o uso de sistemas de iluminação artificial mais eficientes e integrados; o uso de energia solar para aquecimento de água e o uso de aparelhos mais eficientes (que tenham o selo PROCEL-A¹²⁸), entre outras coisas.

Um melhor desempenho térmico da edificação e a otimização da luz natural dependem, entre outras coisas, do uso de estratégias bioclimáticas de projeto de acordo com as zonas climáticas comentadas na diretriz 1, bem como do desempenho térmico dos componentes da edificação (paredes,

¹²⁷ Idem, *ibidem*.

¹²⁸ O Selo Procel é um instrumento promocional do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), concedido anualmente, desde 1994, aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro da sua categoria. Sua finalidade é estimular a fabricação nacional de produtos mais eficientes no item economia de energia, e orientar o consumidor, no ato da compra, a adquirir equipamentos que apresentam melhores níveis de eficiência energética. Fonte: <<http://www.elektrobras.gov.br/procel/site/seloprocel/apresentacao.asp>>

janelas e coberturas), o que será abordado em mais profundidade na diretriz de conforto térmico e de iluminação natural. Já a maximização da luz natural e sua integração com sistemas de luz artificial eficiente serão abordadas na diretriz relativa à iluminação.

Segundo Lamberts, Pereira e Dutra (1997), dentro do setor residencial, é mais fácil controlar as variáveis que influem no consumo de energia do que no setor comercial, por ser este último usado por um número maior de pessoas simultaneamente e por que são usados mais sistemas de condicionamento artificial (para iluminação e conforto), sendo especialmente importante, neste setor, a integração entre sistemas naturais e artificiais, a utilização de equipamentos mais eficientes e a simulação energética da edificação como ferramenta de projetos.

B.3 Uso de fontes renováveis de energia

O LEED recomenda suprir de 5% a 20% o uso de energia total no edifício, através do emprego de sistemas de energia renováveis (Figura 55) no local, os quais incluem solar, eólica, hidráulica de baixo impacto, biomassa e estratégia de biogás¹²⁹. Também orienta que sejam proporcionados ao menos 50% da eletricidade do edifício, através de fontes renováveis, como o uso de coletores solares para aquecimento de água e painéis fotovoltaicos para geração de energia.

B.3.1 Uso da energia solar

Os painéis fotovoltaicos (sistema ativo), exibidos na Figura 54, convertem a energia solar em energia elétrica por meio de painéis de captação. A sua utilização regular nos projetos dentro do Brasil ainda não é muito viáveis devido ao seu alto custo, mas já se têm prédios em Florianópolis que os têm¹³⁰. São geralmente implantados nas coberturas e telhados das edificações, e, mesmo em dias nublados, geram energia.

Para projetos em Florianópolis, os painéis devem ser orientados ao norte verdadeiro ou com variação até 30 graus em relação ao mesmo, e devem ter de preferência uma inclinação correspondente à latitude local, de 27 graus, para uma maior eficiência ao longo de todo o ano, embora possam ter variação de mais 15 graus (otimiza-se para inverno) ou de menos 15 graus (otimiza-se para

¹²⁹ Incentivar produção interna de biometano a partir do tratamento de esgoto e dejetos orgânicos para abastecimento do gás das cozinhas.

¹³⁰ Exemplos podem ser encontrados na UFSC, como o novo Centro de Convivência, entre outros.

verão) da equivalente à latitude. Podem estar ligados à rede pública ou ser auto-suficientes. Na primeira opção, 'compram' energia à noite da rede e 'vendem' o excesso (não consumido) de dia; na segunda opção, devem ser bem dimensionados, considerando a armazenagem para dias nublados e as perdas por armazenagem.

Os coletores podem ser instalados em telhados com águas, coberturas planas ou em paredes voltadas para o norte. A instalação vertical reduzirá substancialmente o resultado, especialmente em baixas latitudes e no verão quando o sol encontra-se com maior ângulo de inclinação.

As placas podem ser integradas ao projeto de várias formas, instaladas independentes da estrutura da edificação ou totalmente fixadas na estrutura servindo como pele da edificação ou integradas como parte de outros elementos como telhados, sombreadores ou vidraças.

As estratégias de projeto que favorecem o uso de fotovoltaicos incluem: cumeeiras orientadas leste-oeste, maiores águas dos telhados voltados para o norte, com as menores para o sul, chaminés shafts para tubos de ventilação das instalações sanitárias e outros elementos que saem do telhado orientados para o norte (BROWN; DEKAY, 2004, p 245).



Figura 54. Painéis fotovoltaicos integrados na passarela. Edifício Habitat e Trabalho. Friburgo, Alemanha. Arqs. Common & Gies¹³¹.

¹³¹ Fonte: GAUZIN-MULLER, 2002, p.154.

Os coletores solares (sistema passivo) aproveitam a radiação solar como fonte de energia térmica para aquecimento de água e já são comumente utilizados na Ilha, onde têm-se mostrado bastante eficientes ao longo do ano. Nos coletores, a água quente é armazenada num boiler que mantém sua temperatura durante horas. Eles devem ser orientados ao norte verdadeiro (variação possível de 25 graus na orientação para o leste ou oeste), com inclinação de 27 graus (latitude local) para um máximo aproveitamento do seu potencial, podendo ter uma variação de mais ou menos 15 graus na inclinação.

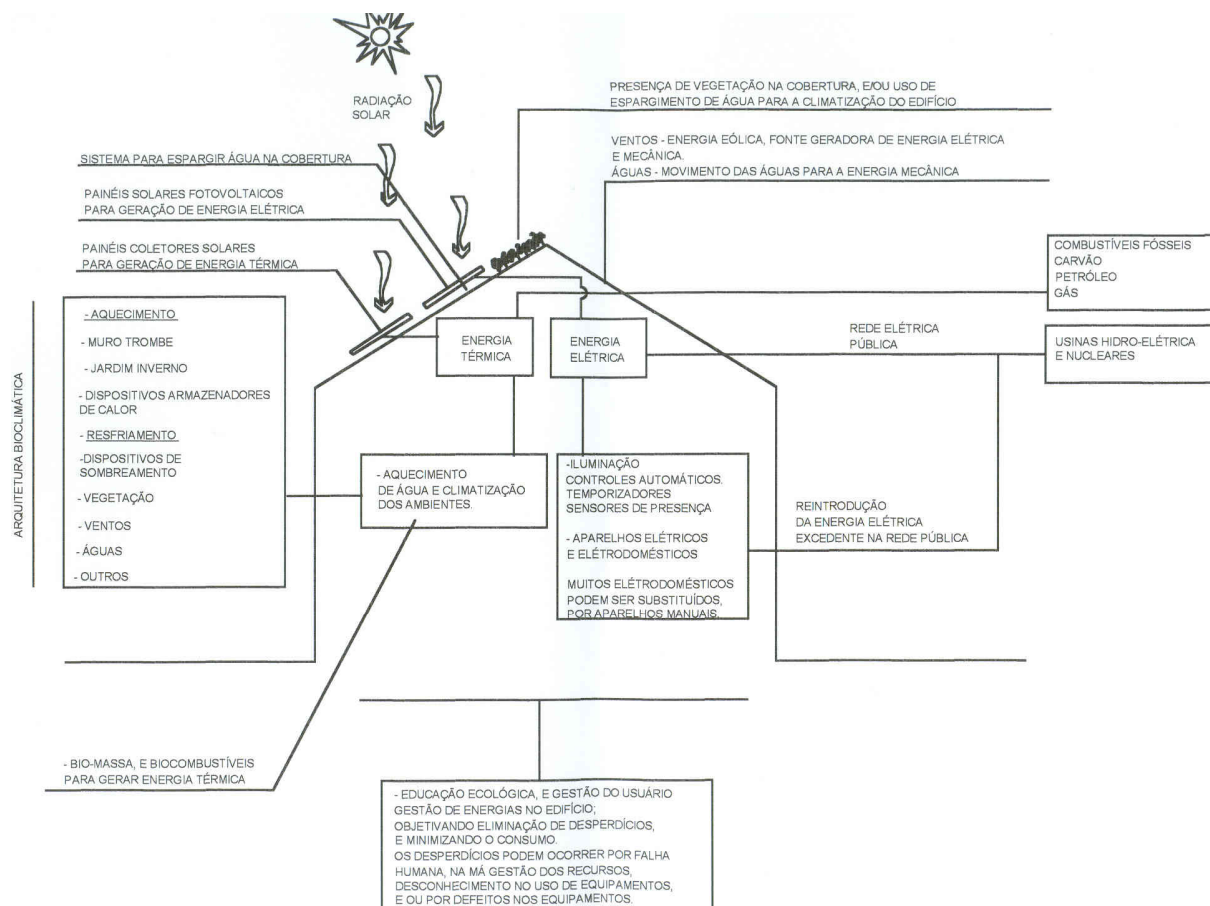


Figura 55. Fluxo de energias no edifício mais sustentável¹³².

B.4 Evitar emissões atmosféricas vindas de equipamentos instalados no edifício que afetem a camada de ozônio

Esta é uma das diretrizes em que, conforme visto nas entrevistas, o arquiteto tem um maior desconhecimento na área. A sua realização depende, dessa maneira, de um trabalho conjunto com especialistas no campo.

¹³² In: JORNADAS DA BIOCONSTRUÇÃO, Madrid, 1996 apud ADAM, Roberto S., 2001, p. 78.

Muitas substâncias afetam a camada de ozônio, e alguns dos equipamentos que são instalados ou especificados para o edifício possuem-nas; por isso, o seu uso destes deve ser evitado na edificação.

Segundo recomendações do LEED, deve-se buscar no projeto:

- Proteção da camada de ozônio, por meio do desenho de características que minimizem emissões de substâncias que a afetam durante as operações do edifício, tais como emissões de ácidos foto-oxidantes e GHC¹³³;
- Promover o uso de sistemas HVAC que não usem refrigerantes CFC; e
- Desenhar o edifício com equipamentos que meçam o consumo de água e energia ao longo do tempo.

B.5 Quando da reutilização das edificações, encorajar o uso planejado de estruturas existentes no local como parte do novo projeto

Nesta diretriz, o objetivo é tentar manter parte da estrutura e casca envolvente do edifício (75% a 100% - recomendação do LEED) e parte dos elementos que constituem a não casca, como paredes, pisos, sistema de forro e teto (até 50% - recomendação do LEED). Isso deve ser feito para a reciclagem de materiais, o que significa menos recursos naturais gastos e menos custos energéticos em função da energia incorporada no material, gasta na sua produção e no seu transporte.

É essencial fazer a remoção de elementos que possam ser contaminantes dentro da edificação a ser reutilizada, bem como promover a atualização das janelas, dos sistemas mecânicos e de encanamento.

B.6 Escolha e uso de materiais para o projeto com base em critérios sustentáveis

Como foi comentado no capítulo 3, a análise do ciclo de vida seria um dos melhores critérios para a escolha de materiais na edificação, já que com ela se mede a energia inerente ao material em todo seu processo, desde a sua extração, transporte, fabricação, incorporação na obra e seu potencial de reutilização. Como Yeang (2001) afirmou, a edificação poderia ser quantificada em termos energéticos de acordo com os materiais usados (por peso). No entanto, isso ainda não é possível de

¹³³ *Greenhouse gases*: dióxido de carbono, óxido nitroso e metano. Estes gases, no processo de construção, estão associados à queima de combustíveis fósseis na produção de energia.

ser realizado no Brasil. Mesmo assim, pela análise dos exemplos de arquitetura sustentável, algumas das ações que podem ser tomadas para a especificação de materiais com base em critérios mais sustentáveis seriam:

- Incentivar uso de elementos pré-fabricados, o que facilita posteriores reutilizações; e
- Fazer na edificação um uso restrito de materiais que contenham um alto valor energético

(Figura 56).

Há alguns materiais que representam um dano considerável à natureza pelo seu custo energético, como é o caso dos componentes do PVC, dos componentes do cimento no concreto, do uso do alumínio e do aço. Inicialmente, o seu emprego não seria muito recomendado, mas como a sua durabilidade é bastante alta, a grande quantidade de energia embutida na sua extração e fabricação é um pouco compensada para algumas pessoas. Mesmo assim, este é um tema que ainda gera incertezas e que não confere respostas muito claras no país.

Energias absorvidas pela construção	
Material	Energia incorporada MJ/kg
Madeira branda serrada secada com estufa	3,4
Madeira dura serrada secada com estufa	2,0
Madeira dura serrada secada ao ar	0,5
Tabuleiro de madeira	24,1
Tabuleiro conglomerado	8,0
Tabuleiro de fibra vulcanizada	11,3
Madeira contrachapada	10,4
Madeira laminada colada	11,0
Madeira chapada laminada	11,0
Plásticos em geral	90,0
PVC	80,0
Cola sintética	110,0
Pintura acrílica	61,5
Terra estabilizada	0,7
Granito dimensionado importado	5,9
Tijolos de argila	2,5
Cimento	5,6
Acabados em gesso	2,9
Gesso acartonado	4,4
Fibrocimento	7,6
Concreto <i>in situ</i>	1,7
Concreto prefabricado endurecido ao vapor	2,0
Painéis de concreto prefabricado	1,9
Blocos de concreto	1,4
Concreto celular tratado	3,6
Vidro	12,7
Aço polido	34,0
Ferro galvanizado	38,0
Alumínio	170,0
Cobre	100,0
Zinco	51,0

Figura 56. Requerimentos energéticos para a fabricação de materiais de construção¹³⁴.

¹³⁴ Fonte: YEANG, 1999, p.133.

Talvez por isso o critério ainda mais claro para especificação de materiais o seja pelo seu custo em função de transporte. Por isso e pelo apoio à economia local, um dos critérios de escolha de materiais mais sustentáveis seria o de elencar materiais locais ou regionais.

O LEED faz algumas recomendações de porcentagens na escolha de materiais para a edificação, como o uso de aproximadamente 50% da seguinte forma (por custo): materiais de reutilização de 5% a 10%; materiais reciclados, 5 a 10%; materiais locais e regionais, 20% (produzidos num raio de 800 km quando transportados de caminhão); materiais rapidamente renováveis, 5%; e uso de madeira, 2%, sendo no mínimo um 1% madeira certificada (Figura 57).

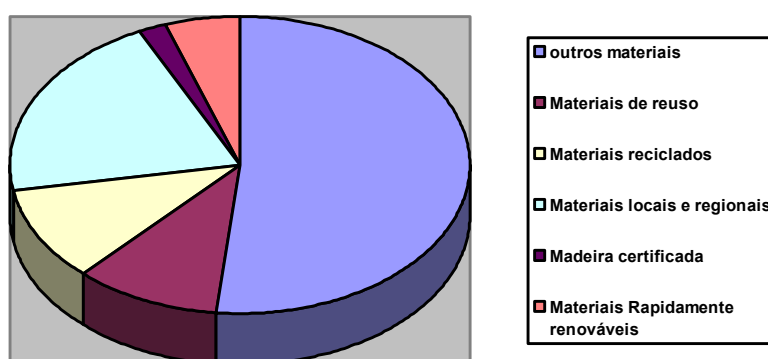


Figura 57. Distribuição de materiais para a obra, segundo o LEED NC, versão 2.1.

