

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CÍVIL

ADRIANE ALVARENGA DE PAIVA ALMEIDA

An architectural rendering of a sustainable residential complex. The scene shows several modern, multi-story houses with brown roofs and large windows. Each house is equipped with solar panels on its roof. In the background, several wind turbines are visible against a clear blue sky. The houses are surrounded by lush greenery, including palm trees and other tropical plants. In the foreground, there are two rectangular swimming pools with orange borders. The overall atmosphere is bright and sunny, suggesting a warm climate.

Arquitetura Residencial
Multifamiliar Baseada em
Conceitos Sustentáveis:
Ensaio Projetual à Luz dos Quesitos da
Metodologia LEED

VITÓRIA
2010

ADRIANE ALVARENGA DE PAIVA ALMEIDA



Arquitetura Residencial Multifamiliar Baseada em Conceitos

sustentáveis:

Ensaio Projetual à Luz dos Quesitos da

Metodologia LEED

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

Orientador: Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

VITÓRIA

2010

ADRIANE ALVARENGA DE PAIVA ALMEIDA

Arquitetura Residencial Multifamiliar Baseada em Conceitos Sustentáveis: Ensaio Projetual à Luz dos Quesitos da Metodologia LEED

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

Aprovada em 30 de março de 2011.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira
Doutor em Engenharia Civil
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador Interno

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Rabello Lyra
Doutora em Planejamento Territorial e Urbano
Universidade de Vila Velha
Examinador Externo

Prof. Dr. Fábio Márcio Bisi Zorzal
Doutor em Engenharia de Produção
Instituto Federal do Espírito Santo
Examinador Externo

Dedico este trabalho a minha filha, Sarah, e
a meu esposo, Edoardo, com todo o amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida.

A meu marido, Edoardo, pelo seu amor e pelo incentivo, sem os quais não teria conseguido cumprir esta missão.

A meu pai, Mario, pelo exemplo maior de empenho e força de vontade para vencer os desafios da vida.

A minha mãe, Arlete, pelo suporte e incentivo, principalmente nos momentos difíceis.

A minha filha, Sarah, pela paciência e compreensão em aceitar a minha ausência para que eu pudesse terminar este trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação do Curso de Mestrado em Engenharia Civil.

A meu orientador, Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama, grande mestre, por quem tenho uma admiração imensa, pela crença na minha capacidade, pelo incentivo e direcionamento, pela dedicação de tantas horas de descanso à leitura de minhas minutas, pelos conselhos e pela condução na direção mais acertada.

À Prof.^a Dr.^a Cristina Engel de Alvarez, pela contribuição inicial.

À Prof.^a Ms. Janine Gomes da Silva, pelo esforço em me fazer entender melhor como estruturar esta dissertação.

A meu irmão, Prof. Ms. Augusto Alvarenga, pelas inúmeras vezes que contribuiu e me inspirou nas lides de minha vida profissional e acadêmica.

Aos professores Dr.^a Ana Paula Rabelo Lyra, Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira e Dr. Fábio Márcio Bisi Zorzal, pela aquiescência em fazer parte da minha banca.

Aos meus colegas do mestrado Ana de Souza, Lílian Araújo, Márcia Bissoli, Edna Gumz, Marcelo Feurosa e outros.

Ao Rafael, pela ajuda dedicada e paciente na revisão deste trabalho.

A Thiara Pelissari Lucas, Hugo Tavares, Luísa Zacche e Leandro Almeida, pelo auxílio na elaboração dos desenhos.

A todos os cidadãos brasileiros que pagam seus impostos e, dessa forma, viabilizaram minha educação na Universidade Federal do Espírito Santo.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para que eu pudesse realizar este trabalho.

“Nunca o homem inventará nada mais simples nem mais belo do que uma manifestação da natureza. Dada a causa, a natureza produz o efeito no modo mais breve em que pode ser produzido.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

A maioria dos edifícios residenciais não leva em consideração questões ambientais. Este trabalho aborda o tema e realiza um ensaio projetual, ou seja, um projeto de autoria própria, em nível de estudo preliminar, de um condomínio residencial no município da Serra, Espírito Santo, com características sustentáveis, considerando a natureza, o clima local, os aspectos sociais, culturais, e econômicos. Na elaboração do ensaio, foram consideradas estratégias ambientais baseadas no *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* para edifícios novos. O ensaio é tomado como ponto de partida para novos estudos, de maneira que se possa alcançar uma arquitetura que considere o clima e as necessidades culturais, sociais e econômicas brasileiras, aproveitando a riqueza natural existente, de forma a atender a enorme demanda habitacional de forma quantitativa e qualitativa.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Arquitetura Residencial Multifamiliar. Habitação. *LEED*.

ABSTRACT

Most residential buildings do not take into consideration environmental issues. It has been decided to study the issue and make a project test, that means, a original project in preliminary stage, of a residential condominium in Serra, Espírito Santo, with sustainable features considering the nature, the local climate, social, cultural, and economic aspects. To prepare the test were considered environmental strategies based on LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) for new buildings. This essay serves as a starting point for further research to achieve an architecture that considers the climate and the Brazilian cultural, social and economic necessities, taking advantage of the existing natural wealth in order to meet the huge housing demand quantitatively and qualitatively.

Key words: Sustainability; Multi-family Residential Architecture; Housing; LEED.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV – Análise de Ciclo de Vida
AQUA – Alta Qualidade Ambiental
ASUS – Avaliação de Sustentabilidade
BEPAC – Building Environmental Performance Analysis Club
BRE – Building Research Establishment
BREEAM – *Environmental Assessment Method*
CASBEE – Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
CIB – Convenção Internacional de Pesquisa e Inovação Tecnológica
CNA – Conselho Nacional Ambiental
COP – Conferência das Partes da Convenção
ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A
FAPES – Fundo de Apoio à Pesquisa do Espírito Santo
FCAV – Fundação Carlos Alberto Vanzolini
GBC – *Green Building Challenge*
GBTool - *Green Building Challenge Process*
HQE – Haute Qualité Environnementale
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDRC – Centro Internacional de Investimento para Edificação
IPCC – Painel Internacional Sobre Mudanças Climáticas
LEED CI – LEED para Interiores Comerciais
LEED CS – LEED for Core & Shell
LEED EB – LEED para Construções Existentes
LEED H – LEED para Casas
LEED NC – LEED para Novas Construções.
LEED ND – LEED para Desenvolvimento de Bairros
MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia
NBR – Norma Brasileira
PDU – Plano Diretor Urbano
PNCDa – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PROCEL EDIFICA – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica em Edificações
PRODESAN – Programa de Saneamento do Espírito Santo
PURA – Programa para Uso e Racionamento de Água
SETAC – Society for Environmental Toxicology and Chemistry
UNEP – Programa das Nações Unidas para o Ambiente
UNFCCC – Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas
USGBC – U.S. Green Building Council

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Detalhe do Acesso Principal da empresa de energia francesa.....	43
Figura 02 - Fachada frontal com brises da empresa de energia francesa	43
Figura 03 - Fachada posterior da Empresa deEnergia Francesa.....	44
Figura 04 - Tratamento do entorno do Eddit Tower – Singapura	45
Figura 05 - Perspectiva do Edifício Eddit Tower – Singapura	46
Figura 06 - Empreiteirópolis CENPES - Centro de Pesquisas da Petrobrás, na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro	46
Figura 07 - Telha Sanduíche do Empreiteirópolis CENPES - Centro de Pesquisas da Petrobrás na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro	47
Figura 08 - Imagem do protótipo de residência sustentável para Alvorada.	47
Figura 09 - Fluxograma mostrando o ciclo de vida das edificações	52
Figura 10 - Combinação para obter os desempenhos BSE na categoria 1 da ferramenta AQUA.....	56
Figura 11 - Transposição do modelo "atende" ou "não atende" para o modelo B-S-E	57
Figura 12 - (a) Exemplo de perfil QAE. (b) Classificação final do edifício no modelo BSE	59
Figura 13 - Trecho da planilha da ferramenta ASUS	61
Figura 14 - Trecho da planilha da ferramenta ASUS mostrando o resultado gráfico final e a escala de classificação.....	61
Figura 15 - Trecho da planilha da ferramenta ASUS mostrando o resultado numérico final	61
Figura 16 - Fotografias internas e externas do edifício Eluma em São Paulo.....	67
Figura 17 - Fotografias internas e externas do edifício Centro Cultural Max Feffer em São Paulo.....	68
Figura 18 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial <i>Plaza Mayor</i> Alto da Lapa em São Paulo	70
Figura 19 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial Príncipe de <i>Greenfield</i> em Porto Alegre	70
Figura 20 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial <i>The Gift Green Square</i> em São Paulo	70
Figura 21 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial <i>Infinity</i> em São Paulo.....	71
Figura 22 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial Paço das Águas em Fortaleza	71
Figura 23 - Desenho demonstrando o funcionamento do sistema de captação de água	78
Figura 24 - Exemplo de válvula de descarga com duplo acionamento	80
Figura 25 - Esquema da inserção de redutor de vazão em um chuveiro	80
Figura 26 - Exemplo de torneira com fechamento automático	80
Figura 27 - Exemplo de torneira com sensor infravermelho para acionamento	80
Figura 28 - Fotografia aérea do terreno	97

Figura 29- Fotografia aérea do terreno com identificação dos equipamentos relativos ao desenvolvimento consolidado.....	98
Figura 30 - Implantação proposta	102
Figura 31 - Simulação computadorizada através dos <i>Softwares</i> Revit e Sketchup da implantação dos edifícios sombreada do solstício ¹ de inverno no mês de junho no município da Serra às 13h	104
Figura 32 - Simulação computadorizada através dos <i>Softwares</i> Revit e Sketchup da implantação sombreada dos edifícios no solstício de verão em Dezembro no município da Serra às 13h	105
Figura 33 - Simulação computadorizada através dos <i>Softwares</i> Revit e Sketchup do Percurso solar na abóbada celeste do solo sobre um dos edifícios Residenciais.....	105
Figura 34 - Imagem geral mostrando todos os edifícios vistos da rua	105
Figura 35 - Vista geral da lagoa, mostrando: a área de lazer, o café e os edifícios residenciais	106
Figura 36 - Vista dos edifícios residenciais, mostrando a estrutura contraventada na base, as pérgolas protetoras na fachada posterior e a ventilação eólica no topo dos edifícios	109
Figura 37- Imagem mostrando os edifícios dispostos de forma alternada e soltos do terreno	110
Figure 38 - Imagem mostrando ampliação dos edifícios vistos da lagoa, onde observa-se o uso de materiais diversos	112
Figura 39 - Elevação 1 com corte longitudinal do terreno mostrando os edifícios	113
Figura 40 - Elevação 2 com corte transversal do terreno mostrando os edifícios.....	115
Figura 41 - Planta dos apartamentos de 3 quartos e de 2 quartos.....	116
Figura 42 - Planta baixa do pavimento tipo, mostrando os dois tipos de apartamentos: de dois e três quartos	117
Figura 43 - Seção do edifício residencial, mostrando os eixos estruturais.....	117
Figura 44 - Perspectiva mostrando as fachadas laterais com a parede dupla.....	119
Figura 45 - Varanda dos apartamentos	119
Figura 46 - Vista geral dos edifícios residenciais mostrando os materiais utilizados nas fachadas (blocos de solo cimento, madeira nos frontões e nas varandas e estrutura em aço).....	122
Figura 47 - Planta e corte com a ventilação cruzada dos apartamentos.....	123
Figura 48 - Planta da ventilação do conjunto edificado	125
Figura 49 - Planta de cobertura dos edifícios residenciais	125
Figura 50 - Detalhe de uma cobertura “verde”.....	126
Figura 51 - Detalhe da esquadria mais utilizada nos edifícios residenciais	127
Figura 52 - Corte esquemático da captação de água.....	131