B.7 Promoção da reciclagem e recuperação de resíduos dentro da edificação

Na área de reciclagem na construção, houve a intensificação de muitas pesquisas recentes sobre o entulho produzido em obra. Este é um resíduo de grande volume, que ocupa muito espaço nos aterros. Seu transporte, devido ao peso, é custoso, o que torna a reciclagem e o reaproveitamento muito importantes. Embora por enquanto o entulho seja aplicado - quando triturado - basicamente na pavimentação de estradas, aterros e no enchimento de fundações de construção, vários países como Estados Unidos, Japão, Itália, França, Inglaterra e Alemanha já têm boas experiências a respeito. Em nível de Brasil, cidades como São Paulo, Londrina, Belo Horizonte e Ribeirão Preto também contam com algumas experiências. “Tem-se estimado que se poderiam reutilizar ou reciclar 75% de todos os resíduos da construção. Atualmente, na Europa, só se recicla 5% deles¹³⁵” (YEANG, 2001, p.158).

¹³⁵ Tradução nossa.

A quantidade de entulho gerada nas cidades brasileiras é muito significativa e pode servir como um indicador do desperdício de materiais [...]. Os resíduos de construção e demolição consistem em concreto, estuque, telhas, metais, madeira, gesso, aglomerados, pedras, carpetes, etc. Muitos desses materiais e a maior parte do asfalto e do concreto utilizado em obras pode ser reciclado¹³⁶.

Dentro das recomendações do LEED para esta diretriz, está a reciclagem e/ou recuperação dos escombros resultantes do processo de construção e demolição do edifício (mínimo de 50% a 75%). O arquiteto, enquanto projetista, deve fazer um detalhamento maior dos projetos, já que esta é uma das causas do desperdício de material em obra.

Com a Resolução 307 do CONAMA, as empresas de construção junto com os fornecedores são responsáveis pelo destino final do lixo da obra. Assim, a nova gestão dos resíduos da construção deveria ter enfoque em:

- a) Redução dos desperdícios de materiais e do volume de resíduos gerados;
- b) Reutilização de materiais, elementos e componentes que não necessitem transformações; e
- c) Reciclagem de materiais que sobrem, transformando-os em matéria prima para a produção de novos produtos.

Algumas das ações possíveis de serem feitas com os diversos materiais de obra, por sua vez, seriam¹³⁷:

- a) Terra de remoção: utilizada para ajardinamento da própria obra, na restauração de solos contaminados, aterros e terraplanagens;
- b) Tijolos e elementos cerâmicos: os recortes podem ser reutilizados em locais onde sejam necessários pedaços menores ou triturados;
- c) Madeira: reutilizar o máximo possível, evitando tratá-la com produtos químicos para facilitar a reciclagem;
- d) Metais: separar os férricos dos ferrosos para reciclagem, já que suas características são diferentes;
- e) Embalagens e plásticos: reenviar para o fornecedor do material a fim de uma reutilização ou reciclagem;
- f) Gesso e derivados (placas): recortes podem ser reutilizados para pequenos consertos; e

¹³⁶ Fonte: <<http://www.reciclacontouche.hpg.ig.com.br/entulho.htm>>

¹³⁷ Fonte: PROGRAMA ENTULHO LIMPO/PE. Resíduos da Construção e Demolição. SINDUSCON/PE. SEBRAE.ADEMI-PE. 2005. 39p.

g) Resíduos especiais (óleos, tintas, vernizes e produtos químicos): armazenar tintas e vernizes em locais adequados visando à sua reutilização.

Para a promoção da reciclagem diretamente dentro da edificação cabe ao arquiteto prever no projeto (Figura 58):

a) Um local (em tamanho adequado) para armazenamento e separação de lixo orgânico diferente do reciclável, organizado em papel, vidro, plástico, metais. Pensar em separações diferentes para lixos contaminadores da natureza, como lâmpadas (pelo mercúrio), baterias de celular (pela radioatividade), pilhas (pelos metais pesados), tinta (pelos metais pesados), colocando depósitos de lixo em cada andar e depósito central de fácil acesso.

b) A utilização de lixo orgânico na produção de composto e húmus para a agricultura, quando o projeto assim o permitir.

E, em conjunto com outros profissionais:

a) Desenhar características para minimizar riscos de desperdício perigoso no local, assegurando-se que o lixo tóxico causado pelas operações do edifício seja armazenado de forma segura.

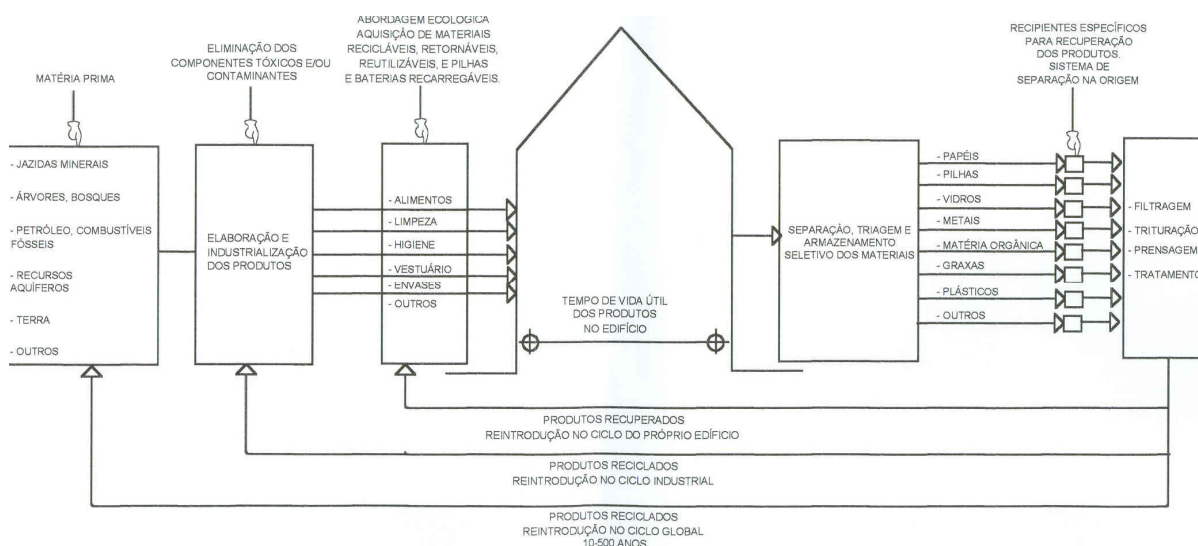


Figura 58. Mapeamento do fluxo de bens de consumo em edifícios ecológicos¹³⁸.

¹³⁸ Fonte: JORNADAS DA BIOCONSTRUÇÃO, Madrid, 1996 apud ADAM, 2001, p.96.

6.3.4 Categoria C: Promoção e Manutenção da Qualidade Ambiental Interna da Edificação

Assim como na categoria anterior, nesta o arquiteto precisa trabalhar de forma multidisciplinar, com a diferença de que naquela as ações estão diretamente ligadas ao produto da edificação e vão influenciar no seu desempenho em relação ao conforto do usuário.

C.1 Manter o ar interno da edificação livre de poluentes

As ações dentro desta diretriz de projeto podem ser identificadas em dois níveis e de acordo com a tecnologia usada no edifício. O objetivo principal é manter o ar interno da edificação livre de poluentes, o que pode ser feito no zoneamento da edificação (especialmente em edificações comerciais), reconhecendo áreas com fontes poluidoras (casas de máquinas, bombas, etc.) e colocando-as distantes das áreas principais de ocupação, bem como através da assinação de uma área dentro do edifício, exclusiva para fumantes, ligada ao exterior e sem recirculação de ar para as outras áreas do edifício.

Além disso, para edifícios com um nível maior de tecnologia, o LEED recomenda estabelecer monitoração permanente do dióxido de carbono no ambiente interno do edifício e no sistema HVAC integrado com o sistema de automação do mesmo.

Também se recomenda especificar materiais (adesivos, seladores, pinturas, carpetes, madeira composta) que tenham baixa emissividade de VOC¹³⁹, mas ainda estão sendo desenvolvidos estudos a respeito.

C.2 Desenhar a edificação para atingir níveis de conforto térmico aceitável de acordo ao estabelecido pelas zonas climáticas

O objetivo principal desta diretriz é desenhar o projeto para manter a temperatura do ar, bem como para manter dentro da edificação a umidade relativa aceitável em lugares ventilados natural e mecanicamente, desenhando o edifício de maneira que ele seja mantido dentro do estabelecido pelas zonas climáticas.

¹³⁹ Compostos Orgânicos Voláteis.

O estudo do conforto térmico é um tema bastante amplo e faz parte do conceito de projeto bioclimático (ou bioclimatologia), como comentado anteriormente. Segundo definição de Frota e Schiffer (2003, p.17),

a arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou ao estresse, inclusive térmico. A arquitetura, como uma das suas funções deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas.

Para as mesmas autoras, as principais variáveis climáticas do conforto térmico são temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente, guardando estreitas relações com o regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas e topografia, entre outras características locais que podem ser alteradas pela presença humana. Para o estudo do conforto térmico, torna-se básico o conhecimento sobre a incidência da radiação solar, para a determinação da carga térmica que recebe a edificação em determinada hora do dia nas diferentes épocas do ano, o que pode ser visto com o conhecimento da geometria solar. É igualmente importante a determinação de sombras na edificação, a orientação das aberturas para calcular as suas possíveis proteções solares, o conhecimento das características térmicas dos materiais, assim como as premissas genéricas para o partido arquitetônico adequado a climas particulares (diretriz 1 deste capítulo), para a projeção de edifícios e espaços urbanos cuja resposta térmica atenda às exigências de conforto térmico¹⁴⁰.

Aqui serão abordadas com mais profundidade as diretrizes gerais de projeto apresentadas no item 1 deste capítulo, colocando-se algumas estratégias de implementação possíveis para o clima de Florianópolis. Para uma discussão mais abrangente sobre o tema, pode-se recorrer à vasta bibliografia¹⁴¹ disponível sobre o mesmo.

A orientação é uma das principais estratégias para o melhor aproveitamento do sol (para ganho e perda), o que vai incidir na iluminação e no conforto térmico da edificação em geral. A título de ilustração, apresenta-se a Figura 59, onde está exibida a Carta Solar para Florianópolis de forma simplificada, com o comportamento do sol nas diferentes fachadas para as estações do ano.

¹⁴⁰ Idem, ibidem.

¹⁴¹ Manual de Conforto Térmico (In: FROTA, SCHIFFER, 2003); Man, Climate and Architecture. (In: GIVONI, 1976); Design with Climate (In: OLGAY, 1963); Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural (In: RIVERO, 1985); Thermal Comfort, analysis and application in environmental engineering (In: FANGER, 1972); Eficiência Energética na Arquitetura (In: LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 1997); Thermal Design in Buildings (In: SZOKOLAY, 1987); entre muitos outros.

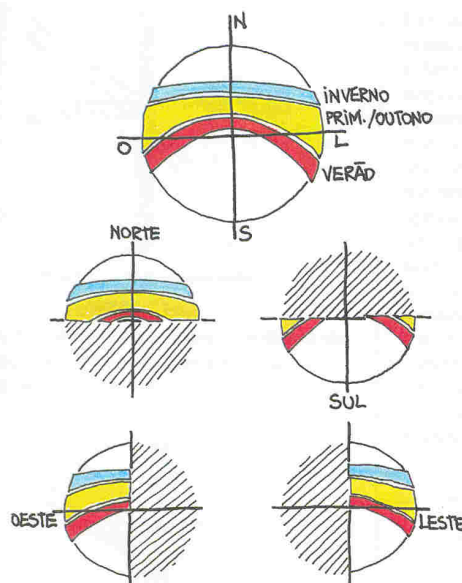


Figura 59. Carta solar simplificada para Florianópolis.

Notas: Leste: sol todas as manhãs em todas as estações;

Oeste: sol todas as tardes em todas as estações;

Norte: sol mais baixo durante todo o dia no inverno e em boa parte da primavera e outono; sol mais alto no verão, que incide poucas horas do dia; e

Sul: sol inexistente no inverno; sol pouco presente no outono e na primavera, no início e final do dia; sol mais presente no verão, no início e final do dia, desaparecendo por volta do meio dia para a fachada (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 1997, p.66).

Dessa forma, pode ver-se que, na implantação da edificação, seria mais conveniente deixar as maiores fachadas para o quadrante norte e sul, com variações para o quadrante nordeste e noroeste. Isso porque apresenta-se uma insolação mais uniforme (principalmente na fachada norte) ao longo do dia e porque é mais fácil de controlar o sol nessas fachadas. Nas fachadas leste e oeste, o sol se apresenta por metade do dia, e na fachada oeste é quando se tem maior ganho solar, por isso não é aconselhável como orientação principal, e quando o for, deve ser usado sombreamento na fachada.

As estratégias de projeto recomendáveis para Florianópolis, como visto no início do capítulo (item 6.3.1), são: uso de ventilação com sombreamento (para verão e média estação) e uso de sistemas de massa térmica para aquecimento (ou inércia) junto com uso de sistemas de aquecimento solar (para inverno e média estação).

A seguir, serão ampliados esses conceitos e descritas algumas estratégias de implementação recomendadas para os projetos em Florianópolis.

C.2.1 Estratégia de uso de massa térmica (ou inércia) e aquecimento solar

Para esta estratégia, têm-se duas opções: utilizar a massa térmica junto ao aquecimento solar passivo ou o aquecimento solar passivo com isolamento térmico. Na primeira, pelo ganho solar, as baixas temperaturas podem ser compensadas no inverno, armazenando calor nas paredes ou cobertura, o qual será dissipado mais tarde no interior da edificação, normalmente à noite, quando é mais frio. Na segunda opção, o aquecimento solar (ganho de calor) é utilizado junto com o isolamento térmico dos elementos componentes da edificação, para evitar perdas de calor desta para o exterior (normalmente mais acentuada pela cobertura e aberturas), enquanto se aproveitam os ganhos de calor internos (pessoas, eletrodomésticos, cozinha, banheiros) para aumentar a temperatura interna¹⁴².

C.2.1.1 Sistemas de aquecimento solar

Para o aquecimento solar passivo, podem ser usados sistemas de captação direta, como janelas e portas em vidro, ou sistemas de captação semidireta, por meio de espaços intermediários, como jardim de inverno.

a) Sistemas de captação direta (Figura 60): a energia térmica é captada por janelas, portas janelas ou aberturas zenitais, mas recomenda-se o uso de proteção para o verão como sombreamento e para que a perda de calor no inverno não seja tão rápida persianas ou vidro duplo.

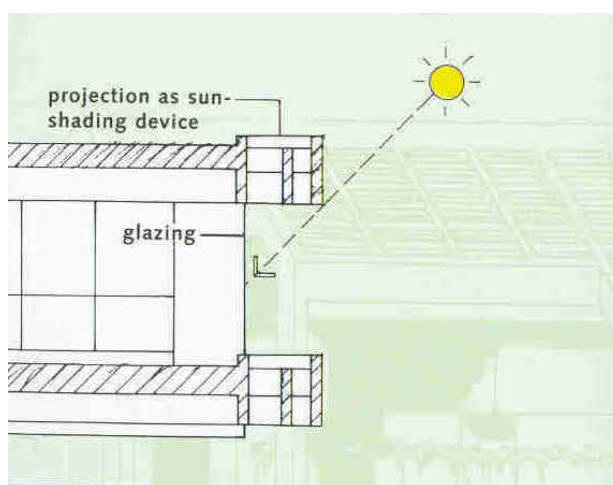


Figura 60. Captação direta do sol por meio de janelas permite ganho solar em inverno e ventilação em verão¹⁴³.