Figura 53 - Placas solares nos edifícios residenciais	133
Figura 54 - Vista frontal dos edifícios residenciais mostrando a turbina eólica 10 m acima do telhado conforme recomendação do fabricante.....	133
Figura 55 - Formas de Luz	134
Figura 56 - Iluminação para espaços de leitura	139
Figura 57 - Iluminação para salas de jantar	140
Figura 58 - Iluminação para Sala de Televisão.....	141
Figura 59 - Iluminação para Sala de Estudos	141
Figura 60 - Iluminação para Cozinha	142
Figura 61 - Planta com pontos de iluminação e lay-out da sala, cozinha e área de serviço de um dos apartamentos padrão	143
Figura 62 - Iluminação para Closets	143
Figura 63 - Iluminação para banheiros	144
Figura 64 - Planta com pontos de iluminação e lay-out de um quarto e banho de um dos apartamentos padrão	145
Figura 65 - Imagem mostrando a ambiência dos espaços de convívio.....	154
Figura B1 - Carta Solar da Cidade de Vitória.....	246
Figura B2 - Rosa dos ventos, com suas frequências, da cidade de vitória	246
Figura B3 - Diagrama solar para a cidade de Vitória	247
Figura B4 - Tabela de Radiação Solar para a cidade de Vitória.....	248

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Registros de edifícios no LEED Brasil por tipologia.....	27
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação final dos edifícios pelo PROCEL EDIFICA	58
Tabela 2 - Níveis de Classificação do sistema LEED [™] -NC v2.2	63
Tabela 3 - Programa de necessidades do empreendimento	106
Tabela 4 - Níveis de Iluminação residencial conforme a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Norma 5461/1992 para iluminação de interiores	135
Tabela A1 - LEED NC – <i>New Construction: Checklist</i> para Registro do Projeto ou Construção	228

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Justificativas quanto a importância do estudo sobre construção sustentável.....	27
Quadro 02 - Nomenclatura e definições ligadas a sustentabilidade.....	33
Quadro 03 - Informações relevantes sobre as 15 COPs já realizadas (conclusão).....	36
Quadro 04 - Agenda 21 para o Brasil	37
Quadro 05 - Alguns eventos importantes relacionados a construção sustentável	45
Quadro 06 - Estratégias para o projeto sustentável.....	46
Quadro 07 - Sistemas de avaliação e certificação mais conhecidos.....	50
Quadro 08 - Princípios ambientais m cada etapa do ciclo de vida.....	54
Quadro 09 - Temas e categorias abordados pelo sistema AQUA.....	55
Quadro 10 - Evolução das versões do LEED	63
Quadro 11 - Edifícios certificados pelo LEED no Brasil ate 2010.....	66
Quadro 12 - Síntese de medidas em níveis crescentes de complexidade	77
Quadro 13 - Diferentes qualidades de água para diferentes aplicações	78
Quadro 14 - Quadro comparativo entre materiais destinados a estrutura e vedações	81
Quadro 15 - Exemplos de resíduos e suas aplicações.....	87
Quadro 16 - Itens do <i>checklist</i> LEED-NC para categoria sítio sustentável para novas construções e itens considerados no ensaio.....	105
Quadro 17 - Estratégias de condicionamento térmico para a zona bioclimática 8 (Brasil)	120
Quadro 18 - Diretrizes construtivas para a zona bioclimática 8 (Brasil)	121
Quadro 19 - Equipamentos hidro-sanitários que contribuem para a economia de água	129
Quadro 20 - Itens do <i>checklist</i> LEED-NC para categoria eficiência no uso da água para novas construções e itens considerados no ensaio	130
Quadro 21 - Termos técnicos ligados a iluminação artificial.....	136
Quadro 22 - Tipos de lâmpadas mais conhecidos.....	136
Quadro 23 - Iluminação para Halls e Corredores	137
Quadro 24 - Iluminação para salas de estar	138
Quadro 25 - Iluminação para Sala de Jantar	139
Quadro 26 - Iluminação para sala de televisão.....	140
Quadro 27 - Iluminação para salas de estudo	141
Quadro 28 - Iluminação para Cozinha	141
Quadro 29 - Iluminação para sala de televisão.....	142
Quadro 30 - Iluminação para banheiros.....	144
Quadro 31 - Iluminação para áreas abertas	146
Quadro 32 - Itens do <i>checklist</i> LEED-NC para categoria energia e atmosfera para novas construções e itens considerados no ensaio.....	147
Quadro 33 - Pré requisitos e créditos e decisões de projeto referentes a Categoria Materiais & Recursos do LEED NC.....	148
Quadro 34 - O efeito psicológico das cores	149

Quadro 35 - Tabela com os critérios relativos a qualidade do ambiente interno do LEED e as decisões de projeto relacionadas.....	151
Quadro 36 - Tabela com os critérios relativos a inovação tecnológica do LEED e as decisões de projeto relacionadas	152
Quadro 37 - Decisões no projeto e materiais utilizados com suas devidas justificativas e critérios do LEED considerados.....	156
Quadro B1 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Sítio Sustentável.....	195
Quadro B2 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	197
Quadro B3 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	197
Quadro B4 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	199
Quadro B5 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	199
Quadro B6 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4.3 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	200
Quadro B7 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 5.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	201
Quadro B8 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 5.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	202
Quadro B9 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	202
Quadro B10 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	203
Quadro B11 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 7.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	203
Quadro B12 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 7.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC	204
Quadro B13 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 8 da categoria Sítio Sustentável.....	204
Quadro B14 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Eficiência de Água do LEED NC	205
Quadro B15 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1.1 da categoria Eficiência de Água do LEED NC	206
Quadro B16 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1.2 da categoria Eficiência de Água da do LEED NC	206

Quadro B17 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1.2 da categoria Eficiência da Água do LEED NC	207
Quadro B18 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Eficiência de Água do LEED NC	207
Quadro B19 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o Pré-requisito 1 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC	208
Quadro B20 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o Pré-requisito 2 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC	208
Quadro B21 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o Pré-requisito 3 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC	209
Quadro B22 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC	210
Quadro B23 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 2 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC	212
Quadro B24 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC	213
Quadro B25 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	213
Quadro B26 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	214
Quadro B27 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	215
Quadro B28 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	215
Quadro B29 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 5 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	216
Quadro B30 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	216
Quadro B31 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 7 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	216
Quadro B32 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	218
Quadro B33 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	219
Quadro B34 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	219
Quadro B35 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	220
Quadro B36 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	221

Quadro B37 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	222
Quadro B38 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC	223
Quadro B39 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	225
Quadro B40 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC	228
Quadro B41 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Inovação de Processo de Projeto do LEED NC	229

SUMÁRIO

1	Introdução	22
1.1	Justificativa e motivação	25
1.2	Objetivo.....	28
1.2.1	Objetivos gerais.....	28
1.2.2	Objetivos específicos.....	28
1.2.3	Limitações do trabalho.....	28
1.3	Etapas da pesquisa	29
1.4	Estrutura da dissertação	30
2	Construção e Arquitetura Sustentável.....	31
2.1	Histórico da questão ambiental.....	34
2.2	Projeto arquitetônico sustentável.....	39
2.3	Exemplos de arquitetura sustentável	42
2.3.1	Empresa de energia francesa.....	44
2.3.2	Edifício Eddit Tower.....	44
2.3.3	Empreiteirópolis	45
2.3.4	Núcleo integrado para a inovação da edificação	46
3	Sistemas de Certificação de Desenho Ambiental	48
3.1	Análise do Ciclo de Vida - LCA	52
3.2	Alta Qualidade Ambiental - AQUA	55
3.3	PROCEL Edifica	57
3.4	Ferramenta ASUS.....	59
3.5	Leadership in Energy and Environmental Design - LEED.....	66
3.5.1	Exemplos de Edifícios Certificados pelo LEED no Brasil	67
3.5.1.1	– Versão LEED EB-O&M	67
3.5.1.2	– Versão LEED NC	68
3.5.1.3	– Versão LEED CS	69

4 Critérios Recorrentes na Avaliação de Sustentabilidade72

4.1	Eficiência energética.....	73
4.2	Uso racional de água.....	75
4.3	Seleção de materiais	80
4.4	Gestão de resíduos.....	85
4.5	Qualidade do ambiente interno.....	87
4.6	Planejamento da manutenção	88

5 Ensaio Projetual 90

5.1	Escolha do método de avaliação	92
5.2	Metodologia para o ensaio projetual.....	93
5.3	Caracterização do entorno.....	95
5.4	Seleção do terreno.....	98
5.5	Programa de necessidades	99
5.6	Implantação e estudo solar	100
5.7	Partido arquitetônico	106
5.8	Sistemas construtivos e tecnologias adotadas	111
5.8.1	Serviços preliminares.....	111
5.8.2	Demolição e movimentação de terra	112
5.8.3	Fundações e sistema estrutural.....	113
5.8.4	Vedações e conforto ambiental.....	118
5.8.5	Cobertura.....	124
5.8.6	Esquadrias e guarda-corpos.....	126
5.8.7	Reuso da água e equipamentos Hidro-sanitários	127
5.8.8	Equipamentos elétricos e de iluminação mais eficientes e uso de energia limpa.....	132
5.8.9	A carga ambiental os materiais utilizados.....	148
5.8.10	O efeito das cores.....	149
5.8.11	Cuidados com o meio ambiente.....	150
5.8.12	Qualidade do ambiente interno.....	151
5.8.13	Flexibilidade dos espaços.....	153

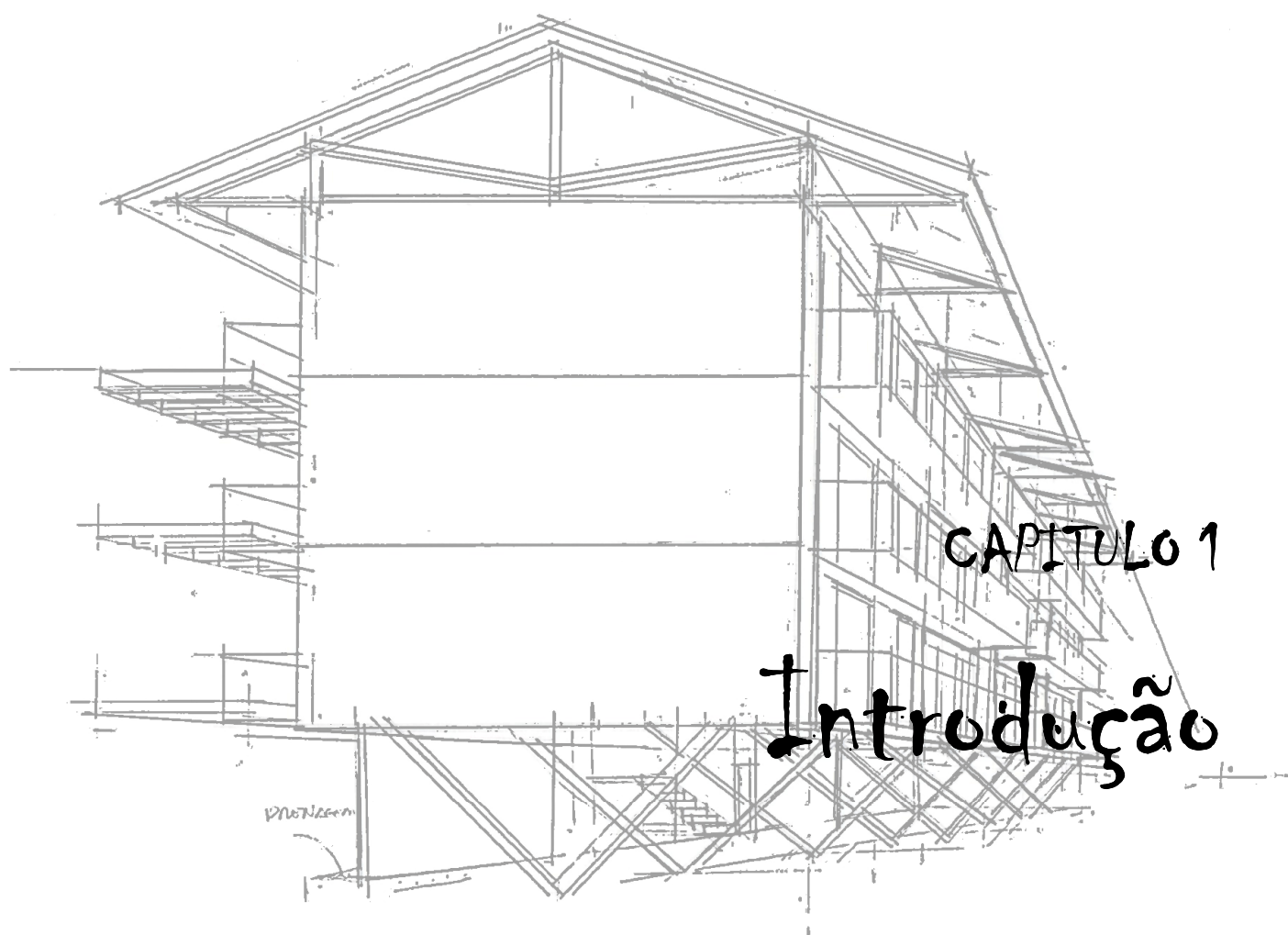
5.8.14 Paisagismo	153
5.8.15 Cuidados na execução.....	154
5.8.16 Cuidados durante o uso e com a demolição	155
5.9 Composição dos edifícios projetados	156
 6 Conclusão.....	 160
 7 Referências	 165

APÊNDICES

APENDICE A – Ensaio Projetual.....	170
APENDICE B – Comprovação do atendimento aos créditos do LEED NC pelo ensaio projetual	196
 B.1 Categoria Sítio Sustentável (SS – <i>Sustainable Sites</i>)	196
B.2 Categoria Eficiência de Água (WE – <i>Water Efficient</i>)	205
B.3 Categoria Energia e Atmosfera (EA – <i>Energy & Atmosphere</i>)	209
B.4 Categoria Materiais e Recursos (MR – <i>Materials & Resources</i>).....	214
B.5 Categoria Qualidade do Ambiente Interno (EQ – <i>Indor Environmental Quality</i>)	219
B.6 Categoria Inovação de Processos de Projeto (ID – <i>Inovation & Design Process</i>).....	227

ANEXO

ANEXO A - Ensaio Projetual	228
ANEXO B - Comprovação do atendimento aos critérios do LEED NC pelo ensaio projetual	246



1 Introdução

Observa-se que inúmeros transtornos ambientais vêm ocorrendo nos últimos anos, como terremotos, maremotos, secas, enchentes, entre outros. Assim, torna-se cada vez mais evidente a importância de incorporar um modo mais sustentável de vida às pessoas. Entre as atividades humanas, a construção civil é uma das que causam maiores impactos, que podem ser percebidos nas fases de construção e de operação. Na fase de construção, entre os impactos mais importantes pode-se citar o consumo de materiais com nível elevado de energia embutida ou com alta emissão de Dióxido de Carbono (CO²); a produção de entulho; as grandes movimentações de terra; o transporte de materiais e entulhos (SILVA; SILVA, 2001). Entre os impactos relacionados com a operação pode-se citar o grande consumo de energia e de água; a produção de esgoto e lixo; a redução da permeabilidade dos solos e a poluição causada pelo excesso de veículos circulando para atender aos usuários dos edifícios.

Quando se fala em edifícios verdes, devem-se considerar diversos aspectos, entre os quais se podem citar: o impacto no entorno, os cuidados na especificação dos materiais, a disposição dos resíduos, o uso da energia alternativa; e, com o desperdício, o aproveitamento de água e os cuidados com o conforto ambiental. Outros pontos importantes são os aspectos econômicos, estéticos e culturais dos usuários.

Observam-se atualmente duas questões preocupantes no Brasil: o *deficit* habitacional e a falta de cuidados com o meio ambiente nos edifícios residenciais. Assim, decidiu-se realizar um ensaio projetual – projeto de autoria própria **em** nível de estudo preliminar – de um condomínio residencial que servisse de instrumento de experimentação dos conhecimentos estudados sobre sustentabilidade, tomando-se como principal referência os critérios do Leadership in Energy e Environmental

Design for New Construction (LEED¹ NC), versão 2.2, para edifícios novos, o qual foi considerado de forma qualitativa, sem a pontuação exigida na sua metodologia.

Dentre as lacunas relacionadas à sustentabilidade observadas nos edifícios residenciais da cidade de Vitória, destacam-se:

- a repetição de um padrão de arquitetura utilizada em países cujo clima é diverso do nosso e a adoção de um mesmo padrão em todos os estados, independente das mudanças climáticas e culturais;
- a falta de preocupação ecológica no momento da definição dos materiais;
- a ausência de cuidados contra o risco de erosão na implantação dos edifícios;
- a falta de critérios para o posicionamento do edifício em relação à trajetória solar e à direção dos ventos;
- a preocupação com a economia em curto prazo, pois, com a especulação imobiliária, as construtoras visam ao maior lucro possível, desconsiderando a economia durante o uso das edificações;
- o impacto do próprio edifício no entorno em que se insere.

Como o objeto de estudo é um condomínio residencial, alguns aspectos tornam-se ainda mais importantes, como a qualidade do ambiente interno e a relação com o sítio, já que o lar deve funcionar como abrigo e aconchego para as pessoas desenvolverem seus laços afetivos, cuidarem da higiene, da saúde e da alimentação e usufruírem do descanso.

Como justificativa para o tipo de projeto escolhido deve-se considerar: o desafio de experimentar uma nova forma de construir e projetar condomínios residenciais, pela qual questões como a redução do desperdício de água e energia, o convívio com a natureza e o conforto térmico são pontos-chave que vêm proporcionar maior qualidade de vida aos usuários.

¹ LEED: método de avaliação de desempenho ambiental para edifícios criado nos Estados Unidos na década de 1990.

Este estudo visa servir de referência para projetos futuros, pois pode ser considerado um exemplo para comparação entre a forma convencional e uma forma mais sustentável de projetar e construir.

Para elaboração do trabalho, foram realizadas as seguintes etapas: planejamento do programa de necessidades, escolha do sítio, escolha dos materiais e tecnologias construtivas mais adequadas sob o ponto de vista ambiental e elaboração do estudo preliminar de arquitetura. Foram levadas em consideração também questões relacionadas à ocupação futura e aos hábitos dos usuários, à manutenção e à vida útil, bem como à facilidade de demolição, caso necessária.

Na elaboração de um projeto dessa natureza, acredita-se que as decisões de arquitetura são as mais importantes, pois direcionam os caminhos de todos os outros projetos e estudos que venham a contribuir para uma forma de construir mais sustentável. Assim, um ponto muito importante diz respeito à compatibilização entre a arquitetura e os projetos complementares.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

As preocupações ambientais relacionadas à construção foram amplamente divulgadas pela primeira vez em Rotterdam, em 1953, quando foi criado o Conselho Internacional de Pesquisa e Inovações Tecnológicas dos Edifícios e na Construção (CIB), ocasião em que foram discutidas questões relacionadas a melhorias, do ponto de vista ambiental, de produtos e edifícios, consumo de recursos, impactos da construção no desenvolvimento urbano, cargas no meio ambiente e questões sociais, culturais e econômicas. Desde então, estudos relacionados a esse tema têm sido cada vez mais difundidos e aprimorados pelo mundo (LAMBERTS; GHISI; PAPST, 2005).

Segundo Jonh, Silva e Agopyan (2001), 14% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil diz respeito à indústria da construção civil, que consome parcela significativa de recursos naturais, gera quantidade importante de CO₂, oriunda principalmente da produção de cimento, e consome uma grande quantidade de energia elétrica,

especialmente na operação de edifícios. Portanto, justifica-se o tema deste estudo pela crescente degradação do meio ambiente verificada nos dias de hoje, causada em grande parte pela indústria da construção civil.