¹⁴² Idem, ibidem.

¹⁴³ In: RICHARDS, 2001, p.79.

b) Sistemas de captação semidireta:

- A radiação penetra no ambiente por meio de um espaço intermediário, podendo passar ao ambiente interno por condução ou convecção. Cria-se, com isso, um micro clima na edificação, que associado a um bom isolamento contra perda térmica, mantém a temperatura elevada em relação ao exterior;

- Pode ser empregado o conceito de jardim de inverno (Figura 61) orientado ao norte (fachada que recebe mais sol proporcionalmente ao longo do dia), mas com janelas móveis para serem usadas no verão, deixando passar a ventilação e com proteção móvel nas janelas para no inverno, à noite, serem protegidas para não deixar sair o calor;

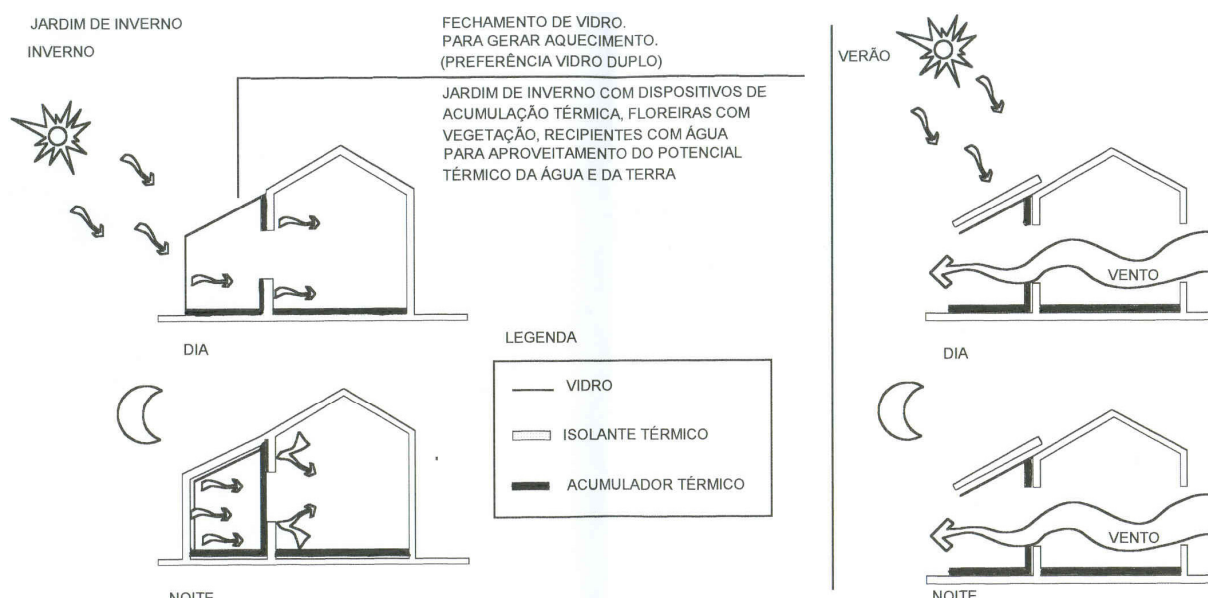


Figura 61. Captação semidireta por meio de jardim de inverno, funcionando para inverno e verão¹⁴⁴.

- Jardins de inverno podem ser usados para coletar o calor do sol, acumulá-lo em um local central e distribuí-lo a outros recintos (Figura 62); e

- Associar o jardim de inverno a algum tipo de vegetação com folhas caducas (que perca as folhas no inverno e as mantenha no verão, proporcionando sombra quando necessário).

¹⁴⁴ In: ADAM, 2001, p.63.

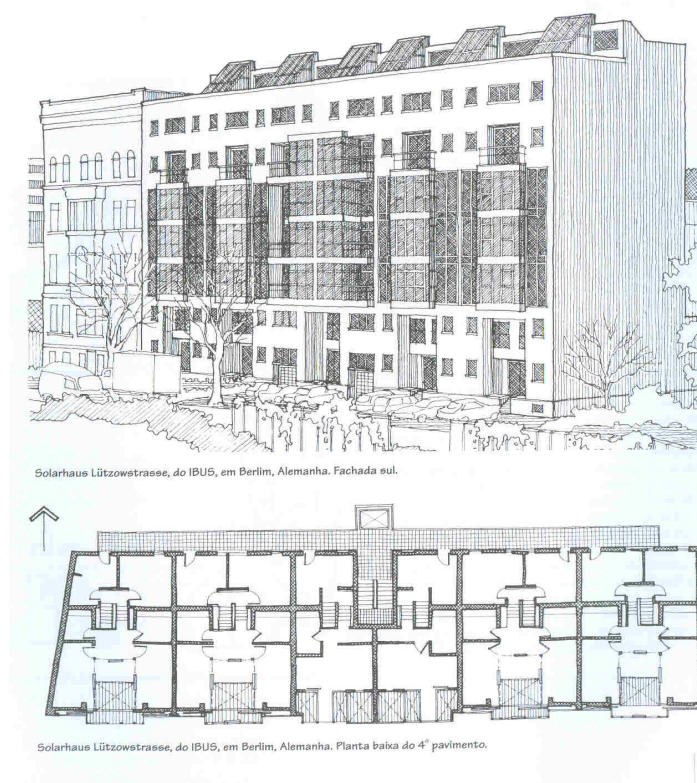


Figura 62. Projeto Solarhaus Lutzowstrasse, do IBUS. Berlim, Alemanha. Fachada sul¹⁴⁵.

C.2.1.2 Sistemas de inércia (massa térmica)

Para a estratégia de uso de inércia ou massa térmica, podem ser usados: inércia em paredes (maior massa) (Figura 63); ou sistemas de inércia na cobertura, como o constituído pelo uso de teto jardim ou coberturas com água; ou ainda, como falado anteriormente, maior isolamento nos componentes da edificação.

a) Sistemas de inércia em paredes:

- As vedações externas para o clima de Florianópolis devem ser de preferência isoladas no lugar de terem mais massa térmica. Pode-se usar paredes duplas, ou com câmaras de ar internas (não ventiladas para maior efeito), ou com elementos isolantes na sua composição. Deve-se tomar especial cuidado quanto ao desempenho térmico das paredes orientadas ao oeste, porque nesta fachada é onde se tem maior ganho solar;

¹⁴⁵ Fonte: BROWN; DEKAY, 2004, p.195.

- Também influi a cor externa dos componentes no aquecimento dos ambientes através da radiação solar. Assim, preferencialmente devem ser empregadas cores claras quando não se quer aquecer o ambiente (fachada oeste no verão), ou cores escuras para o efeito contrário (fachada sul no inverno); e

- Soluções de projeto, como antecâmaras, funcionam bem como isolantes à perda de calor, pois preservam a temperatura do ambiente interior.

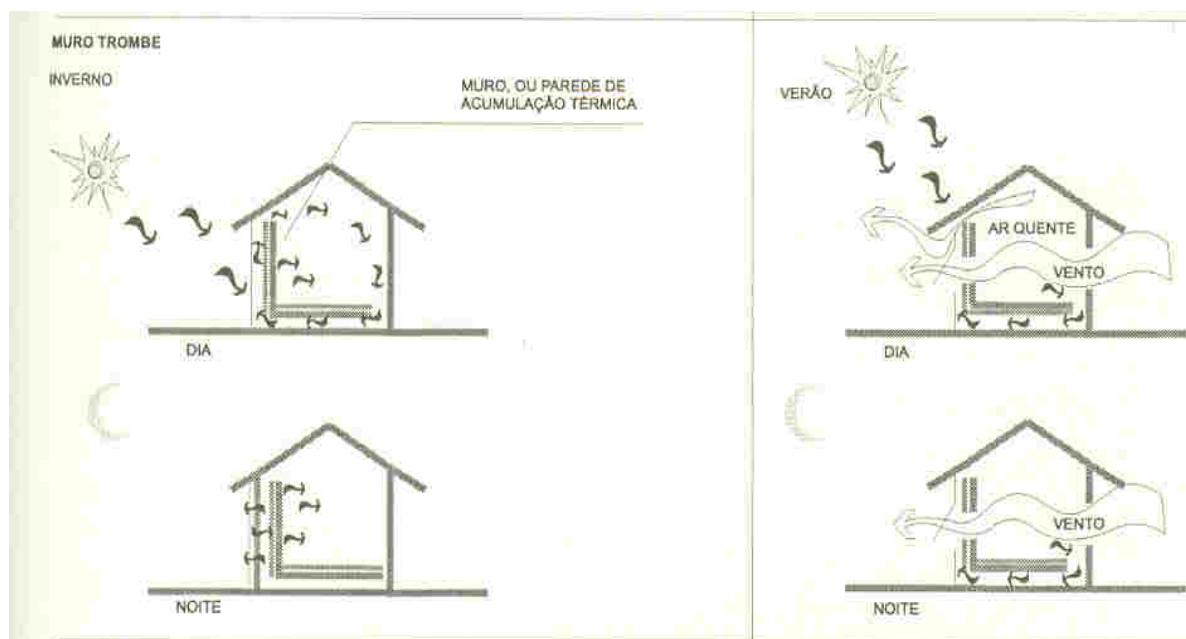


Figura 63. Parede acumuladora de calor. Funcionamento em inverno e verão¹⁴⁶.

b) Sistemas de inércia em coberturas:

- Nas coberturas, também para Florianópolis, pode ser trabalhado um maior isolamento térmico, por meio do uso de materiais isolantes, como mantas, isopor, lã de vidro, etc, ou serem utilizados forros associados a câmaras de ar (ventiladas ou não) para dar maior eficiência no desempenho térmico; e

- O uso de teto jardim (Figura 64) ou cobertura de água funciona no verão e no inverno, pois impede a troca de calor direta com o ambiente externo, criando um micro clima mais favorável. Seu desempenho térmico é muito superior, porém o atraso térmico também é maior, o que é preciso levar em conta na hora do detalhamento da cobertura.

¹⁴⁶ Fonte: ADAM, Roberto S., 2001, p.63.

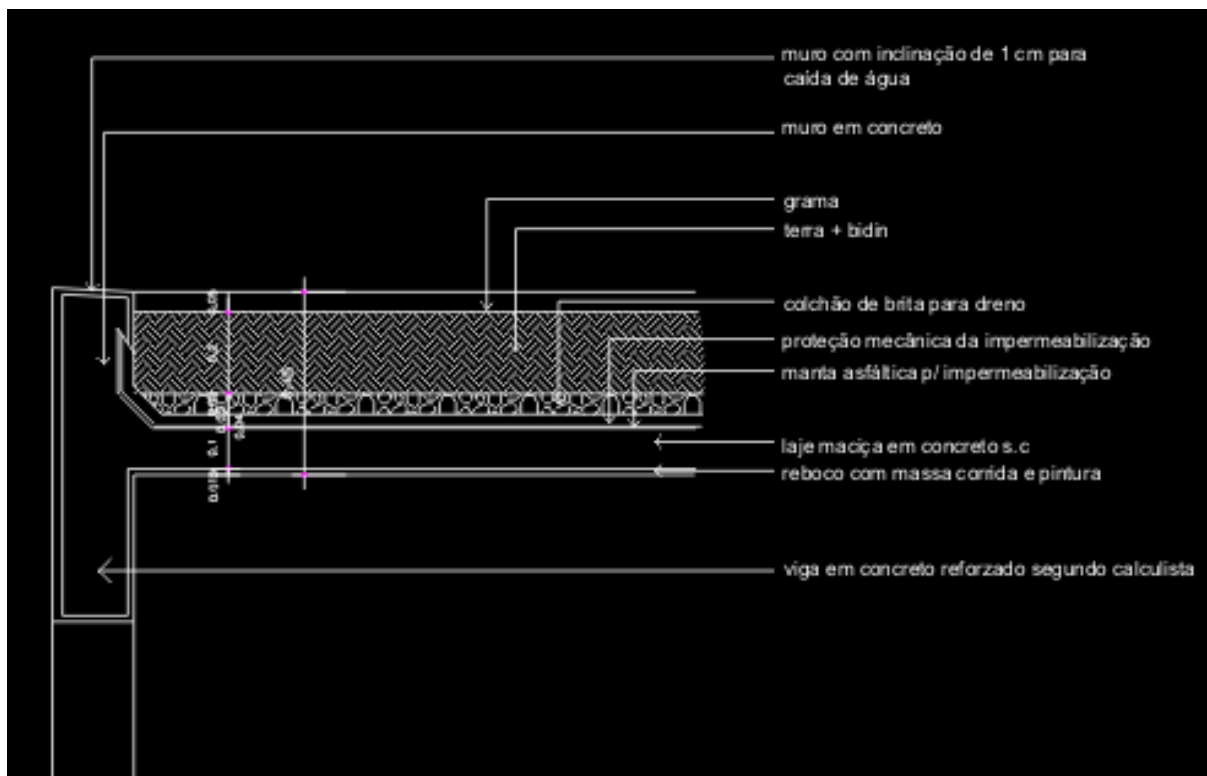


Figura 64. Detalhe laje com teto jardim. Projeto Condomínio Lagoinha. Florianópolis (Fonte da autora).

C.2.2 Sombreamento (uso de protetores solares)

Sombreamento é uma das estratégias que a análise climática indica como própria para os projetos para Florianópolis, principalmente no verão. Das aberturas pretende-se que funcionem para iluminação e ventilação, mas precisa ser controlada a radiação solar que entra nelas, principalmente no verão, pois através delas é que se acumulam mais ganhos solares na edificação no período mais quente e indesejável, motivo pelo qual o sombreamento cobra muita importância, especialmente nos projetos comerciais.

O sombreamento pode ser obtido através de elementos da própria geometria da edificação (às vezes, pode ser desejada ou indesejada e ter que cuidar-se), ou através de protetores solares, como brises, fachada dupla, pergolados, persianas externas ou internas e espaços intermediários, como varandas.

Os elementos de sombreamento devem ser calculados de acordo com a orientação da fachada, por meio do uso de ferramentas como a carta solar, ou computacionais.

a) Brises (Figuras 65, 66 e 67):

- Para ajudar na necessidade de sombreamento no verão, trabalhando junto com a ventilação, uma opção é utilizar protetores solares reguláveis, que podem ser brises, tanto horizontais, como verticais (dependendo da fachada em que se encontram) e beirais. A ideia de que sejam reguláveis (Figura 67) é que possam ser ajustados de acordo com as necessidades do sol no verão ou no inverno;

- Elementos de proteção de forma horizontal funcionam melhor nas fachadas N-S, e elementos de proteção de forma vertical funcionam melhor nas fachadas L-O, conforme a carta solar.