Alguns fatores, tais como os grandes adensamentos, as alterações climáticas globais, o esgotamento de recursos, a poluição, a extinção de algumas espécies, os danos ao ecossistema e o prejuízo da qualidade de vida, fazem com que mudanças se tornem cada vez mais urgentes (JONH; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Os impactos ambientais ocorrem em todas as etapas do ciclo de vida das edificações: no projeto, na execução, na utilização e na demolição. A identificação das falhas ocorridas em todas essas etapas pode contribuir para mudar essa realidade, o que exige transformações na metodologia tradicional de projeto e construção. A incorporação de novas tecnologias focadas no meio ambiente, no processo de projeto, pode contribuir para proporcionar mudanças positivas, porém a especulação do mercado imobiliário é um fator limitante.

Mostram-se necessárias, assim, pesquisas em busca de estratégias sustentáveis para a construção civil, estratégias que sejam adequadas à realidade ambiental e à lógica de mercado brasileiro.

A escolha do tema residencial é consequência do fato de essa tipologia ser uma das menos focadas nos estudos de *green buildings*, como mostra o Gráfico 1, do *Green Building Concil do Brasil*² (GBC do Brasil), nos quais a tipologia residencial nem mesmo aparece entre o total de prédios registrados no LEED Brasil.

² GBC do Brasil é uma organização não governamental (ONG) existente desde 1998. Representa no Brasil o sistema LEED, ferramenta de avaliação do *United States Green Building Council* (USBGC). Foi estruturada a partir da união de organizações de diversos segmentos, a fim de estimular e conduzir a adoção de práticas de desenvolvimento sustentável no Brasil.

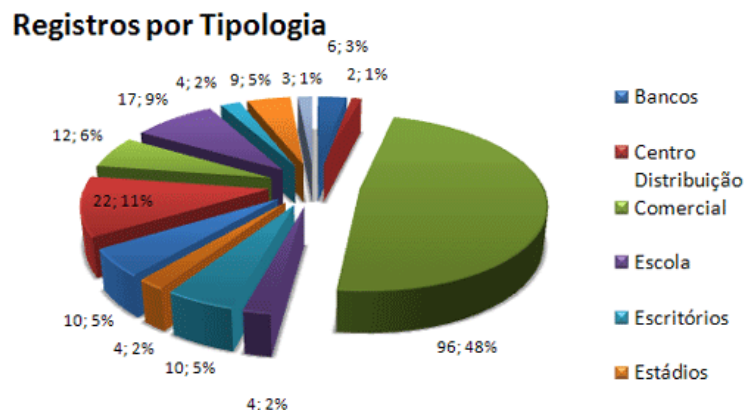


Gráfico 1 - Registros de edifícios no LEED Brasil por tipologia.
Fonte: USGBC (2009a).

O Quadro 1 apresenta um resumo relativo à justificativa da importância do estudo sobre construção sustentável, do ponto de vista técnico, científico, ambiental, social e político.

Justificativas para a importância do estudo sobre construção sustentável	
Técnicas	A carência de difusão de conhecimentos técnicos destinados a projetar e construir edificações mais adequadas ao sítio e ao clima, de forma a interferir menos na natureza e a proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas .
Científicas	A necessidade de maior troca de informações no meio científico relativas ao desenvolvimento de novas tecnologias construtivas menos poluentes, mais econômicas e renováveis, e difusão no meio acadêmico das tecnologias já disponíveis.
Ambientais	A urgência na preservação de recursos, a fim de minimizar a falta que farão futuramente, considerando questões urgentes, como os efeitos oriundos das mudanças devido ao aquecimento global, ao efeito estufa, ao degelo dos polos, entre outros. Os três itens mais importantes a serem abordados são a água, a energia e a seleção de materiais.
Sociais	A necessidade de buscar por sociedades mais sustentáveis, com incentivo à formalidade no emprego, à segurança no trabalho, com supervisão quanto à discriminação de sexo e raça, com adaptação dos edifícios para atender a idosos e deficientes físicos e para a participação da vizinhança.
Políticas	A necessidade de conhecer legislação que incentive ou motive o uso das práticas de projetar e construir que levem em consideração questões ambientais.

Quadro 1 - Justificativas para a importância do estudo sobre construção sustentável segundo a autora.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um ensaio projetual de um condomínio multifamiliar residencial baseado em características sustentáveis, buscando minimizar os impactos e atender aos aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar conceitos de arquitetura e construção sustentável que sirvam de base teórica referencial.

Apontar as dificuldades de se utilizarem no Brasil conceitos sustentáveis adotados em outros países, procurando incorporá-los à metodologia tradicional de projetos e às obras dos edifícios, visando proporcionar a aceitação desse tipo de inovação tecnológica pelos consumidores.

Analisar novos materiais e selecionar, entre as tecnologias construtivas disponíveis no mercado, as mais adequadas para o objeto em estudo, considerando o ciclo de vida dos materiais empregados no edifício, de forma a atender a demanda do mercado imobiliário.

Definir a metodologia de projeto e o sistema construtivo com base nos requisitos de desempenho previstos no LEED NC, versão 2.2 (USGBC, 2009b).

1.2.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Dentre as limitações do presente trabalho destacam-se:

- a decisão de utilizar materiais de construção já disponíveis comercialmente;
- o fato de o ensaio projetual realizado para experimentação dos conceitos ser apresentado em nível de estudo preliminar, o que leva a que o projeto seja apresentado nesse mesmo nível, sendo avaliado apenas de forma qualitativa.

1.3 ETAPAS DA PESQUISA

Podem-se dividir as etapas da pesquisa em quatro partes:

- revisão da literatura sobre arquitetura e construção sustentável e estratégias ambientais;
- revisão da literatura sobre sistemas de avaliação e certificação de desempenho ambiental;
- levantamento dos critérios recorrentes na avaliação da sustentabilidade dos principais métodos estudados;
- desenvolvimento de um ensaio projetual em nível de estudo preliminar com base na pesquisa bibliográfica e nos critérios do LEED;
- elaboração das considerações finais, com apresentação dos resultados alcançados.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No Capítulo 1, introduz-se o tema construção sustentável, falando sobre quando e como surgiram as primeiras preocupações ambientais com edifícios. Além disso, apresentam-se justificativas sobre a importância de se estudar esse tema do ponto de vista técnico, científico, ambiental, social e político. Com base nessas justificativas, estabelecem-se os objetivos da dissertação.

No Capítulo 2, faz-se uma abordagem sobre construção sustentável, elaborando-se um breve histórico do que tem sido esse tipo de construção no mundo e apresentando alguns conceitos sobre projeto arquitetônico com essa visão. Por fim, apontam-se alguns exemplos de edifícios que apresentam características sustentáveis.

No Capítulo 3, apresenta-se uma análise sintética dos sistemas de avaliação de sustentabilidade mais conhecidos no mundo. Abordam-se os estudos de sistemas específicos para o Brasil e explana-se sobre o LEED NC, versão 2.2, que já apresenta estudos específicos para o País. Ao final, dão-se alguns exemplos de edifícios já certificados pelo LEED no Brasil e no mundo.

No Capítulo 4, destacam-se os critérios recorrentes nos métodos de avaliação da sustentabilidade estudados. Neste capítulo, são selecionados os itens mais abordados nos sistemas apresentados no capítulo anterior.

No Capítulo 5, mostra-se o ensaio projetual de arquitetura, desenvolvido com base nos critérios do LEED NC de forma qualitativa, visando atender o nível básico dessa certificação. Inicia-se falando do sítio, depois, do programa de necessidades; coloca-se, então, o projeto, abordando as técnicas construtivas utilizadas, com as explicações e justificativas. As ampliações e o detalhamento dos desenhos são apresentados no Apêndice A, e as justificativas para a utilização de cada critério do método de avaliação LEED, no Apêndice B.

No Capítulo 6, apresentam-se as considerações finais da dissertação, com a descrição dos resultados alcançados, visando contribuir para o enriquecimento do meio científico.

A detailed architectural sketch of a building's structural framework. The drawing shows a cross-section or a perspective view of a multi-story structure with a gabled roof. The framework includes vertical columns, horizontal beams, and a complex network of diagonal bracing, particularly visible in the lower right section. The lines are thin and precise, typical of a technical drawing. The text 'CAPITULO 2' is positioned in the upper right area of the sketch.

CAPITULO 2

Construção e Arquitetura

Sustentável

2 Construção e Arquitetura Sustentável

O conceito básico de construção sustentável diz respeito à realização do meio edificado através de soluções tecnológicas que atendam o “tripé” de critérios universais: prudência ecológica, equidade social e eficiência econômica. Diversos autores afirmam que não existe construção ou edifício totalmente sustentável, já que, como já foi dito, a indústria da construção é uma das maiores causadoras de impacto ambiental, pois, além de utilizar a matéria prima proveniente da natureza, consome uma quantidade grande de energia. Assim, a construção sustentável pode ser definida como a que causa menor impacto no meio ambiente e atende de forma qualitativa as necessidades de abrigar as pessoas.

Na última década, tornou-se intensivo o uso de termos e de conceitos de construção sustentável como estratégia de *marketing*. O Quadro 2 (p. 33) apresenta uma lista dos conceitos mais difundidos no meio da sustentabilidade. Diversas construtoras começaram a denominar seus projetos como *Green Buildings*, embora muitas vezes tais edifícios não atendessem aos requisitos mínimos relacionados a esse tema.

Segundo Silva (2003), a avaliação ambiental foi impulsionada por dois principais fatores:

- a constatação de que as construtoras, os profissionais e as entidades de diversos países que pensavam dominar conceitos de construção ecológica, na verdade não sabiam comprovar e comparar o desempenho dos seus edifícios, verificando-se mais tarde que alguns de seus projetos “verdes” consumiam mais energia e recursos do que aqueles resultantes de práticas de projeto tradicionais;
- a percepção, por parte de pesquisadores, de que o uso de sistemas de classificação e certificação é um dos meios mais eficientes de se avaliar e qualificar o desempenho ambiental dos edifícios, sejam eles novos sejam já existentes.

Nomenclatura	Definição
Green Building	Surgiu na Europa e nos Estados Unidos na década de 1970 e é considerado o embrião da construção sustentável. Com a crise de energia decorrente dos altos preços do petróleo no mercado internacional, as empresas construtoras motivaram-se em pesquisar novas tecnologias construtivas que utilizassem menos energia e fossem mais respeitosas com o meio ambiente. Na década de 1980, foram criados sistemas de certificação e avaliação ambiental, como, por exemplo, o LEED.
Bioconstrução	Refere-se a construções realizadas com sistemas construtivos, pouco industrializados, seguindo o modelo da natureza e causando menos impactos. Entre as características mais importantes pode-se citar: utilização de materiais da região; conforto térmico e acústico; durabilidade, custo e disponibilidade de materiais; utilização de materiais naturais (adobe, palha, bambu, blocos cerâmicos artesanais e outros).
Arquitetura Bioclimática	Compreende o estudo de formas de conciliar as necessidades do ser humano com a arquitetura, através das seguintes medidas: utilização de materiais que não agredem a natureza; técnica de ventilação e insolação através de uma arquitetura adequada ao clima; redução do impacto ambiental.
Arquitetura Ecológica	Utiliza materiais renováveis, reciclados, de longa vida útil e com baixo consumo de energia. Entre os fatores que a caracterizam está adequação ao local, respeito à tipologia local, uso de materiais e técnicas de construção que levem em consideração a saúde do meio ambiente e dos usuários, reutilização e reciclagem de água, e tratamento de dejetos líquidos.
Permacultura	Conceito desenvolvido por David Holmgren e Bill Mollison, trata-se de uma arquitetura que engloba também a cultura humana de espécies vegetais, em geral provedoras de alimentos de forma permanentemente sustentável, ou seja, buscando o máximo de benefícios em um espaço reduzido.

Quadro 2 - Nomenclatura e definições ligadas à sustentabilidade.

Fonte: Bissoli (2007).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Este capítulo apresenta um histórico da discussão sobre a questão ambiental, seguido de uma breve definição sobre o que seria um projeto arquitetônico sustentável e finaliza com uma seleção de exemplos de construções com características sustentáveis.

2.1 HISTÓRICO DA QUESTÃO AMBIENTAL

Em 1953 foi criado o CIB em Rotterdam, onde foram discutidas as seguintes questões: melhorias, do ponto de vista ambiental, de produtos e edifícios; consumo de recursos; impactos da construção no desenvolvimento urbano; cargas no meio ambiente; questões sociais, culturais e econômicas.

A questão ambiental entrou em pauta nas discussões mundiais em 1972, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, Suécia, onde se reuniram 113 países e quatrocentas ONGs de todo o mundo. Essa conferência tornou-se o marco zero da temática ambiental mundial.

Vinte anos mais tarde, uma nova reunião internacional foi convocada pela Organização das Nações Unidas (ONU): a Eco-92. O principal fruto da conferência foi à instituição da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), um acordo entre 154 países com vistas a reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa. A Convenção entrou em vigor em 1994, data a partir da qual os países signatários passaram a se reunir anualmente. Tais reuniões receberam o nome de Conferência das Partes da Convenção (COP). O Quadro 3 (p. 35) resume as informações relevantes sobre as quinze COPs já realizadas.

Na Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, foi publicada a Agenda 21, apresentando uma série de medidas estabelecidas e acordadas entre 178 governos para equilibrar necessidades econômicas, sociais e o meio ambiente. A partir de então, começou um processo de aperfeiçoamento e detalhamento da Agenda 21. Com relação à construção civil, a Agenda 21 prevê a redução de impactos no meio ambiente através de mudanças na forma como os edifícios são projetados, construídos e utilizados ao longo do tempo. Essas mudanças não devem representar gastos excessivos nem um desempenho ambiental a qualquer custo, mas a melhoria da qualidade de vida das pessoas de uma forma menos agressiva à natureza.

Edição	Local, Ano	Resumo das atividades
COP 1	Berlim, 1995.	Resultou no Mandato de Berlin, estabelecendo dois anos de pesquisas e análises sobre ferramentas de combate a emissão de gases do efeito estufa.
COP 2	Genebra, 1996.	Aprovou o Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC). O primeiro relatório do IPCC foi publicado em 1995 e serviria como base para decisões sobre o aquecimento global. Surgiu em Genebra o desejo por estabelecer metas de médio prazo de caráter obrigatório.
COP 3	Kyoto, 1997.	Redigiu o Protocolo de Kyoto, incluindo metas obrigatórias para os países desenvolvidos, com vistas à diminuição da emissão de gases, a serem atendidas até 2012. O Protocolo foi ratificado por 37 países.
COP 4	Buenos Aires, 1998.	Estabeleceu um prazo de dois anos para o desenvolvimento das estratégias de implantação do Protocolo de Kyoto.
COP 5	Bonn, 1999.	Promoveu discussões técnicas a fim de melhor definir os mecanismos de compensação do Tratado de Kyoto.
COP 6	Haia, 2000.	Discutiu as sanções que seriam aplicadas aos países que não cumprissem suas metas. A Conferência terminou quando a União Européia se recusou a formalizar compromissos, impossibilitando qualquer negociação.
COP extraordinária	Bonn, 2001.	Retomou o debate da Conferência de Haia, que terminou precocemente.
COP 7	Marrakesh, 2001.	Procedeu à assinatura dos Acordos de Marrakesh, quase completando as negociações sobre o Protocolo.
COP 8	Delhi, 2002.	Apresentou uma declaração da União Européia que pedia mais ação das partes da UNFCCC.
COP 9	Milão, 2003.	Esclareceu os últimos detalhes técnicos sobre o Protocolo de Kyoto.
COP 10	Buenos Aires, 2004.	Abriu discussões sobre o que acontecerá quando o Protocolo de Kyoto expirar, em 2012.
COP 11/ MOP1	Montreal, 2005.	Aconteceu paralelamente à primeira Conferência Anual das Partes do Protocolo de Kyoto (MOP1). Ambas focaram-se no que deveria acontecer após o Protocolo expirar.
COP 12/ MOP2	Nairóbi, 2006.	Tratou das últimas questões técnicas do Protocolo de Kyoto. Deu continuidade aos trabalhos de formulação de um novo tratado pós-Kyoto.
COP 13/ MOP3	Bali, 2007.	Um novo relatório do IPCC alertou os governos mundiais sobre a situação séria e “sem retorno” em que está o problema do aquecimento global. Adotou-se o plano de ação de Bali, considerado pelos estudiosos como o “Mapa do Caminho” que levaria a um novo acordo em Copenhagen.
COP 14	Poznan, 2008.	As discussões sobre o novo tratado evoluíram. Entraram em pauta questões como a operacionalização do Fundo de Adaptação, destinado a apoiar e financiar medidas concretas de adaptação nos países em desenvolvimento.
COP 15	Copenhague, 2009.	A conferência terminou com um acordo fraco e sem valor de lei, adiando para a COP de 2010, no México, todas as decisões importantes, como as metas de redução de emissões globais e os compromissos dos países ricos ou em desenvolvimento.

Quadro 3 - Informações relevantes sobre as quinze COPs já realizadas.

Fonte: Conselho Nacional de Ambiente (2009).

De acordo com Jonh, Silva e Agopyan (2001), foram consideradas para o Brasil as demandas ambientais, sociais e econômicas, visando aos seguintes objetivos: qualidade ambiental dos edifícios, processos e produtos e redução do consumo de recursos naturais. No Quadro 4, observam-se os itens da Agenda 21 a serem considerados no caso do Brasil.

Aspectos a serem considerados no caso brasileiro da Agenda 21	Atuações
Definição de padrões e melhorias da qualidade ambiental das construções.	Preservação da qualidade do ar interno, evitando um gasto excessivo de energia e restringindo a renovação do ar e a utilização de substâncias nocivas para os usuários. Promoção, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do uso de energia limpa, inclusive da energia solar para aquecimento da água. Restrição ao consumo exagerado de ar condicionado, visando à economia de energia. Atuação do Programa de Conservação de Energia (PROCEL). Criação de programas atuantes para o controle e fornecimento de água sem desperdício. No Brasil existem dois programas atuantes: Programa para Uso e Racionamento de Água (PURA) e Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA).
Processos de projeto.	Desenvolvimento de soluções abrangentes a ser implantadas em diversos tipos de construção.
Organização do processo construtivo.	Utilização de produtos que ajudam a preservar o ambiente. Desenvolvimento de metodologias de avaliação ambiental.
Captação de recursos humanos e melhoria na segurança do trabalho.	Atendimento a normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que trazem informações importantes sobre arquitetura bioclimática. Difusão de conhecimentos entre os profissionais da construção civil.

Quadro 4 - Agenda 21 para o Brasil.

Fonte: Jonh, Silva e Agopyan (2001).

Nota: Dados adaptados pela autora.

No Quadro 5 foram relacionados à cronologia outros eventos importantes sobre a sustentabilidade.

Data/Local/Fonte	Evento/ Organização	Atuação e Resoluções
1953 - Rotterdam Lamberts, Ghisi e Papst (2005).	Criação do CIB.	Melhorias do ponto de vista ambiental de produtos e edifícios; consumo de recursos; impactos da construção no desenvolvimento urbano; cargas no meio ambiente; questões sociais, culturais e econômicas.
1972 - Estocolmo Silva (2003).	Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano	As questões ambientais passaram a ser consideradas um problema econômico e político em nível internacional. Foi criada pela primeira vez a definição de sustentabilidade: “Desenvolvimento econômico e social que atenda as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (BRUNTLAND, 1987).
1992 - Rio de Janeiro, Brasil Agenda 21 (2002).	Eco-92 - Agenda 21 da ONU - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento	Foram firmados os compromissos de duas convenções, uma sobre mudança do clima e outra sobre biodiversidade: a Agenda 21 e a Declaração do Rio.
1996 - Istambul, Turquia Agenda 21 (2002).	Agenda Habitat.	Os países participantes comprometeram-se a implantar, monitorar e avaliar os resultados do seu Plano Global de Ação. Também foi redigida e aprovada a Declaração de Istambul. Depois de cinco anos, foi aprovada pelos países representados a Declaração do Milênio para os Assentamentos Humanos.
1997 - Rio de Janeiro, Brasil Agenda 21 (2002).	Carta da Terra.	Destaca valores que servem como código ético planetário no que diz respeito à sustentabilidade, tais como o respeito ao planeta Terra e à sua existência; a proteção e restauração da diversidade, da beleza e da integridade do ecossistema; a sustentabilidade da produção, do consumo e da reprodução; o respeito aos direitos humanos, incluindo o direito ao meio ambiente; a erradicação da pobreza; a paz; a distribuição equilibrada dos recursos da Terra; a participação democrática; a igualdade de gênero; a responsabilidade e transparência nos processos administrativos; a promoção e aplicação dos conhecimentos tecnológicos; a educação universal para uma vida sustentada; e a responsabilidade compartilhada pelo bem-estar das comunidades hoje e no futuro.
1997 - Kioto, Japão Agenda 21 (2002).	Conferência sobre Mudanças Climáticas	Foi assinado o Protocolo de Kioto, documento no qual foi firmado o compromisso mundial adotado por 172 nações para redução dos gases poluentes na atmosfera, responsáveis pelo efeito estufa.