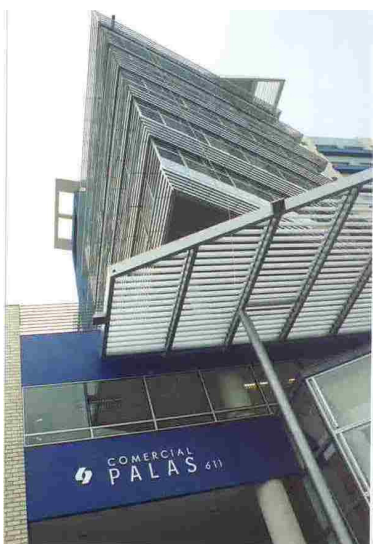


Figura 65

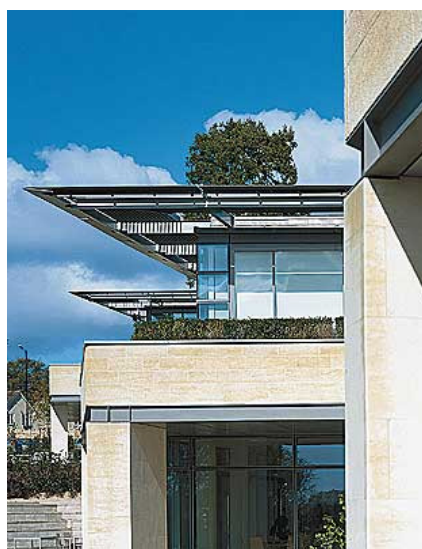


Figura 66



Figura 67

Figura 65. Exemplo de pergolado e brise. Edifício Comercial Palas. Florianópolis. MOS Arquitetos¹⁴⁷.

Figura 66. Exemplo de brise. Wessex Water Centre in Bath. Arq. Bennetts Associates¹⁴⁸.

Figura 67. Brises móveis formando fachada inteligente que filtra a luz. Projeto Sede Social de Avax, em Atenas, Grécia. Arq. A. Tombazis¹⁴⁹.

b) Fachada dupla (Figura 68):

Os materiais da fachada dupla nas edificações devem ser selecionados para refletirem o ganho térmico solar e evitarem a transmissão de calor à camada interna.

¹⁴⁷ Fonte: BAUTEC CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES.

¹⁴⁸ Fonte: <<http://www.designcouncil.org.uk>>.

¹⁴⁹ Fonte: GAUZIN-MULLER, 2002, p.226.

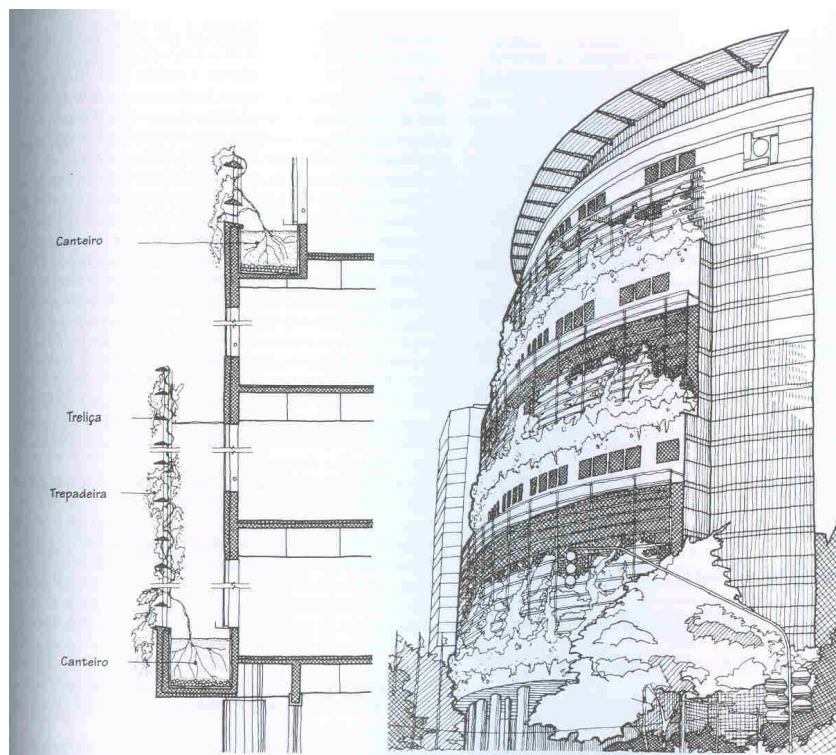


Figura 68. Corte de pele na fachada oeste. Edifício de Escritórios Consórcio -Vlda. Santiago de Chile. Arq. Enrique Browne e Borja Huidobro¹⁵⁰.

c) Pergolados:

Tanto verticais ou horizontais (Figura 67), com ou sem vegetação. De preferência, quando com vegetação, combinando plantas que deixem cair suas folhas no inverno para que deixem passar o sol nessa época, na qual é necessária uma captação mais direta como forma de aquecimento passivo. A orientação dos pergolados é importante e geralmente ao igual que os outros elementos de proteção solar são mais utilizados na fachada oeste.

d) Persianas:

Elementos móveis nas portas e janelas que possam ser abertos no verão, a fim de evitar as perdas de calor no inverno, já que pelas portas e janelas em vidro é onde se dão mais estas perdas.

e) Espaços intermediários/Varandas:

É interessante combinar ventilação cruzada com espaços cobertos e abertos ao exterior, já que ao mesmo tempo em que se propicia a ventilação, se protege o interior de uma maior exposição ao sol. Dependendo da orientação de tais espaços, é bom ter proteções verticais móveis, por exemplo, para a fachada sul no inverno.

¹⁵⁰ Fonte: BROWN; DECAÍ, 2004, p.291.

C.2.3 Desempenho térmico dos materiais para Florianópolis

Sobre este aspecto é importante que o arquiteto tenha um conhecimento prévio, embora geral de análise do desempenho térmico dos materiais usados nos projetos. Em diversos países europeus, este é um dos conceitos importantes para a aprovação de projetos pelas autoridades municipais. No Brasil, foi desenvolvido o projeto de Norma Brasileiro para o Desempenho Térmico¹⁵¹, o qual apresenta os valores admissíveis para transmitância térmica, atraso térmico e fator solar para as distintas zonas bioclimáticas do país, mostrando a forma de elaboração dos cálculos. Porém, o projeto enfoca somente valores mínimos aceitáveis para vivendas residenciais unifamiliares de baixa renda. Para o foco desta pesquisa não é válida a sua aplicação, mas, somente a título de exemplo, mostra-se na Tabela 3, a seguir, os parâmetros de desempenho térmico mínimos para coberturas e vedações externas para a cidade de Florianópolis (que encontra-se na Zona Bioclimática 3) para habitações unifamiliares de baixa renda, conforme a Norma pontua.

Vedações externas	Transmitância térmica U	Atraso Térmico φ	Fator de calor Solar FCS
	W/m ² .K	Horas	%
Parede: Leve Refletora	U ≤ 3,60	φ ≤ 4,3	FCS ≤ 4,0
Cobertura: Leve Isolada	U ≤ 2,00	φ ≤ 3,3	FCS ≤ 6,5

Tabela 3. Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solares admissíveis para vedações externas para a Zona Bioclimática 3¹⁵²

Por meio da seleção de materiais com maior ou menor resistência aos ganhos ou perdas de calor, a envolvente do edifício pode estar respondendo de uma forma mais ou menos eficaz, e assim precisando ou não de condicionamento artificial, o que influi no gasto energético geral da edificação.

C.3 Promoção de ventilação natural na edificação

Deve procurar-se, através do projeto, desenhar características para maximizar a eficácia da ventilação natural e garantir um nível aceitável de qualidade de ar e conforto térmico em locais naturalmente ventilados. Da mesma maneira, deve-se garantir no projeto uma qualidade do ar aceitável

¹⁵¹ COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Desempenho Térmico de Edificações. Partes 1, 2 e 3. Origem: Projeto 02: 135.07 –001/003, 1998. Publicado pela ABNT em Maio de 2005.

¹⁵² Idem, ibidem, parte 3, p.6.

para espaços mecanicamente ventilados. A recomendação do LEED é de que neste item para edifícios naturalmente ventilados, a distribuição do ar envolva mais de 90% da área, pelo menos em 95% das horas de ocupação, sendo que o mínimo de 75% dos espaços devem ter ventilação cruzada.

Para espaços ventilados mecanicamente, o sistema de ventilação deve garantir uma mudança efetiva de ar¹⁵³ e janelas operáveis para os usuários, mesmo para edificações que precisem o uso de ventilação mecânica.

A estratégia de ventilação natural, de acordo com que foi visto anteriormente, é uma das indicadas para os projetos em Florianópolis, principalmente para o verão. Tal cidade apresenta predominância de ventos no quadrante norte (Figura 69) para quase todas as estações do ano, principalmente no inverno. No verão, predominam os ventos no quadrante nordeste, o que deve ser considerado para soluções de ventilação natural. A menor frequência de ocorrência de ventos durante o verão se dá à madrugada e à noite, por isso é necessário que sejam pensadas estratégias alternativas para resfriamento. Já o período da tarde, no verão, apresenta uma maior ocorrência de ventos, o que é positivo por este ser o período mais crítico e favorável à estratégia de ventilação natural (MACIEL, A., 2005).

Por estar localizada em uma Ilha, tem-se também a presença da brisa marinha, o que é importante para considerar terrenos que se encontrem afetados por ela.

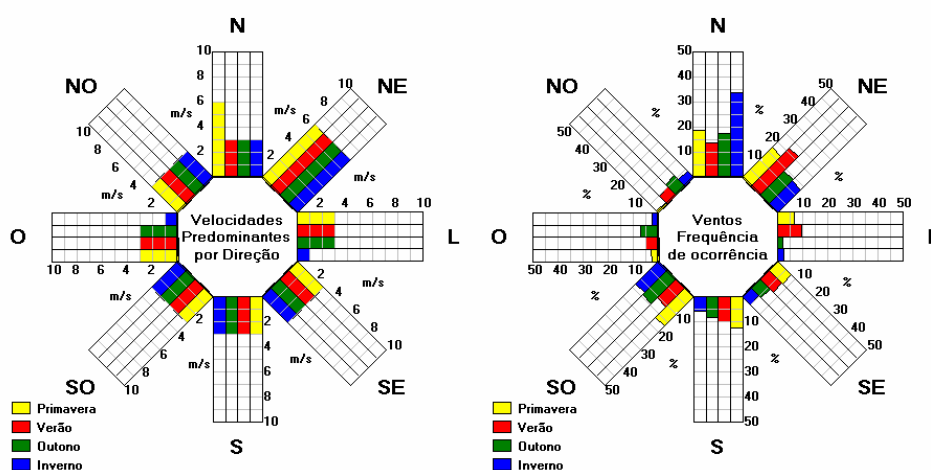


Figura 69. Fonte: Programa Sol-Ar¹⁵⁴.

C.3.1 Ventilação natural

Resulta de movimentos do ar por meio de trocas de ar interno e externo ou pela própria circulação de ar interno, por diferenças de pressão ou de temperaturas. Podem ser adotadas várias estratégias arquitetônicas para a obtenção da ventilação natural em Florianópolis, entre elas:

¹⁵³ Maior ou igual a 0,9, como determinado pela ASHRAE 129 -1997 (recomendação do LEED).

¹⁵⁴ Programa desenvolvido pelo Labeee – UFSC. Fonte: <www.labeee.ufsc.br >

a) Ventilação Cruzada: Consiste em favorecer o movimento do ar de um espaço ou de mais espaços conectados por meio de aberturas em fachadas opostas, cujas condições de radiação ou exposição ao vento sejam diferentes. As aberturas de ventilação devem ser controláveis, de forma que permitam a circulação do ar em horários nos quais a temperatura exterior é mais confortável, e que possa ser evitada ou controlada esta circulação de ar em inverno. Com esta estratégia, também se contribui à desumidificação dos ambientes, melhorando a sensação térmica principalmente no verão.

Sobre a ventilação cruzada é importante levar em consideração, para a forma e orientação da edificação, a direção dos ventos de verão predominantes em Florianópolis. É essencial também considerar, na implantação da edificação, profundidades menores. (Figura 70).

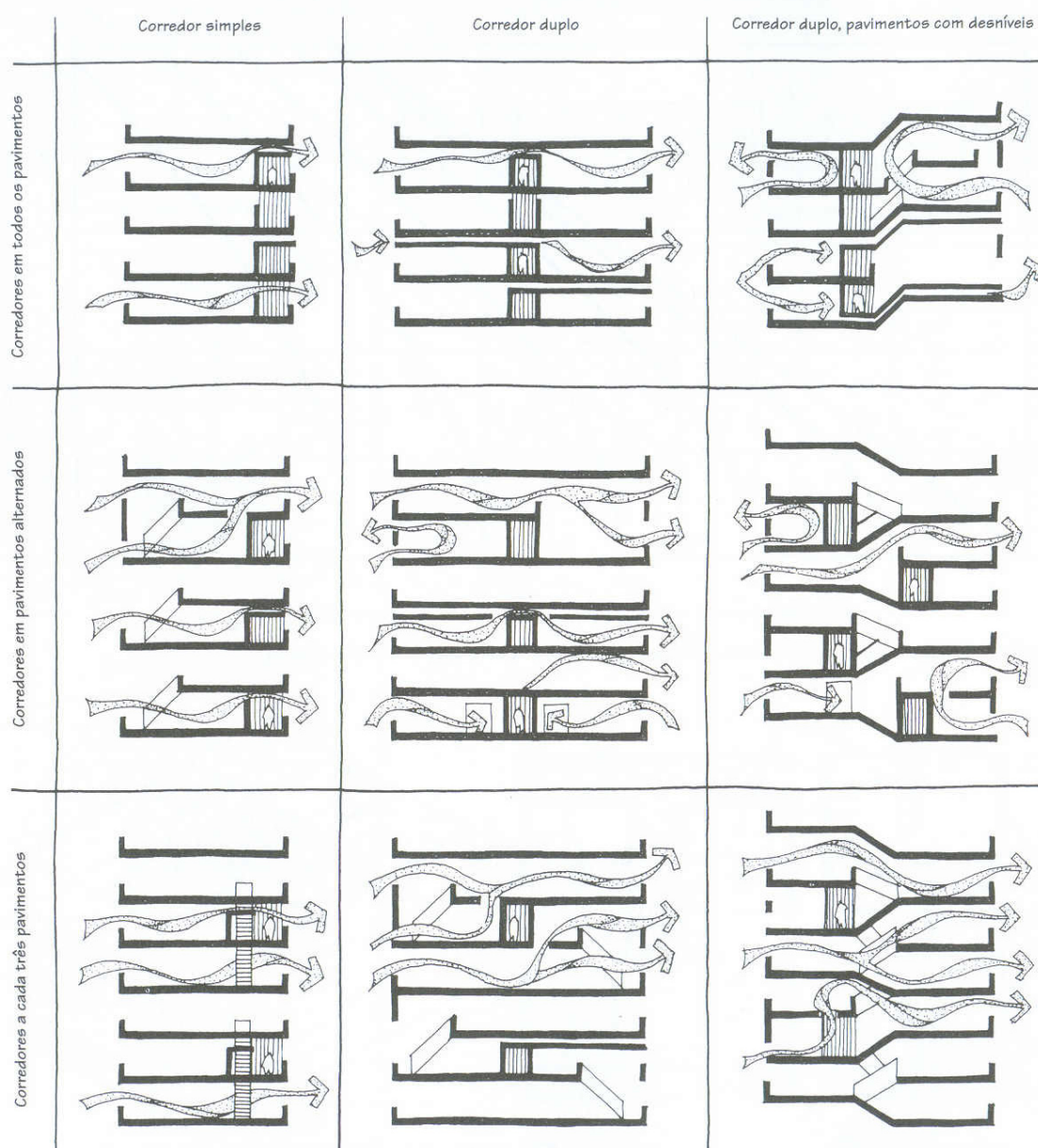


Figura 70. Estratégias de organização para ventilação cruzada de edificações com corredores¹⁵⁵.