(continua)

Data/Local/Fonte	Evento/ Organização	Atuação e Resoluções
1999 - Agenda 21 (2002).	CIB para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento.	Reafirma os compromissos do Protocolo de Kioto, ou Carta da Terra.
2001 - Agenda 21 (2002).	Agenda 21 do CIB/UNEP.	Propõe melhorias na elaboração de projetos e na conscientização cultural da população para a redução do uso de recursos naturais. Tem como objetivos: identificar os desafios-chave em países em desenvolvimento; identificar as maiores barreiras; orientar investimentos internacionais em países em desenvolvimento; estimular a discussão sobre a construção sustentável.
2007 - São Paulo Agenda 21 (2002).	Conselho da Construção Sustentável.	Tem o objetivo de induzir o setor da construção a utilizar práticas mais sustentáveis, que venham melhorar a qualidade de vida dos usuários, dos trabalhadores e do ambiente que cerca as edificações.

(conclusão)

Quadro 5 - Alguns eventos importantes relacionados à construção sustentável.

Com edifícios mais sustentáveis, a economia na construção pode ocorrer em longo prazo, ou seja, com o planejamento de construções mais duráveis, flexíveis, que proporcionem maior conforto térmico aos usuários, mais responsáveis com relação à saúde dos seus ocupantes e da natureza. Para que as mudanças sejam efetivas, elas devem ser motivadas por todos os setores: públicos, privados e pelo consumidor final (ROAF; FUENTES; THOMAS, 2006).

Com vistas a auxiliar no direcionamento e estudos sobre sustentabilidade, surgiu uma série de métodos de avaliação e certificação ambiental em todo o mundo. Entre os mais importantes estão o *Building Environmental Performance Assessment Criteria* (BEPAC) (Canadá), o *Building Research Establishment* (BRE) (Reino Unido), o *Certification Habitat & Environmental* (França), o *Green Building Challenge* (GBC) (Internacional), o *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) (Japão), o *Green Star* (Austrália), o LEED (USA), e o *Green Building Challenge Process* (GBtool) (Internacional). Vale destacar também a iniciativa recente de criação de métodos brasileiros de avaliação, a citar: o Alta Qualidade Ambiental (AQUA), o PROCEL Edifica, o LEED GBC do Brasil e o método

Avaliação de Sustentabilidade (ASUS). Os dois últimos estão em fase final de desenvolvimento.

2.2 PROJETO ARQUITETÔNICO SUSTENTÁVEL

A arquitetura pode ser chamada de sustentável quando reúne uma série de características e atribuições que venham contribuir quantitativamente e qualitativamente para que a agressão ao meio ambiente seja amenizada.

A sustentabilidade pode ser vista como o principal argumento para o projeto arquitetônico no século 21, pois, com as evidentes mudanças climáticas e outros fatores, tais como enchentes e terremotos, torna-se clara sua importância para o público em geral.

Segundo Edwards (2004), são três os vetores que impulsionam a sustentabilidade: o manejo ecológico como um método; a ampliação dos conceitos sustentáveis, muito além da economia energética; e a interação entre os seres humanos, o espaço e a tecnologia, para criar um novo modelo sustentável.

Um exemplo de manejo ecológico eficiente relacionado à construção diz respeito à produção de madeira de reflorestamento. Para ser certificada como tal, a madeira tem que ser extraída da natureza através de técnicas de seleção e extração rigorosas. Primeiramente o local a ser explorado é levantado e loteado em trechos. Depois, são estudadas e catalogadas a idade e a tipologia das espécies, dentre as quais são selecionadas as mais antigas e com descendentes diversos. Depois é estudada a forma como será feita a derrubada, sem afetar as espécies no entorno, ou seja, define-se para onde elas podem tombar sem causar prejuízos, e como serão deslocadas (através de arraste) até o clarão mais próximo.

Ao aplicar conceitos sustentáveis ao planejamento dos edifícios, devem-se levar em consideração diversos aspectos, com decisões multidisciplinares e complexas. Entre elas pode-se citar:

- a escolha do sítio, levando em conta a infraestrutura existente, as condições naturais favoráveis, o acesso e a demanda socioeconômica;
- a implantação cuidadosa, considerando-se a insolação, a ventilação, a topografia, a proteção contra a erosão, a preservação das espécies vegetais e animais do local e dos corpos d'água;
- a flexibilidade dos espaços, a durabilidade das edificações, já que estas devem adequar-se às mudanças de demandas no decorrer dos anos, pois a reconstrução representa desperdício;
- o uso de tecnologias que garantam a ventilação passiva, o aproveitamento da luz solar, a valorização dos pontos visuais, visando proporcionar maior contato com a natureza e o reaproveitamento de água e materiais;
- a especificação de materiais, considerando-se a energia incorporada, a facilidade de transporte e o uso de materiais reciclados;
- o uso de energias alternativas, para evitar o desperdício de energia elétrica;
- o cuidado com os resíduos provenientes da construção civil e dos usuários dos edifícios.

O uso de uma tecnologia responsável sob o ponto de vista ecológico pode ser considerado o mais importante motor do projeto, pois serve de ligação entre harmonia social e ecológica, transformando os recursos em criações arquitetônicas que respondem funcionalmente e esteticamente às necessidades humanas com respeito ao meio ambiente.

Para flexibilizar e qualificar a nova geração de edifícios deve-se evitar a exclusividade funcional, ou seja, um mesmo edifício deve servir a vários usos; maximizar o acesso ao sol da manhã e a ventilação natural; adotar a simplicidade funcional do projeto, pois edifícios muito complexos resultam em inconvenientes ao

longo do tempo e dificultam a manutenção; considerar a durabilidade; maximizar o acesso à energia renovável e prever a possibilidade de substituir suas partes sem prejuízo para o funcionamento do conjunto.

De acordo com a Agenda 21 (2002), a arquitetura sustentável tem três vertentes: a econômica, que prevê o crescimento e a lucratividade através do uso eficiente de recursos (mão de obra, materiais e energia); a ambiental, que evita os efeitos prejudiciais ao meio ambiente, com o uso cuidadoso dos recursos, minimizando os resíduos e protegendo o meio ambiente; e a social, que responde às necessidades das pessoas envolvidas no processo (usuário, fornecedores, operários e as comunidades locais).

Novas alternativas construtivas demandam uma nova mentalidade por parte dos projetistas e construtores, sendo necessária, assim, uma nova forma de pensar sobre as questões relativas à construção civil, tais como a qualidade, o prazo e o custo dos empreendimentos. No Quadro 6, apresentam-se estratégias para o projeto sustentável segundo Yeang (1999).

Decisões de projeto a tomar	CrITÉRIOS ecolÓgicos a avaliar	Exemplos de estratÉgias de projeto a considerar	Exemplos de aplicaÇÓes e inventos tecnolÓgicos necessÁrios
1) EleiÇÓes de materiais de construÇÓ mais ecolÓgicos.	- esgotamento de recursos energÉticos e materiais; - impactos desse material ou forma de construir utilizando-o no ecossistema; - poluiÇÓ pela fabricaÇÓ desse material na regiÓ; - aÇÓes e atividades envolvidas no aproveitamento desse material e seus respectivos impactos ao ecossistema.	- usar materiais da regiÓ; - projetar visando à reutilizaÇÓ dos espaÇos fÍsicos construÍdos; - projetar visando reutilizar os materiais; - projetar visando possibilitar diversos usos para o mesmo lugar.	- estruturas e sistemas desmontÁveis que permitem um uso posterior; - materiais derivados de recursos renovÁveis; - materiais reciclados; - materiais biodegradÁveis que podem ser assimilados por ecossistemas; - escolha de materiais com baixo consumo energÉtico e baixo poder de contaminaÇÓ.
2) EleiÇÓes de sistemas de serviÇos.	- esgotamento de recursos energÉticos e materiais durante a produÇÓ, construÇÓ, funcionamento e evacuaÇÓ; - descargas de produtos durante o ciclo de vida; - impactos espaciais sobre os ecossistemas do lugar de implantaÇÓ; - impactos ao ecossistema causados por aÇÓes e atividades durante o ciclo de vida.	- usar fontes ecolÓgicas de energias e materiais; - reduzir os nÍveis globais de necessidades dos usuÁrios de conforto e de consumo; - melhorar o uso dos recursos de energia e materiais; - assimilar os produtos menos prejudiciais ao ecossistema; - reciclar.	- uso de recursos energÉticos ecolÓgicos (energia solar e eÓlica); - sistemas tÉcnicos mais eficientes; - projeto de sistemas de circuito fechado baseados em reutilizaÇÓ e reciclagem; - projeto de sistemas que tragam relaÇÓ simbiÓtica com o ecossistema.

(continua)

Decisões de projeto a tomar	Critérios ecológicos a avaliar	Exemplos de estratégias de projeto a considerar	Exemplos de aplicações e inventos tecnológicos necessários
3) Planejamento especial da forma a ser edificada.	- impactos sobre o ecossistema do lugar de implantação; - impactos sobre a reutilização de um edifício até o final da vida útil da edificação; - propriedades ecológicas do ecossistema do lugar onde será implantado o edifício, analisando-se sua capacidade de assimilação de produtos; - impactos durante o ciclo de vida do sistema projetado; - impactos de outras possíveis ações e atividades humanas, urbanizações.	- projetar a implantação com baixo impacto ambiental; - eliminar a agressão do sistema projetado ao sítio a ser utilizado; - integrar o sistema projetado à tipologia paisagística local; - adequar às propriedades do ecossistema; - adequar às características climáticas da implantação, adotando-se uma configuração do baixo consumo energético.	- analisar o ecossistema do lugar antes da eleição da melhor implantação e da construção; - verificar o projeto em relação ao ecossistema.

(conclusão)

Quadro 6: Estratégias para o projeto sustentável.

Fonte: Yeang (1999, p. 167-169, tradução nossa).

2.3 EXEMPLOS DE ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

Serão apresentados a seguir exemplos de edifícios em cuja construção se percebe atenção voltada para questões ecológicas que servem de referência para o ensaio projetual realizado.

2.3.1 Empresa Francesa de Energia

Este edifício comercial destina-se a uma empresa francesa de energia. Foi projetado pelo arquiteto Norman Foster e apresenta as seguintes características sustentáveis (Figuras 1, 2 e 3):

- promove a eficiência energética através de cuidados com o conforto térmico, utilizando brises de madeira que funcionam como prateleiras de luz protegendo as esquadrias, responsáveis por limitar e direcionar a iluminação natural;
- segue um projeto modulado e prático;
- mantém, no interior das paredes de concreto, uma espécie de colchão de ar, sistema que funciona de forma isolante térmica, evitando a entrada de calor nos períodos quentes e a saída nos períodos frios;



Figura 1 - Detalhe do acesso principal da empresa francesa de energia.
Fonte: Alvarenga (2002).