¹⁵⁵ Fonte: BROWN; DEKAY, 2004, p.172.

b) Efeito Chaminé: ocorre ao promover-se uma extração de ar (mais quente) por meio de aberturas conectadas a um duto de extração vertical (Figura 71) (incrementada com o aumento da distância entre as aberturas altas e baixas). Este sistema inclui aberturas inferiores para entrada do ar frio, mas denso. Recomenda-se usar a fachada da abertura interna voltada para a direção dos ventos predominantes.

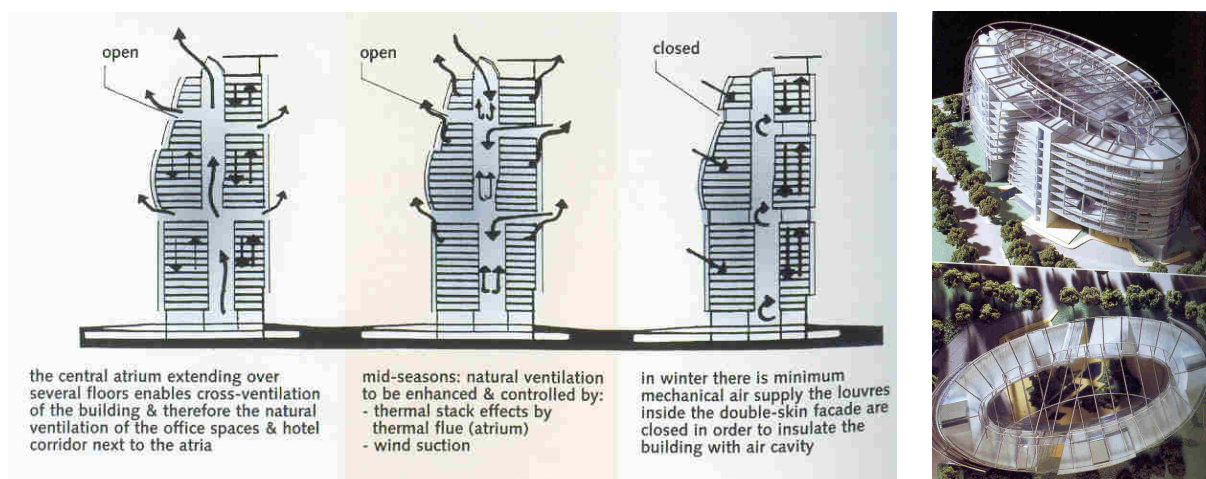


Figura 71. Esquema de ventilação em edificação comercial nas 3 estações. Shanghai Armoury Tower. Arq. Ken Yeang¹⁵⁶.

Figura 72. Edificação com átrio interno para promoção da ventilação natural. Projeto Gamuda Headquarters. Malásia. Arq. Ken Yeang¹⁵⁷.

c) Pátio ou Átrio: pode-se criar um micro clima específico que atue sobre a temperatura do ar com uso de vegetação, baixando aquela (Figura 72). Quando conectado a corredores, promove uma ventilação interna na edificação. Seria interessante se a este sistema pudesse ser acoplado a uma cobertura móvel para proteger-se do frio no inverno, especialmente à noite, e da radiação forte no verão.

d) Ventilação na Cobertura: sendo a cobertura laje ou telhado, é interessante que tenha uma câmara de ar ventilada para dar uma maior resistência térmica do elemento no ambiente, a fim de evitar grandes ganhos de calor pela cobertura (Figura 73).

¹⁵⁶ Fonte: RICHARDS, 2001, p.126.

¹⁵⁷ Fonte: idem, ibidem, p.138.

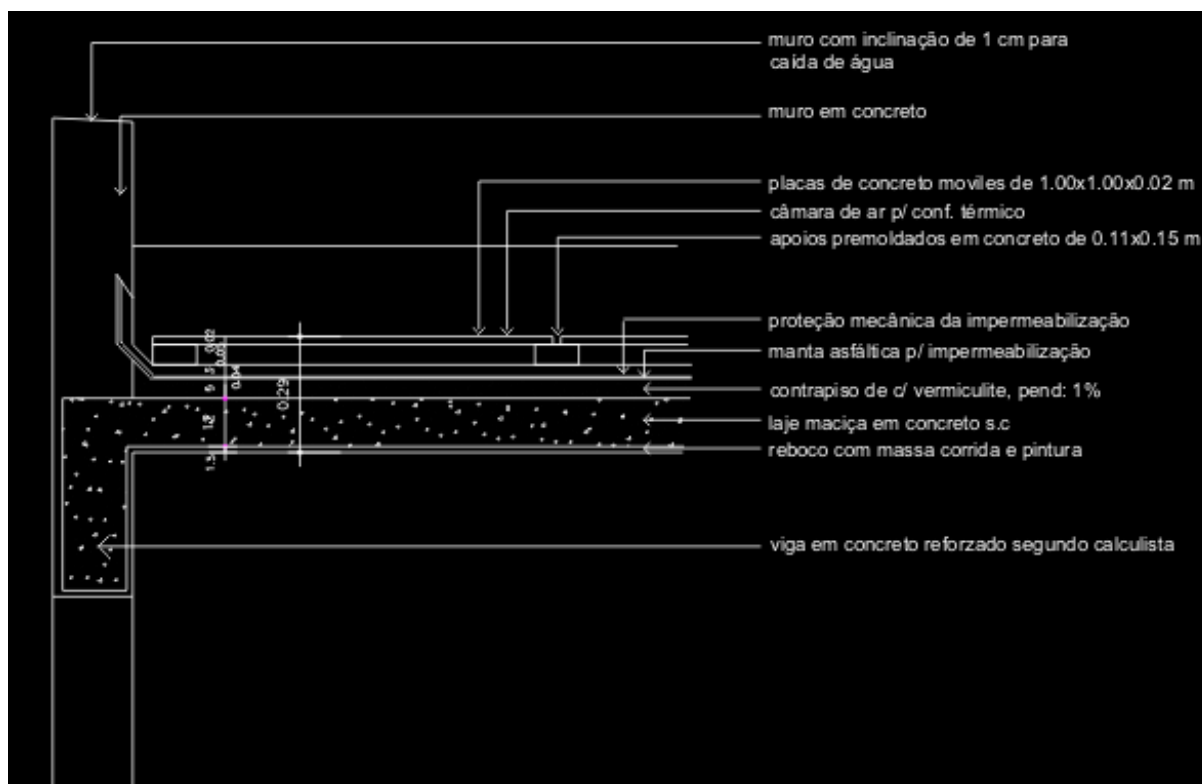


Figura 73. Detalhe laje cobertura com câmara de ar ventilada. Projeto Condomínio Lagoinha (contrapiso de regularização com vermiculite e placas de concreto cor branco) (Fonte do autor).

C.3.2 Sistemas de ventilação mecânicos

a) Condicionamento do ar em baixa velocidade através do piso: para edifícios com pé direitos maiores, duplos ou triplos, é mais indicado o uso de ventilação mecânica através do piso em baixa velocidade, já que se tem um consumo menor de energia e se mantém o conforto aos usuários sem necessidade de resfriamento de todo o ambiente (Figura 74).

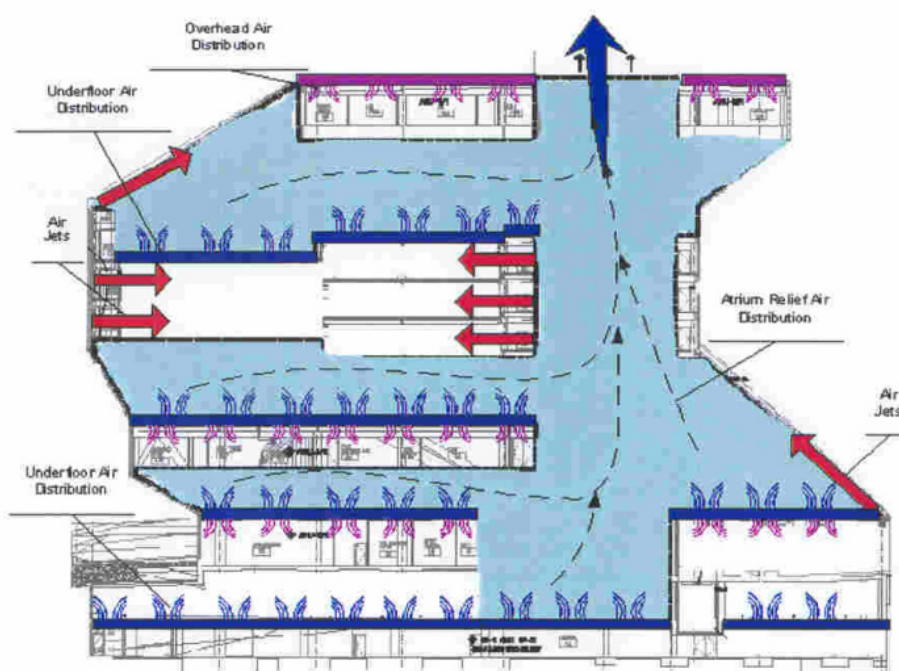


Figura 74. Distribuição de Fluxo de ar, mostrando esquema de ventilação pelo piso. Projeto Biblioteca Pública de Seattle. Arq. Rem Koolhaas¹⁵⁸.

C.4 Maximizar a iluminação natural dentro da edificação

Para que os projetos sejam mais sustentáveis, é recomendável que seja maximizada a iluminação natural dentro da edificação, o que já foi abordado nas diretrizes de uso racional da energia e principalmente na de conforto térmico. Este tema, como já foi falado nesta categoria, requer o trabalho multidisciplinar do arquiteto com outros especialistas na área.

Como forma de medição desses parâmetros, o LEED recomenda a garantia de um acesso visual ao exterior, desde mínimo 90% de todos os espaços regularmente ocupados, excetuando-se em edifícios comerciais, principalmente áreas de serviço e de pouca permanência; e que o Coeficiente de Luz Diurna (*Daylight Factor*) seja de no mínimo 2.0% para 75% da zona de ocupação principal. O que se busca é uma boa iluminação nos ambientes, de acordo com os usos destes, tendo em vista os parâmetros da Norma Brasileira¹⁵⁹.

¹⁵⁸ Fonte: MC KINLAY, Bruce et al. 2002.

¹⁵⁹ Norma Brasileira pra Iluminância de Interiores. Comitê Brasileiro de Eletricidade (1991).

Algumas estratégias que podem ser implementadas para a aplicação desta diretriz, além das já mencionadas nos itens anteriores, são:

- Aumentar o perímetro do edifício para se ter mais acesso à iluminação natural;
- O uso de modelos computacionais ou tridimensionais é uma ferramenta que pode ajudar no desenvolvimento do projeto para otimizar o desempenho da iluminação natural;
- Garantir recuo mínimo de 3m para edificações de 1 a 2 plantas;
- Usar de cores claras que refletem a luz (quando conveniente);
- Usar vidros com transmissividade à luz compatível com as necessidades requeridas;
- Cuidar do impacto do edifício para que não impeça o acesso à luz solar da propriedade adjacente; e
- Realizar medições através de programas computacionais ou maquete física.

E, com respeito à iluminação artificial:

- Usar luminárias com controle anti-ofuscamento;
- Usar sensores de presença integrados ao sistema de iluminação, trabalhando a iluminação natural em conjunto com a artificial;
- Usar lâmpadas mais econômicas (florescentes comuns ou compactas), luminárias mais eficientes e reatores eletrônicos;
- A iluminação artificial pode ser disposta paralelamente ao plano da janela, para que fileiras individuais de lâmpadas possam ser desligadas quando houver necessidade;
- A profundidade do espaço deve ser inferior a 2.5 vezes a altura do piso até as vergas, para manter um nível mínimo de iluminação natural e uma distribuição uniforme da luz (BROWN; DEKAY, 2004);
- Prateleiras de luz (*light shelf*) (Figura 75) podem ser usadas para sombrear as janelas e distribuir a luz de forma uniforme, reduzindo o ofuscamento;
- As atividades que exigem níveis de iluminação superiores devem ser colocadas de preferência próximas às janelas;
- Usar iluminação mais específica para o plano de trabalho e iluminação natural para o ambiente; e
- As aberturas têm de ser projetadas com funções múltiplas ou específicas (Figura 76), de ventilação e/ou iluminação natural (LAMBERTS; PEREIRA; DUTRA, 1997).

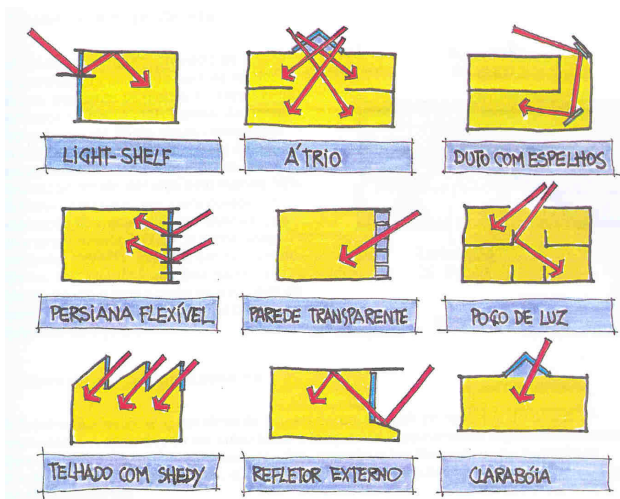


Figura 75

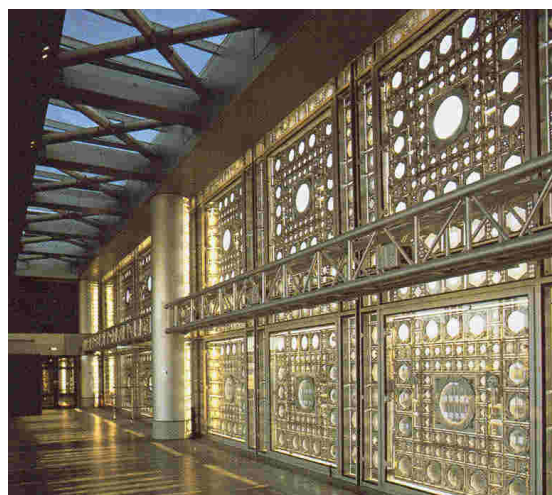


Figura 76

Figura 75. Sistemas de iluminação natural¹⁶⁰.

Figura 76. Instituto do Mundo Árabe. Arquiteto Jean Nouvel¹⁶¹.

C.5 Proporcionar um bom desempenho na edificação relativo a ruído e à acústica

Da mesma maneira que o item anterior, este também requer conhecimentos mais aprofundados na área, mas muitas das características de desempenho acústico da edificação já estão determinadas com as dimensões e forma da edificação, por isso a importância de que seja pensado desde a fase inicial de projeto. O que se busca é:

- Atenuar ruídos nas áreas principais de ocupação através da envolvente, paredes e piso da edificação, trabalhando esses componentes com materiais que sejam isolantes acústicos ou por meio de pisos elevados e prestando especial atenção para entre pisos e paredes divisórias de salas em edifícios comerciais e edificações residenciais multifamiliares;
- Evitar transmissão de ruídos dos equipamentos do edifício às principais áreas de ocupação, mantendo um zoneamento diferenciado de locais geradores de ruído;
- Prevenir exposição dos ocupantes à poluição eletromagnética;
- Na Região VII (sugerido na Agenda 21 Local), cuidar com a poluição sonora de bares e casas noturnas, elaborando projetos que tenham cuidado especial nessa área; e

¹⁶⁰ Fonte: Idem, ibidem, p.165.