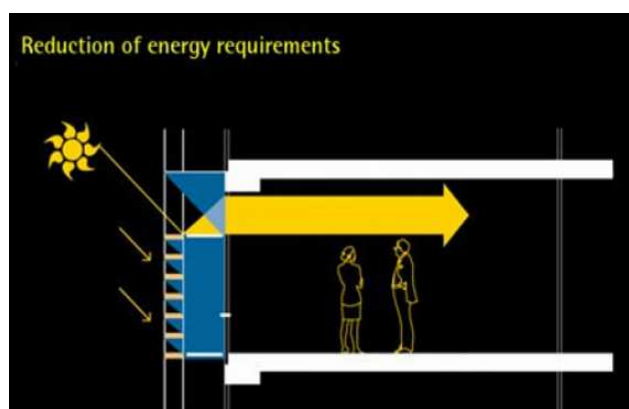


Figura 2 - Fachada frontal com brises da empresa francesa de energia .
Fonte: Alvarenga (2002).



Figura 3 - Fachada posterior da empresa de energia francesa.
Fonte: Alvarenga (2002).

2.3.2 Edifício Eddit Tower

Este edifício foi projetado para a cidade de Singapura pelo arquiteto Ken Yeang e apresenta as seguintes características sustentáveis:

- considera, em sua implantação, a melhor insolação e propõe melhorias em todo o entorno, com o plantio de novas árvores e a criação de espaços de convívio, como praças e jardins (Figura 4);
- apresenta fachadas com painéis fotovoltaicos presos nos vidros dos guarda-corpos das varandas (Figura 5);
- dispõe de amplas varandas com jardins suspensos de tamanho e pé-direito diversos;
- conta com um sistema para captação, tratamento e reaproveitamento de água da chuva.



Figura 4 - Tratamento do entorno do Edifício Eddit Tower – Singapura.

Fonte: Yeang (2007, p. 1).



Figura 5 - Perspectiva do Edifício Eddit Tower – Singapura.

Fonte: Yeang (2007, p. 1).

2.3.3 Empreiterópolis

O edifício, denominado Empreiterópolis, situado na Ilha de Fundão, no Rio de Janeiro, abriga o centro de pesquisa da Petrobras. Entre as características sustentáveis da construção estão:

- respeita a direção dos ventos e a melhor insolação (Figura 6);
- usa ventilação zenital e ventilação cruzada;
- utiliza brises para proteção solar;
- mantém proteção térmica através de telha sanduíche (Figura 7);
- emprega cores claras que refletem melhor a luz do sol;
- dispõe de painéis solares.



Figura 6 - Empreiteirópolis – Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro.

Disponível em: <www.flexeventos.com.br>. Acesso em: 30 out. 2010.

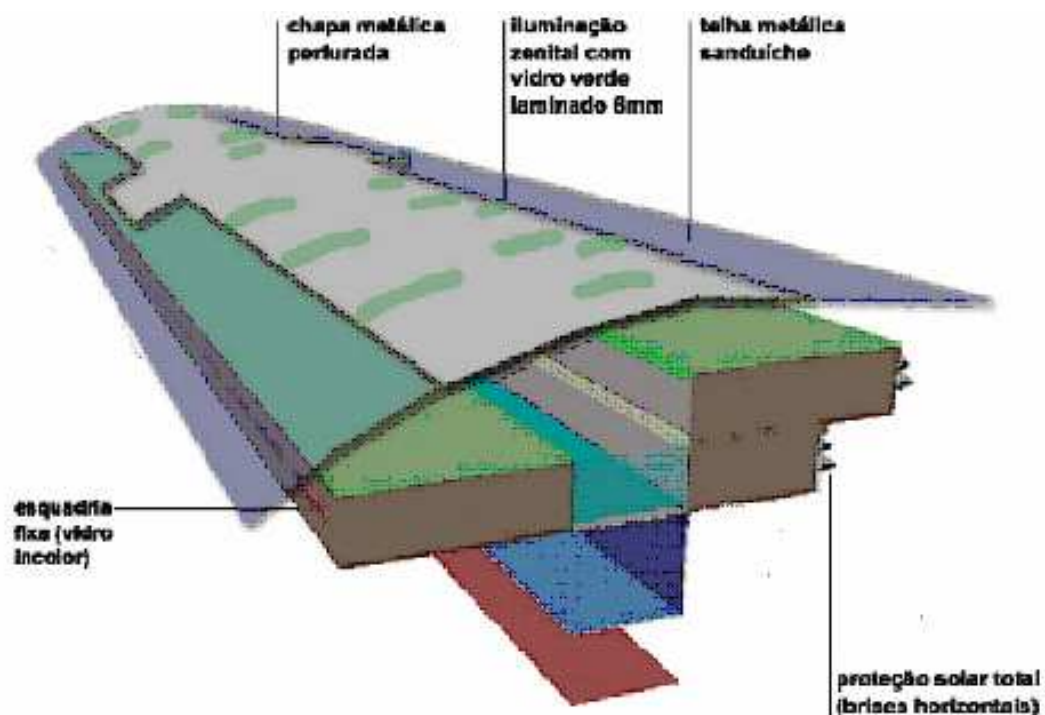


Figura 7 - Telha Sanduíche do Empreiteirópolis – Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro.

Disponível em: <www.flexeventos.com.br>. Acesso em: 30 out. 2010.

2.3.4 Núcleo Integrado para a Inovação da Edificação

No final de 1997, foi firmado um convênio entre o Núcleo Integrado para a Inovação da Edificação/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NORIE/UFRGS), coordenado pelo professor Aloísio Miguel Sattler, e a Prefeitura Municipal de Alvorada para estudos sobre arquitetura ecológica na construção de moradias populares. Com o patrocínio do Centro Internacional de Investimento para o Desenvolvimento (IDRC), organismo não governamental do Canadá, foi construído o protótipo apresentado na Figura 8, que consolidou as primeiras idéias levantadas no concurso público internacional de projetos (SATTLER, 2004).

Entre as características sustentáveis desse protótipo pode-se citar:

- respeito ao direcionamento dos ventos e à insolação;
- reaproveitamento de água da chuva;
- uso de painéis solares;
- aproveitamento de ventilação cruzada;
- uso de pérgulas para proteção solar.



Figura 8 - Imagem do protótipo de residência sustentável para Alvorada.
Fonte: Sattler (2007).

CAPITULO 3

A detailed architectural line drawing of a building's structural framework. The drawing shows a multi-story structure with a complex roofline, including a gabled section. The entire building is encased in a dense network of lines representing scaffolding or formwork. The drawing is executed in a sketchy, hand-drawn style with varying line weights. The text is overlaid on the central part of the drawing.

Sistemas de Certificação de Desempenho Ambiental

3 Sistemas de Certificação de Desempenho Ambiental

Com a crise do petróleo na década de 1970, tornou-se necessário o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à eficiência energética dos edifícios. A partir da década de 1990, foram desenvolvidas, no Canadá e nos Estados Unidos da América (EUA), as primeiras metodologias relacionadas à avaliação ambiental dos edifícios.

Os sistemas de certificação têm por finalidade avaliar e analisar o nível de desempenho de uma edificação quanto à sustentabilidade e integração com o meio ambiente. De acordo com Vasco (2007), a metodologia utilizada pela maior parte dos sistemas de avaliação e certificação diz respeito à aplicação de créditos de pontuação, conforme parâmetros predefinidos. Esses métodos são destinados a dois principais sistemas:

- o primeiro, orientado para o mercado, para obras públicas ou privadas, visa ao reconhecimento e à divulgação de novas tecnologias construtivas em benefício do meio ambiente, sendo BREEAM e LEED os principais;
- o segundo, orientado para a pesquisa fundamentada cientificamente, destina-se ao aprimoramento ou desenvolvimento de novos métodos, sendo BEPAC e GBC os mais conhecidos.

A seguir, o Quadro 7 apresenta os principais métodos de avaliação de desempenho e seus respectivos países:

País	Sistema	Comentários
Canadá	BEPAC	Inspirado no BREEAM e destinado a edifícios comerciais novos ou já existentes. O sistema é orientado a incentivos e distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício base e para as formas de ocupação que ele abriga.
Reino Unido	BREEAM/BRE	Foi o primeiro e é ainda um dos mais conhecidos. Atribui certificação de desempenho direcionada para o <i>marketing</i> dos edifícios, projetistas e empreendedores. Pontua através de uma checklist, pela qual são atribuídos créditos ambientais. Atendida a quantidade mínima de créditos, o edifício pode ser classificado em dois tipos. Inclui aspectos de gestão ambiental. Suas categorias são: gestão, uso racional da água, eficiência energética, saúde e bem-estar, transporte, uso de materiais e uso do solo.
	BRE <i>EcoHomes</i>	Base em critérios e <i>benchmarks</i> . Estrutura de categorias do BREEAM <i>for Offices</i> e conceito de avaliação de edifício-base, projeto e aquisição, gestão e operação. Os créditos são ponderados para gerar um índice global de desempenho ambiental.
	<i>Post-occupancy Review of Building Engineering</i> (PROBE)	Projeto de pesquisa para melhorar a retroalimentação de desperdícios em edifícios, através da pós-ocupação e de avaliação quanto à energia (COHEN et al., 2001).
França	<i>Certification Habitat & Environnement</i>	Sistema desenvolvido especificamente para a certificação de edifícios habitacionais novos, coletivos e multifamiliares. O resultado apresenta-se sob a forma de um perfil de desempenho mínimo, considerando-se sete temas.
Internacional	GBC/GBTool	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos. Ponderação ajustável ao contexto de avaliação. Procura estimar o custo envolvido na obtenção de um determinado nível de desempenho ambiental.