¹⁶¹ Fonte: WINES, 2001, p.141.

- Utilização, quando possível, de vidros duplos nas edificações que estão frente a grandes avenidas, como a Beira Mar Norte em Florianópolis, observando sua viabilidade econômica no projeto em estudo.

6.3.5 Categoria D: Características do Projeto

Nesta categoria, estão incluídos alguns parâmetros gerais em relação ao projeto e ao processo de desenho.

D.1 Prever flexibilidade e adaptabilidade do projeto para adaptação a novos usos e sistemas técnicos

Com esta diretriz, espera-se que o projeto do edifício seja desenhado visando favorecer a desmontagem, reciclagem e reutilização da edificação, da melhor maneira possível e sem grandes custos financeiros e energéticos (de material). Espera-se que seja projetado para garantir uma facilidade de adaptação a mudanças futuras na ocupação, na envolvente, nos sistemas técnicos (como sistemas de HVAC, cabeamento (Figura 77), telecomunicações, iluminação, banheiros, cozinhas) e no tipo de suprimento de energia, como por exemplo, sistemas fotovoltaicos.

É preciso considerar que há coisas que são difíceis de serem previstas, como o uso de futuras tecnologias, já que estas sofrem mudança constante e os avanços são muito rápidos. Entretanto, há algumas estratégias que podem ser adotadas dentro do projeto, as quais facilitam um pouco essa flexibilidade, quando o projeto em si é pensado em termos de reciclagem e reutilização para que não vire um edifício obsoleto em pouco tempo. Nesse sentido, conceitos como o da racionalização e da modulação adquirem um papel muito importante no projeto, principalmente quando se trata de grandes edificações, nas quais têm de ser dada uma liberdade de adaptação futura para diferentes usos, e, com isto, o conceito de planta livre (com serviços agrupados) e estrutura desvinculada do fechamento assumem também bastante relevância, conceito esse que era bastante trabalhado pela Arquitetura Moderna. Quando se pensa em racionalização em obra, se pensa também em industrialização e pré-fabricação, máximas que ajudam em grande parte à reciclagem futura do edifício; ao igual que prever que a capacidade da estrutura ofereça algum grau de adaptação a novas condições, assim como ofereça alturas de pé direito que garantam capacidade de adaptação para novos usuários.

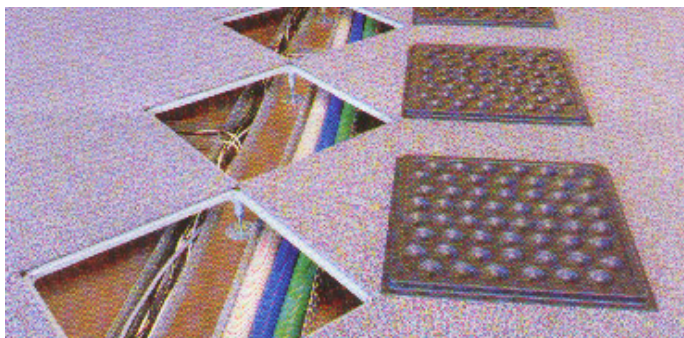


Figura 77. Piso elevado com cabeamento estruturado no edifício Office Park. Florianópolis. Arqs. MOS e Desenho Alternativo¹⁶².

Além disso, conforme foi visto nas entrevistas, deve-se levar em consideração que um edifício e seus componentes têm uma vida física cuja duração é de uns 60 a 80 anos¹⁶³, e que alguns de seus subsistemas duram menos, por exemplo, o revestimento - 5 a 10 anos, as instalações - 30 anos. Assim, é necessário que sejam executadas recuperações ou substituições de vez em quando. Também é relevante e, portanto, precisa ser considerado, o fato de que a vida física de um edifício difere da vida econômica calculada em torno de uns 30 a 40 anos (YEANG, 2001).

D.2 Processo de desenho multidisciplinar e integrado

Neste capítulo, esta diretriz tem sido bastante comentada, já que o processo de projeto integrado por uma equipe multidisciplinar foi um item que se destacou tanto na bibliografia, quanto nas entrevistas realizadas.

Por outro lado, como já foi mencionado, também no início do capítulo, o estudo climático do local define as estratégias de saída para o projeto, e é importante solicitar a preparação de um relatório de avaliação de impacto ambiental (quando necessário), antes de iniciar o projeto.

D.3 Promover, através do projeto, maior manutenção das qualidades internas e externas da edificação sem necessidade de usos mecânicos, e fornecer um alto controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos

Tendo em vista o uso racional dos recursos (água e energia) dentro do projeto, é importante:

¹⁶² Fonte: <http://www.arq.ufsc.br/~labcon/arq5661/trabalhos_2001-1/equipe_6/officepark/officepark.html>.

¹⁶³ Pela norma brasileira, o tempo de vida de uma estrutura é de 50 anos, necessitando após esse tempo uma avaliação de seu estado de conservação.

- Fornecer um alto nível de controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos, de ventilação e iluminação (inclusive em edifícios comerciais), para que aqueles procurem uma melhor adaptação ao seu conforto sem auxílio de equipamentos mecânicos;
- Prever nos projetos complementares a manutenção das funções fundamentais do edifício durante quedas de energia e a operação parcial dos sistemas técnicos;
- Prever manutenção do desempenho da envolvente do edifício por meio de desenho que não acumule tanta umidade;
- Prever no desenho elementos que permitam realizar os trabalhos de manutenção e limpeza do edifício em todas suas áreas;
- Para edifícios que o permitam, instalar sistema de monitoramento permanente de conforto térmico (temperatura – umidade) que se adapte automaticamente às condições mais apropriadas do edifício;
- Fazer monitoramento de energia e água usada através do tempo para monitorar gastos da edificação;
- Manter desenhos e documentação *ASBUILT*¹⁶⁴ durante a obra, para ser fornecido aos proprietários na entrega da edificação, a fim de evitar problemas nas reformas, como canos perfurados, etc; e
- Fazer comissionamento¹⁶⁵ dos sistemas do edifício.

6.3.6 Categoria E: Aspectos Socioeconômicos

E.1 Considerar aspectos sociais para a tomada de decisão do projeto

Os aspectos sociais abordados neste trabalho foram descritos no capítulo 2, e especificamente para a edificação, além do já mencionados, podem ser considerados:

- Critérios de Desenho Universal nas edificações de acordo ao estabelecido pela Norma Brasileira de 2004 (ABNT NBR 9050) - acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, os quais devem ser considerados desde a implantação da edificação, até o detalhamento interno desta (Figura 78);
- Maximização da segurança dos usuários do edifício através do desenho;

¹⁶⁴ Desenho da edificação tal qual foi executado.

¹⁶⁵ Verificar e garantir que os elementos e sistemas do edifício sejam instalados e calibrados como previstos.

- Incentivar acesso à luz solar direta de áreas de convívio em unidades residenciais, por meio de aberturas;
- Incentivar acesso a espaço aberto privado de unidades residenciais (sacadas, varandas, terraços);
- Promover privacidade visual do exterior nas principais áreas de unidades residenciais - dormitórios e áreas de estar -, por meio de recuos necessários a este propósito;
- Promover a valorização total do pedestre, como já mencionado na segunda diretriz; e
- Garantir qualidade espacial no desenho, como também já mencionado na segunda diretriz.

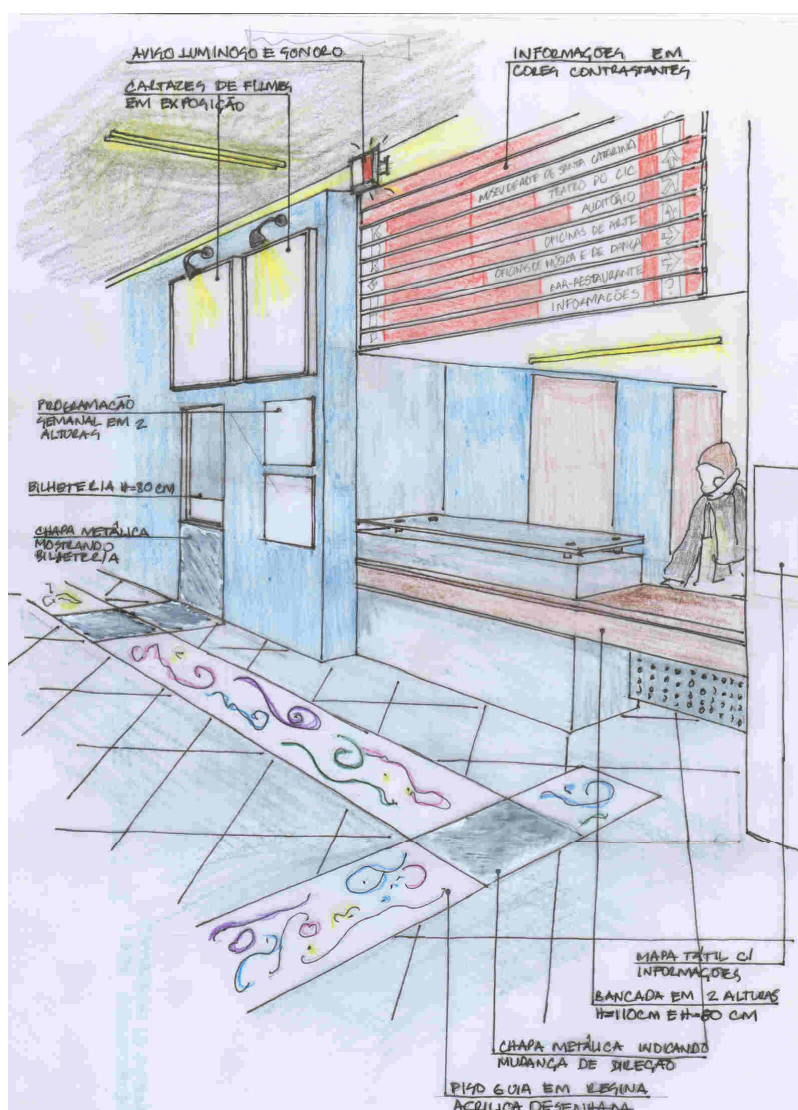


Figura 78. Proposta de intervenção no hall de acesso do CIC. Florianópolis, de acordo com critérios de Desenho Universal. Arqs. TRIANA, M. e MARCOS, E.¹⁶⁶

¹⁶⁶ Fonte: TRIANA, Andrea. Avaliação das condições de acessibilidade a edificações de uso público institucional. Centro Integrado de Cultura- CIC, Florianópolis. S.C, 2003 (Trabalho de aula: Desenho Universal. Ilustração: TRIANA, A e MARCOS, E.).

E.2 Considerar aspectos econômicos com critérios sustentáveis para a tomada de decisão do projeto

Nesta última diretriz, é considerado o custo da edificação através da análise do ciclo de vida dos componentes do edifício para minimizar custos de construção, manutenção e operação da edificação, o que já foi amplamente explicado ao longo do trabalho. É importante também maximizar o apoio à economia da área e/ou região, através do uso de materiais e mão de obra local, e considerar-se a vida útil da edificação para a incorporação de certos materiais e tecnologias (colocado no item 6.3.5.1).

CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos apresentados no capítulo I, considera-se que, por meio desta pesquisa, eles foram alcançados na sua totalidade.

Através da revisão bibliográfica foram vistos e analisados os conceitos atrelados à sustentabilidade na arquitetura.

Para a análise de exemplos práticos de arquitetura sustentável, de onde foram extraídos os pontos principais propostos, foram usados na maior parte exemplos de edificações de fora do Brasil, devido à escassez de edificações pensadas com essas premissas no país. Apresentou-se um estudo de caso nacional por constatar-se ser esta uma edificação que tem uma preocupação com a sustentabilidade de maneira relevante no âmbito nacional. As conclusões dessas análises foram posteriormente usadas na elaboração das diretrizes do capítulo seis.

Através do estudo da Agenda 21, ISO 14000 e dos sistemas de avaliação ambiental de edificações, como o LEED e GB Tool, foi possível extrair os pontos que serviram de base após análise para as diretrizes finais. Analisando-se estes documentos, verificou-se em maior profundidade a grande quantidade de temas envolvidos no conceito de sustentabilidade com aplicação na arquitetura, sendo os sistemas de avaliação ambiental os que deram parâmetros mais precisos de orientação para aplicação dos conceitos nos projetos, já que a Agenda 21 aborda conceitos mais gerais. Mesmo assim, o estudo da Agenda 21 local foi importante para o cruzamento e a contextualização de todos os temas estudados.

Com a ajuda também das entrevistas com os arquitetos, principalmente com as realizadas em Florianópolis, distinguiu-se quais desses pontos exercem relação mais próxima com o trabalho do arquiteto, o que, em um universo tão amplo como o considerado no estudo da sustentabilidade de edificações, permite que sejam definidas conclusões mais precisas e práticas que auxiliem o arquiteto na sua tarefa de projetar.

Finalmente, foram propostas as diretrizes que, por meio das análises anteriores, mostraram-se de maior relevância para aplicação e incorporação nos projetos, principalmente de edificações

residenciais multifamiliares e comerciais em Florianópolis. As diretrizes foram divididas em 5 categorias (A, B, C, D, E), de forma que se relacionassem a grupos maiores e que abarcassem todos os pontos levantados ao longo da pesquisa nas áreas ambiental, social e econômica, sendo essas apresentadas a seguir:

Diretriz geral: Adoção de Estratégias de Projeto Bioclimático de acordo com as Zonas Climáticas Brasileiras como Ponto de Partida para os Projetos em Florianópolis

CATEGORIA	DIRETRIZ
Categoria A: Escolha de um Entorno Sustentável	A.1 Escolha de local para o projeto de acordo com critérios de sustentabilidade.
	A.2 Implantação sustentável do projeto (usando de menor taxa de ocupação).
	A.3 Incentivar e priorizar o pedestre e o uso de transporte alternativo dentro e fora do projeto.
	A.4 Uso de paisagismo exterior para reduzir ilhas de calor interna e externamente no projeto.
	A.5 Promoção de qualidade urbana através do projeto.
Categoria B: Uso Racional dos Recursos Naturais	B.1 Incentivar o uso racional da água através do projeto.
	B.2 Promoção da eficiência energética na edificação (uso racional da energia).
	B.3 Fontes renováveis de energia.
	B.4 Evitar emissões atmosféricas vindas de equipamentos instalados no edifício que afetem a camada de ozônio.
	B.5 Quando da reutilização das edificações, encorajar o uso planejado de estruturas existentes no local como parte do novo projeto.
	B.6 Escolha e uso de materiais para o projeto com base em critérios sustentáveis.
	B.7 Promoção da reciclagem e recuperação de resíduos dentro da edificação.
Categoria C: Promoção e Manutenção da Qualidade Ambiental Interna da Edificação	C.1 Manter o ar interno da edificação livre de poluentes.
	C.2 Desenhar a edificação para atingir níveis de conforto térmico aceitável de acordo ao estabelecido pelas zonas climáticas.
	C.2.1 Estratégia de uso de massa térmica (ou inércia) e aquecimento solar.
	C.2.2 Sombreamento (uso de protetores solares).
	C.2.3 Desempenho térmico dos materiais para Florianópolis.
	C.3 Promoção de ventilação natural na edificação.
Categoria D: Características do Projeto	C.4 Maximizar a iluminação natural dentro da edificação.
	C.5 Proporcionar um bom desempenho na edificação relativo ao ruído e à acústica.
	D.1 Prever flexibilidade e adaptabilidade do projeto para adaptação a novos usos e sistemas técnicos.
	D.2 Processo de desenho multidisciplinar e integrado.
	D.3 Promover, através do projeto, maior manutenção das qualidades internas e externas da edificação, sem necessidade de usos mecânicos, e fornecer um alto controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos.

E: Categoria Aspectos Socioeconômicos	E.1 Considerar aspectos sociais para a tomada de decisão do projeto.
	E.2 Considerar aspectos econômicos com critérios sustentáveis para a tomada de decisão do projeto.

Tabela 4. Diretrizes propostas para incorporação de conceitos de sustentabilidade nos projetos residenciais multifamiliares e comerciais em Florianópolis.

As categorias propostas englobam os aspectos ambientais, sociais e econômicos dos projetos, colocando-se desta forma os três aspectos mais importantes de serem considerados na sustentabilidade dos projetos das edificações, como foi levantado ao longo da pesquisa. As diretrizes abarcam todos os pontos tidos como relevantes, de acordo com o constatado na dissertação através das diferentes metodologias já explicitadas.

É interessante ressaltar que o objetivo da dissertação sempre foi procurar diretrizes de projeto, e não propor um método de avaliação ambiental de edificações pelo que as estratégias e porcentagens assinaladas dentro de algumas diretrizes (no capítulo anterior) são somente indicativas, podendo ser questionadas no momento de sugestão de um real método de avaliação brasileiro.

Também como colocado inicialmente nas limitações do trabalho sobre as diferenças entre arquitetura residencial multifamiliar e comercial são necessárias análises mais profundas, já que neste trabalho enfatizaram-se mais as características comuns.

O que ficou mais evidente através deste trabalho é que a aplicação de conceitos de sustentabilidade para os projetos de edificações é um tema extremamente amplo e que envolve muitas áreas de especialização, o que limitou um aprofundamento mais vasto e completo em cada uma das áreas. Nesse sentido, acredita-se que não cabe ao arquiteto conhecer completamente todos os temas envolvidos no conceito de sustentabilidade, e sim o conceito base de cada tema.

Logo, como foi visto nas entrevistas, um processo de desenho integrado e multidisciplinar teria de ser pensado, no qual o arquiteto encare os projetos de engenharia também como premissas de desenho, tão válidas e significativas para o resultado do projeto quanto às outras condicionantes.

Assim, arquitetos e demais projetistas devem trabalhar juntos desde o início do projeto – essa é, hoje, uma condição para a busca de soluções de projetos mais sustentáveis.

Igualmente ficou claro que o conceito de projeto bioclimático permeia todo o panorama da sustentabilidade e é aonde devem ser enfocados os esforços básicos do arquiteto. E, entre outras coisas, para o alcance deste objetivo, as escolas de arquitetura deveriam promover uma maior integração entre todas essas áreas vistas no capítulo anterior, especialmente ao atelier de projeto, que é onde são desenvolvidos de forma prática os conhecimentos aprendidos.

Pelo panorama de arquitetura atual e pela situação ambiental do planeta, a busca de maior sustentabilidade nos projetos aparece como um caminho a ser seguido por todos os países. No Brasil, têm sido feitos muitos avanços com a implantação das ISO 9000 e 14000 e do PBQP-H, e tudo indica uma tendência a um horizonte da certificação brasileira para edificações em forma bastante breve, o que, por consequência, exigiria uma atuação diferente dos profissionais envolvidos na área, como foi constatado ao longo do trabalho.

Após a elaboração do trabalho, a sustentabilidade na arquitetura se apresentou não só como uma nova visão da área profissional, mas também como uma recuperação de alguns conceitos já incorporados nela em outras épocas e como um movimento de readaptação desses às novas tecnologias, com alguns condicionantes e teorias recentes, tendo o meio ambiente como foco principal, e a componente regional e local, como uma parte muito importante no trabalho. Isto é especialmente válido quando pensa-se em projetos para um país com as dimensões do Brasil, que possui características regionais tão diversas.

A pesquisa mostrou ainda a importância de ressaltar a falta de conhecimento por parte do arquiteto acerca de muitos dos temas que envolvem a sustentabilidade, como a ecologia, emissões atmosféricas, entre muitos outros, o que deveria ser incorporado na educação do mesmo. É importante também comentar a falta de dados concretos sobre certos temas na atualidade, como a incorporação de materiais mais sustentáveis na obra, entre outros, o que se espera ser melhorado ao longo do tempo.

Como consideração final, após a incorporação desses temas de sustentabilidade nos projetos, cabe aos arquitetos, em conjunto com outros profissionais, não esquecerem os componentes funcionais, estéticos e de simbolismo na arquitetura, para que, assim, além de projetos sustentavelmente mais corretos, possam haver também projetos que emocionem e produzam sensações de bem-estar e conforto.

7. 2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo da dissertação surgiram temas de estudo nos quais há lacunas atualmente, bem como poderiam servir para aprofundamento de estudos relacionados com o trabalho atual, entre eles:

1. Uma das maiores dificuldades que se encontraram no trabalho está na falta de dados concretos sobre diversos temas abordados, como por exemplo, materiais para construção, tanto sobre o impacto do ciclo de vida dos materiais no meio ambiente, quanto sobre catalogação de materiais por região em nível de Brasil. Há um desconhecimento grande em termos de consumo energético e impacto ambiental, em especial sobre como é possível medir esse consumo; há pesquisas em andamento em várias universidades do país, mas que ainda não forneceram dados concretos.

Assim, seria importante que fosse feito um estudo sobre o ciclo de vida dos materiais e um levantamento dos materiais disponíveis para a construção civil em Santa Catarina, identificando-os local e regionalmente, para facilitar a sua escolha na edificação, desde o ponto de vista sustentável.

2. Outro trabalho que parece relevante seria a tentativa de incorporação de alguns destes critérios em programas de financiamento de edificações, tanto para nível privado, quanto público, em forma de premissas atreladas à aprovação de projetos. Fazendo isso, dever-se-ia pensar em incorporação dos órgãos ou empresas financiadoras dos projetos como uma forma de concretização de tais conceitos, como por exemplo, a CAIXA (Caixa Econômica Federal), e exigir pouco a pouco conceitos ambientais dentro deles. Ao tempo que aproveitar-se de programas que já estão dando certo (por exemplo o PBQP-H) para de forma inicial incorporar também este conceito sustentável nos projetos, porém sempre priorizando o componente regional, como colocado anteriormente.

3. Um estudo sobre custos de projeto de edificações que relacione à implantação de estratégias de sustentabilidade nos projetos, pensadas em função do ciclo de vida da edificação, resultaria relevante como forma de conscientização da opinião pública e dos futuros usuários e investidores. Uma ação fundamental e necessária, como se percebeu ao longo do trabalho, está na conscientização da população e dos profissionais envolvidos no processo da construção. Dados reais de consumo energético e de materiais que estejam perto da nossa realidade são necessários, como parte dessa tomada de consciência

4. Seria importante também fazer pesquisas aprofundadas de cada um dos temas envolvidos no conceito, os quais são relacionados às edificações, e do mesmo assunto relacionado a outras tipologias edificatórias.

5. E, finalmente, na área de desenho urbano, sugere-se um estudo aprofundado visando relacionar e integrar as decisões urbanas e de plano diretor da cidade a conceitos de sustentabilidade,.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT NBR 9050. **Norma Brasileira**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. [s.l.]: [s.n.], 2004. 97p.
- ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do Ecoedifício**: Interação entre ecologia, consciência e edifício. São Paulo: Equatoriana, 2001.157p.
- BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento & Luz**. Estratégias para o projeto de arquitetura. 2.ed. São Paulo: Bookman, 2004. 415p.
- CASTILLO, Edelmira; VÁSQUEZ Marta L. **El rigor metodológico en la investigación cualitativa**. In: REVISTA COLOMBIA MÉDICA. Colômbia: Corporación Editora Médica del Valle, n.3, v.34, p.164-167, 2003.
- COELHO, Christianne R.C.S. **Complexidade e Sustentabilidade nas Organizações**. Florianópolis: UFSC, 2001. (Tese Doutorado)
- COLE, R.J.; LARSSON, N. **GB Tool User Manual**. Ottawa: Green Building Challenge, fev.2002. NR Can. IISBE. 70p.
- COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Projeto de Norma para Desempenho térmico de edificações**. Projeto 02: 135.07 –001/003, 1998, parte 1, 2 e 3.
- EDWARDS, Brian. **Green Architecture**. London: Wiley – Academy, Architectural Design, v.71, July 2001. 112p.
- EPSTEN, Dagmar; LARSSON, Nils. **An Adaptable LEED mocked up in GB Tool**. In: EXPO. Austin, Texas, p.13-15, nov.2002. Disponível em: <http://www.usgbc.org/expo2002/schedule/documents/DS408_Epsten.pdf> Acesso em: 15.jun.2003.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio Século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. 3.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128p.
- FISCHER, Andréa F. In: *Jornal Imagem da Ilha*. Florianópolis, abril, 2005.
- FORUM AGENDA 21 LOCAL DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS. **Agenda 21 Local do Município de Florianópolis**: Meio Ambiente quem faz é a gente. Florianópolis: Prefeitura de Florianópolis, 2001. 244p.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 6.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.
- GA (Global Architecture) Document Extra 07. Jean Nouvel** – Tokyo: A.D.A Edita Tokyo, 1996.
- GAUZIN-MULLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Gustavo Gili. S.A, 2002. 286p.
- GOULART, Solange; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Samanta. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de pesquisa em construção/UFSC, 1997. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/dados_climaticos.pdf> Acesso em:18.ago.2003.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Diretor do Distrito Sede**. Florianópolis, 1998.

KRONKA M., Roberta. **Rumo a um futuro mais sustentável: arquitetura de baixo impacto humano e ambiental.** Newsletter de Universia. Brasil, 11 fev. 2005. Disponível em: <<http://www.universiabrasil.net/materia.jsp?materia=6214>> Acesso em: 02.abr.2005.

LAMBERTS, Roberto; PEREIRA, Fernando; DUTRA, Luciano. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW, 1997. 192p.

MACIEL, Alexandra A. **Curso: Estratégias Integradas para Conforto nas Edificações.** Instituto de Arquitetos do Brasil – Departamento Santa Catarina. Fev. 2005.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311p.

MC KINLAY, Bruce, et.al. **Seattle Central Library – Achieving Design Excellence and LEED Silver.** Disponível em: <http://www.usgbc.org/expo2002/schedule/documents/DS401_Cousins_P169.pdf> Acesso em: 25.jun.2003.

MINAYO, Cecília de S, et.al. **Pesquisa Social.** Teoria, método e criatividade. 6.ed. Petrópolis: Vozes, 1996. 80p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional 2003.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: ago. 2004.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y Clima.** Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, S.A, 1998. 203p.

PIAZZA, Cristina. **Panorama da Arquitetura Catarinense.** Florianópolis: CP Editorial, 2000. 341p.

PRÉ CONSULTANTS BV. **Impact Assesment.** 2001. Disponível em <www.pré.nl> Acesso em: dez.2004.

PROGRAMA ENTULHO LIMPO/PE. **Resíduos da Construção e Demolição.** SINDUSCON/PE. SEBRAE. ADEMI-PE. 39p.

REVISTA AU. **Projeto BEDZED.** Ano 19 No. 123. Ed. Pini: Junho 2004, p.50-59.

REYES, José M. **Curso Arquitetura Bioambiental a Arquitectura Solar.** Buenos Aires, 2002.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse: A Design Guide.** London: Architectural Press, 2001. 346p.

RIBEIRO, Maurício Andrés. **Ecologizar.** Pensando o ambiente humano. Belo Horizonte: Rona, 2000. 398 p.

RICHARDS, Ivor. **T.R. Hamzah & Yeang: ecology of the sky.** Victoria: Images Publishing, 2001. 243p.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica.** São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2003. 210p. (Tese Doutorado)

SILVA, Sandra Regina M. **Indicadores de Sustentabilidade Urbana: As perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável.** São Carlos: UFSCar, 2000. 260p. (Dissertação Mestrado)

SLESSOR, Catherine; LINDSEN, John. **Sustainable Architecture and High Technology, Eco-Tech.** London: Thames and Hudson, 2001. 192p.

UNITED NATIONS. Earth Summit Agenda 21. United Nations Conference on Environment and Development – UNCED. Rio de Janeiro: [s.e.], jun.1992. (versão em português: **Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992 – Rio de Janeiro.** Disponível em <www.mma.gov.br> Acesso em: 5 jan. 2005.

US GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **LEED Green Building Rating System for New Constructions & Major Renovations (LEED – NC). Versão 2.1.** USGBC, Leadership in Energy and Environmental Design. nov. 2002. 67p. Disponível em <www.usgbc.org> Acesso em: nov. 2003.

RICHARDS, Ivor. **T.R. Hamzah & Yeang: ecology of the sky.** Australia: Images Publishing, 2001. 247p.

VITRUVIO, M. L. **Los diez libros de arquitectura.** Barcelona: Editora Ibéria S. A., 1982.

WINES, James. **Green Architecture.** Milan: Taschen, 2000. 240p.

YEANG, Ken. **Proyectar con la naturaleza: Bases ecológicas para el proyecto arquitetônico.** Título Original: Designing with nature: The ecological basis for architectural design. Barcelona: Gustavo Gili. S.A, 1999. 198p.

_____. **El rascacielos ecológico.** Título Original: The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings. Barcelona: Gustavo Gili. S.A, 2001. 303p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AFONSO, Sônia. **Idéia, método e linguagem: Considerações a respeito da própria experiência sobre o tema.** Síntese n.2

CERVER, Francisco Asensio. **The architecture of Multiresidential Buildings.** New York: Arco, 1997. 191p.

CIB. **Agenda 21 para a Construção Sustentável.** Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. São Paulo: Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000.

CLACS'04 / ENTAC'04. **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável.** 10 ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, jul. 2004, São Paulo. **Anais.**

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos.** Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288p.

DEMO, Pedro. **Metodologia Científica em Ciências Sociais.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 1992. 287p.

FRAMPTON, Kenneth. **História crítica da arquitetura moderna.** São Paulo: Martins Fontes, 1997. 470p.

GOMES, Vanessa; GOMES, Maristela; AGOPYAN, Vahan. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade.** In: PORTO ALEGRE. **Revista de ANTAC** (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído): Ambiente Construído, v.3, n.3, p.7, julho/set 2003.

INSTITUTO MONSA DE EDICIONES, S.A. **Arquitetura Sustentável – Hightech Housing.** Barcelona: IJB Ediciones, 2003. 179p.

MARTÍNEZ, Harold. **La Relación Cultura Naturaleza em la Arquitectura Occidental.** Cali: Universidad del Valle, 2001. 140p.

NOGUEIRA, Salvador; LOPES, Reinaldo José. **Protocolo de Kyoto começa a vigorar hoje. Folha de São Paulo, São Paulo, p.A15, 16 fev. 2005.**

WESTON, Richard. **Alvar Aalto.** 4.ed. London: Phaidon, 1999. 240p.

WYK, Llewellyn Van. **Promoting sustainable development through award-winning architecture**. Disponível em <http://www.csir.co.za/akani/2003/nov/pdfs/lvw_paper.pdf> Acesso em: 20.fev.2005.

WRIGHT, David. **Arquitetura Solar Natural**, un texto pasivo. Mexico D.F: Gili S.A, 1978. 243p.

SITES PESQUISADOS

<<http://www.epa.gov>> Acesso em: nov. 2003.
 <<http://www.esm.ucsb.edu>> Acesso em: out. 2003.
 <<http://www.greenbuilding.ca/>> Acesso em: jun. 2004.
 <<http://www.greenseal.org>> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.rmi.org>> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.usgbc.org>> Acesso em: nov. 2003.
 <<http://www.sinduscon-fpolis.org.br>> Acesso em: abr. 2003.
 <<http://www.un.org/>> Acesso em: dez. 2004.
 <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 5 jan. 2005.
 <<http://www.pmf.sc.gov.br>> Acesso em: jan. 2004.
 <<http://www.labeee.ufsc.br>> Acesso em: abr. 2003.
 <<http://www.arq.ufsc.br/labcon/>> Acesso em: abr. 2003.
 <<http://www.iso14000.com/>> Acesso em: 6 fev. 2005.
 <<http://www.aeportugal.pt/>> Acesso em: 6 fev. 2005.
 <<http://www.iso.org/>> Acesso em: 6 fev. 2005.
 <<http://www.arup.com>> Acesso em: 10 dez. 2004.
 <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>> Acesso em: mar. 2004.
 <<http://www.breeam.org/>> Acesso em: mar. 2004.
 <<http://www.cni.org.br/>> Acesso em: out. 2004.
 <<http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio06.htm>> Acesso em: jan. 2005.
 <<http://www.wamani.apc.org/docs/trat-sumar.html>> Acesso em: nov. 2004.
 <<http://www.fatma.sc.gov.br>> Acesso em: nov. 2004.
 <<http://www.unama.br/INSTITUCIONAL/ProReitorias/Pppe/Supes/MeioAmbiente/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20BR.html>> Acesso em: nov. 2004.
 <<http://www.iisbe.org>> Acesso em: jun. 2004.
 <<http://www.sidonioporto.com.br/>> Acesso em: jun. 2004.
 <http://www.metropolismag.com/html/content_1003/dis/index.html> Acesso em: out. 2004.
 <http://www.ucb.br/relinter/downloads/ABNT_-_NBR_14724-2002.pdf> Acesso em: jul. 2004.
 <http://cic.vtt.fi/eco/e_ecopro.htm> Acesso em: dez. 2004.
 <<http://www.ivam.uva.nl/uk/index.htm>> Acesso em: dez. 2004.
 <<http://www.censolar.es/>> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.ualberta.ca/~ijqm/>> Acesso em: abr. 2004.
 <<http://www.lib.berkeley.edu/ENVI/GreenAll.html>> Acesso em: mai. 2003.
 <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>> Acesso em: jun. 2003.
 <http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/paranoa.htm> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.geocities.com/casaecologica/index.html>> Acesso em: out. 2003.
 <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/artigos>> Acesso em: nov. 2003.
 <<http://federativo.bndes.gov.br/>> Acesso em: nov. 2003.
 <http://geocities.yahoo.com.br/aboitata/des_sust/construcao.htm> Acesso em: nov. 2003.
 <<http://www.buildinggreen.com/>> Acesso em: jul. 2004.
 <<http://www.consumerenergycenter.org/>> Acesso em: nov. 2003.
 <<http://www.globalgreen.org/>> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.mtpc.org/>> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.sustainable.doe.gov/>> Acesso em: jun. 2003.
 <<http://www.zedfactory.com/bedzed/bedzed.html>> Acesso em: jan. 2005.
 <<http://www.rmi.org>> Acesso em: abril 2003.
 <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/>> Acesso em: abr. 2005.

ANEXOS

ANEXO 1 – Instrumento de Pesquisa - Entrevista 1ª Parte.

PERGUNTAS
Respeito à sustentabilidade com enfoque no projeto de arquitetura
1. O que você entende por sustentabilidade associada ao projeto de arquitetura? Explique.
2. Que critérios são analisados para perseguir a sustentabilidade nos projetos e quais você acha mais importantes?
3. O que entende por sustentabilidade social e como seu projeto visa alcançá-la?
Respeito ao processo de projeto
4. Considerando as etapas de projeto como sendo estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo, em qual destas etapas você acha mais importante a aplicação dos critérios para sustentabilidade?
5. Como faz a contextualização local quando tem que projetar em diferentes locais, com características diversas? Que fatores leva em consideração?
6. Qual você acha que seja o papel do arquiteto no planejamento e projeto de arquitetura?
7. Como é a sua relação com os clientes quando o projeto tem critérios sustentáveis, especialmente se o cliente não tem conhecimento prévio sobre o tema?
Respeito ao planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar
8. O que você pensa das duas vertentes de tipologia residencial multifamiliar, em altura ou horizontal, elas podem, segundo seu critério, ser igualmente sustentáveis? Explique.

Entrevistados 1ª Parte (Data: julho 2004)

Entrevistado Nº. 1
Arq. Armando Deffis Caso (A.D.C.)
Nacionalidade: México
Local de Residência: México D.F.
Formação: arquiteto
Área de atuação: arquitetura com enfoque em projetos ecoeficientes.
Tipo de Entrevista: padronizada
Duração da entrevista: aproximadamente 1 hora
Ferramenta utilizada na entrevista: gravador
Documento resultante: transcrição literal das palavras do entrevistado

Entrevistado Nº. 2
Arq. Siegbert Zanettini (S.Z.)
Nacionalidade: Brasileiro
Local de Residência: São Paulo - Brasil
Formação: arquiteto
Área de atuação: arquitetura em geral com especialização em projetos hospitalares. Diretor da Zanettini Arquitetura Planejamento Consultoria S/C Ltda.
Tipo de Entrevista: despadronizada não dirigida
Duração da entrevista: aproximadamente 1 hora
Ferramenta utilizada na entrevista: gravador
Documento resultante: interpretação por parte do entrevistador das palavras do entrevistado, que respondeu às perguntas iniciais não formuladas de forma direta.

Entrevistado Nº. 3
Arq. John Martin Evans (J.M.E.)

Nacionalidade: Inglaterra
Local de Residência: Buenos Aires - Argentina
Formação: arquiteto
Área de atuação: prof. pesquisador no Centro de Investigación Habitat y Energia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Buenos Aires.
Tipo de Entrevista: questionário contendo as mesmas perguntas das entrevistas
Forma de envio do questionário: via e-mail
Documento resultante: questionário respondido

Entrevistados 2ª Parte

Entrevistado Nº. 1
Arq. Nelson Teixeira Netto
Sócio diretor junto do escritório de arquitetura Ruschel + Teixeira Netto
Nacionalidade: Brasileiro
Local de Residência: Florianópolis, SC, Brasil
Formação: arquiteto e urbanista
Área de atuação: arquitetura residencial, comercial e industrial – habitação popular – desenho urbano
Tipo de Entrevista: padronizada
Duração da entrevista: aproximadamente 2 horas
Ferramenta utilizada na entrevista: gravador
Documento resultante: transcrição literal das palavras do entrevistado

Entrevistado Nº. 2
Arq. Ricardo Monti
Nacionalidade: Argentino
Sócio diretor do escritório de arquitetura M.O.S
Local de Residência: Florianópolis, SC, Brasil
Formação: arquiteto
Área de atuação: arquitetura comercial e residencial
Tipo de Entrevista: padronizada
Duração da entrevista: aproximadamente 2 horas
Ferramenta utilizada na entrevista: gravador
Documento resultante: transcrição literal das palavras do entrevistado

Entrevistado Nº. 3
Arq. André Schmitt
Nacionalidade: Brasileiro
Sócio diretor do escritório de arquitetura Desenho Alternativo
Local de Residência: Florianópolis, SC, Brasil
Formação: arquiteto e urbanista
Área de atuação: arquitetura residencial e comercial – arquitetura para turismo – desenho urbano – arquitetura de interiores
Tipo de Entrevista: padronizada
Duração da entrevista: aproximadamente 1,5 horas
Documento resultante: transcrição literal das palavras do entrevistado

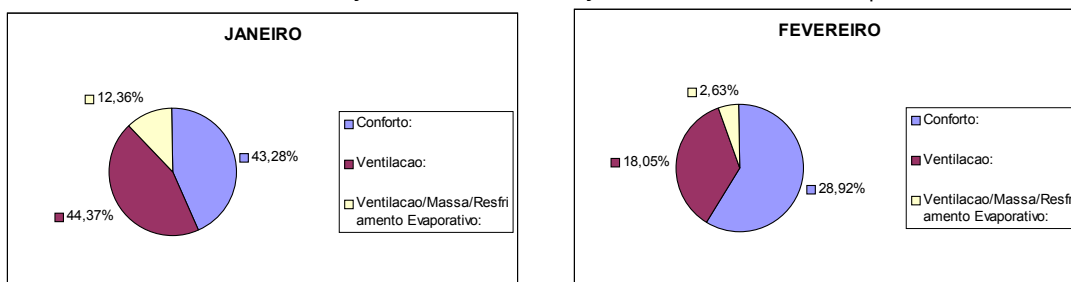
ANEXO 2 - ESTRATÉGIAS DE CONFORTO BIOCLIMÁTICO PARA FLORIANÓPOLIS

GRÁFICO DE PORCENTAGENS MENSAIS

Baseado no relatório do programa Analysis Bio –Labeee/ UFSC.

JANEIRO

Conforto: 43.28% - Ventilação: 44.37% - Ventilação/Massa/Resfriamento Evaporativo: 12.36%



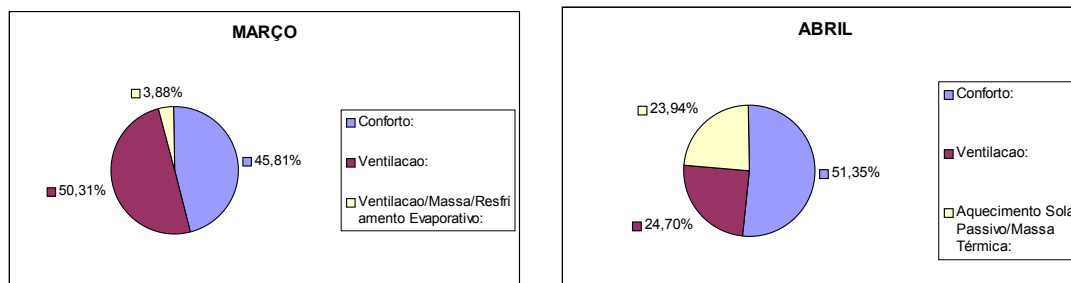
FEVEREIRO

Obs.: Neste mês, os dados aparecem errados no relatório. Acha-se que a proporção entre ventilação e conforto deve ser parecida à janeiro, só aumentando um pouco o conforto, mas continuando com a ventilação como estratégia principal.

Conforto: 28.92% - Ventilação: 18.05% - Ventilação/Massa/Resfriamento Evaporativo: 2.63%

MARÇO

Conforto: 45.81% - Ventilação: 50.31% - Ventilação/Massa/Resfriamento Evaporativo: 3.88%

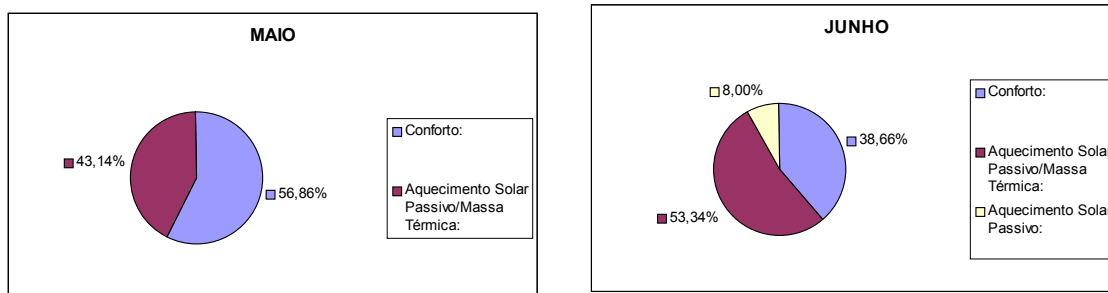


ABRIL

Conforto: 51.35% - Ventilação: 24.70% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 23.94%

MAIO

Conforto: 56.86% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 43.14%



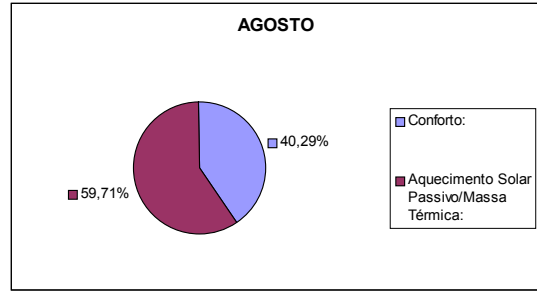
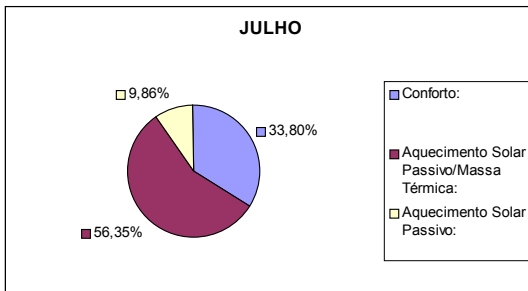
JUNHO

Conforto: 38.66% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 53.34% - Aquecimento Solar Passivo:

8.00%

JULHO

Conforto: 33.80% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 56.35% - Aquecimento Solar Passivo: 9.86%

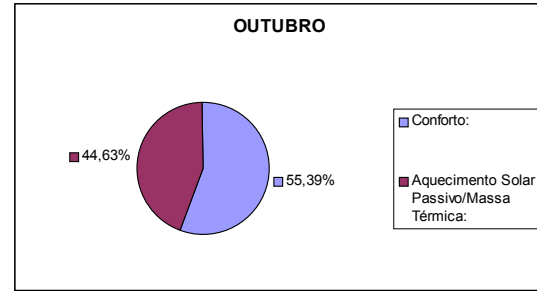
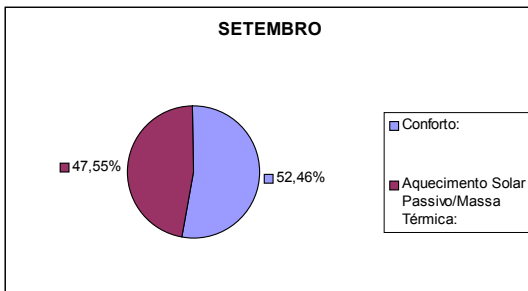


AGOSTO

Conforto: 40.29% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 59.71%

SETEMBRO

Conforto: 52.46% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 47.55%

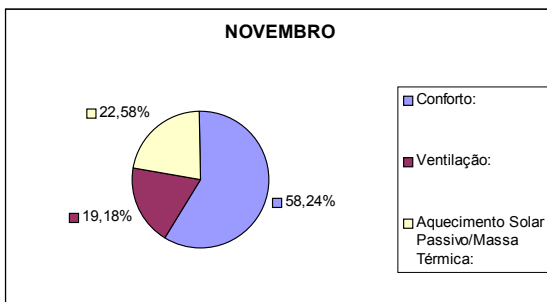


OUTUBRO

Conforto: 55.39% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 44.63%

NOVEMBRO

Conforto: 58.24% - Ventilação: 19.18% - Aquecimento Solar Passivo/Massa Térmica: 22.58%



DEZEMBRO

Conforto: 86.14% - Ventilação: 13.87%