(continua)

País	Sistema	Comentários
Japão	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i> (CASBEE)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. Inspirada no <i>GBTool</i> , a ferramenta de projeto trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício (BEE) e aplica ponderação fixa e em todos os níveis.
Austrália	Green Star	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , que pretende abranger várias tipologias de edifícios. Apenas a versão para escritórios está implementada.
Áustria	<i>National Building Environment Rating Scheme</i> (NABERS)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> para residências a fim de estimular renovações abrangentes (GEISSLER, 2002).
EUA	LEED	Inspirado no BREEAM. Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) e versões para outras tipologias estão em estágio piloto. Na versão para edifícios existentes, a linguagem ou as normas de referência foram modificadas para refletir a etapa de operação do edifício.
	<i>Minnesota Sustainable Design Guide</i> (MSDG)	Sistema com base em critérios quanto ao emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável. Ferramenta de auxílio ao projeto (CARMODY et al., 2000).
Filândia	<i>Promise Environmental Classification System for Buildings</i>	Sistema com base em critérios baseados em quatro categorias: saúde humana, recursos naturais, consequências ecológicas e gestão de risco (AHO, 2002).
Noruega	Ecoprofile	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Existe em duas versões: edifícios comerciais e edifícios residenciais (PETTERSEN, 2002).
Suécia	<i>Ecoeffect Environmental</i>	Método de Análise de Ciclo de Vida (ACV) para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia o uso de energia, o uso de materiais, o ambiente interno, o ambiente externo e os custos ao longo do ciclo de vida (GLAUMAN, 1999).
Dinamarca	<i>Building Environmental Assessment Toll</i> (BEAT) 2002	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Apresenta-se em duas versões: edifícios comerciais e edifícios residenciais (PETTERSON, 2002).

(conclusão)

Quadro 7 - Sistemas de avaliação e certificação mais conhecidos.

Fonte: Vasco (2007).

Nota: Dados adaptados pela autora.

A seguir apresenta-se uma abordagem de maneira a fornecer um panorama geral da análise do ciclo de vida e dos métodos de avaliação de desempenho ambiental propostos para a realidade brasileira: o AQUA, o PROCEL Edifica, o ASUS. Por fim será apresentada uma descrição do LEED, para o qual já existem estudos relativos à sua utilização no Brasil. Por já ser um sistema consolidado, foi escolhido para ser usado no desenvolvimento do projeto. No final do capítulo, apresentam-se alguns exemplos de edifícios certificados pelo LEED no Brasil.

3.1 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia que veio servir de base para o desenvolvimento da maioria dos estudos na área de Avaliação e Certificação. Foi desenvolvida para avaliar o impacto ambiental em todas as etapas da vida útil de uma edificação: produção, extração, transporte, processamento, fabricação de componentes, montagem, uso, demolição e disposição final, conforme ilustrado na Figura 9. Assim, podem-se realizar análises comparativas entre materiais, processos e sistemas construtivos (SILVA; SILVA, 2001).



Figura 9 - Fluxograma mostrando o ciclo de vida das edificações.
Fonte: Casado (2010).

Os métodos de certificação e avaliação ambiental têm sido derivados principalmente de procedimentos de avaliação de impactos ambientais de processos e produtos industrializados. A metodologia mais difundida internacionalmente para essa finalidade é a ACV (*Life Ciclo Analysis – LCA*), definida pela *Society for Enviromental Toxicology and Chemistry* (SETAC) em 1991. Pode-se descrever a ACV como um “processo para avaliar as implicações ambientais de produto, processo ou atividade...”.

A ACV parte do ponto de vista de que, em todos os estágios de vida das edificações (projeto, produção, uso e demolição), são gerados impactos ambientais que devem ser analisados.

Segundo Guinée; Haes; Huppes (1993), a ACV pode ser aplicada em uma tecnologia, processo ou produto da seguinte forma: avaliação e adequação ambiental, identificação de possibilidades de melhorias e difusão de informações para o consumidor e para o meio técnico e científico.

Pode-se descrever a metodologia do ciclo de vida em cinco estágios:

- **Planejamento:** indicação dos objetivos; definição do produto e suas alternativas de produção; escolha de limites do sistema; escolha de parâmetros ambientais; escolha de métodos de avaliação, determinação de estratégia para o levantamento de dados.
- **Seleção:** execução preliminar da ACV e ajustes diversos.
- **Tratamento de dados:** medidas, entrevistas, cálculos teóricos, bases de dados e qualificação.
- **Interpretação:** classificação da tabela em categorias dos impactos e caracterização segundo categorias impactantes.
- **Avaliação de melhorias:** análise de sustentabilidade, prioridades de melhorias de avaliação da praticidade.

Com relação à dimensão ambiental, os três itens mais importantes a serem considerados são: a água, a energia e a seleção de materiais, sempre se levando em consideração os aspectos sociais e econômicos.

Com relação à dimensão social, consideram-se importantes: a formalidade no emprego, a segurança de trabalho, a supressão da discriminação por sexo ou raça, a comparação da remuneração com a de outras atividades econômicas, a adaptação das edificações para excepcionais e idosos e a participação da vizinhança.

De acordo com a dimensão econômica, deve-se avaliar a compatibilização com as demandas e o entorno; a economia de recursos; a proposta de novos modelos de financiamento; o impacto regional; a viabilidade econômica proposta. No Quadro 8, verificam-se os princípios ambientais com relação às etapas do ciclo de vida das edificações.

Etapas	Princípios
Extração, Manufatura e Projeto	- reduzir a quantidade de recursos naturais utilizada; - explorar os recursos renováveis; - explorar os recursos não renováveis, priorizando os que têm maior reserva natural; - estimular a incorporação de resíduos em novos materiais; - priorizar no projeto o uso de materiais de construção com menor quantidade de energia incorporada (materiais que necessitam de menos energia para ser extraídos e produzidos); - priorizar no projeto o uso de materiais que poluem menos a atmosfera; - priorizar no projeto o uso de materiais de construção menos poluidores das águas.
Transportes	- reduzir o transporte de materiais de construção mediante o uso de materiais locais.
Utilização	- reduzir o transporte de materiais de construção com emissão de menos compostos orgânicos voláteis; - utilizar materiais com percentual mínimo de formol; - utilizar materiais com o mínimo de desperdício nas obras; - utilizar materiais com elevada durabilidade, exigindo pouca manutenção; - utilizar materiais que proporcionem menores gastos energéticos durante o uso.
Disposição Final	- reduzir a quantidade de entulho gerado; - incentivar a reciclagem de materiais; - incentivar a reutilização de materiais e componentes de edificações.

Quadro 8 - Princípios ambientais em cada etapa do ciclo de vida.

Fonte: Sperb, Sattler e Sperb (2001).

Nota: Dados adaptados pela autora.

3.2 ALTA QUALIDADE AMBIENTAL (AQUA)

Lançado em abril de 2008, o sistema de certificação AQUA é o pioneiro do País, em termos de adaptação à realidade nacional. Sua base conceitual originou-se do francês *Haute Qualité Environnementale* (HQE), num convênio de cooperação entre a certificadora francesa *Certivéa* e a Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV, 2007), mantida e gerida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O sistema avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção com base em quatorze categorias, reunidas em quatro grandes temas, conforme se apresenta no Quadro 9.

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

Quadro 9 - Temas e categorias abordados pelo sistema AQUA.
Fonte: FCAV (2007).

Cada categoria é, ainda, dividida em subcategorias, as quais são avaliadas a partir de critérios definidos, sem distinção de peso. O avanço dessa ferramenta em relação a outras é que considera níveis de atendimento aos critérios, avaliando-os em Bom (B), Superior (S) ou Excelente (E). Tal método classificatório passa a ser chamado daqui em diante de sistema BSE.

O desempenho das categorias é obtido com base em quadros que acompanham a descrição de cada uma delas. Neles são apresentadas as diversas combinações

possíveis de resultados nas subcategorias que levam à classificação da categoria nos níveis B, S ou E, conforme exemplificado na Figura 10.

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

Figura 10 - Combinação para obter os desempenhos BSE na categoria 1 da ferramenta AQUA.
Fonte: FCAV (2007, p. 44).

Alguns critérios não apresentam níveis de desempenho, sendo avaliados, como no LEED, em “atende” ou “não atende”. Para esses critérios, quadros de combinações, como o apresentado Figura 11, filtram o resultado para o sistema BSE adotado no restante da ferramenta, considerada como uma maneira eficaz de avaliar situações diversas, obtendo, no final, resultados passíveis de comparação.

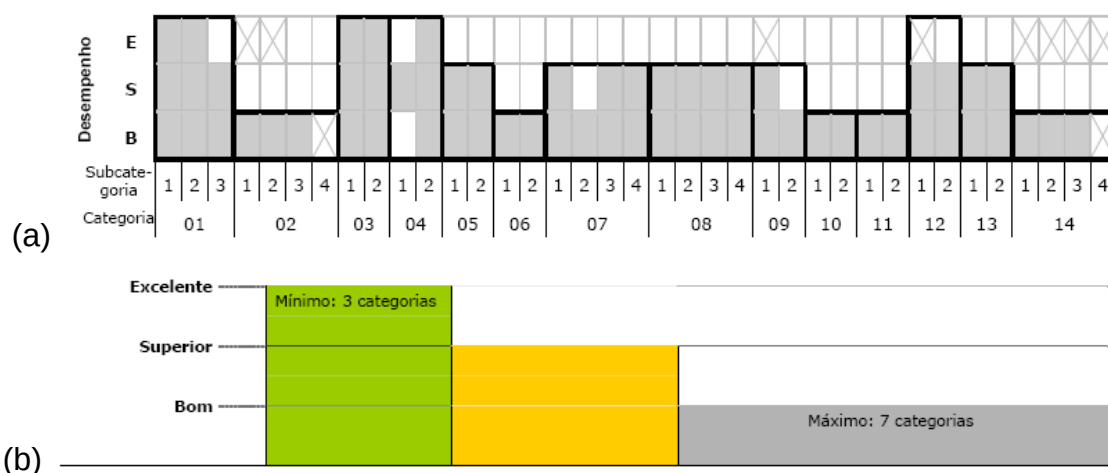
Desempenho da subcategoria										
SUBCATEGORIA 1.3	PREOCUPAÇÕES									
	1.3.1		1.3.2		1.3.3		1.3.4		1.3.5	
	Atende	NA	Atende	NA	Atende	NA	Atende	NA	Atende	NA
B	3 das 5 atendidas*									
S	4 das 5 atendidas*									
E										

NA=Não Atende
* Justificar as escolhas das preocupações em coerência com o contexto do empreendimento (sobretudo A.1 Análise do local do empreendimento)

Figura 11 - Transposição do modelo "atende" ou "não atende" para o modelo BSE.
Fonte: FCAV, (2007, p. 51).

O resultado final é apresentado na forma de um gráfico, chamado perfil Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), conforme a Figura 12 (a), que identifica o desempenho em cada categoria e subcategoria a ela associada. Classifica-se então o edifício como um todo, nesses três níveis de desempenho, conforme demonstra a Figura 12

(b). É importante ressaltar que, como o próprio nome diz, o AQUA tem seu foco nas questões ambientais, não podendo ser considerado, portanto, um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios (SOU SA, 2009).



3.3 PROCEL EDIFICA

Elaborado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), da Universidade Federal de Santa Catarina, o PROCEL Edifica surgiu a partir de um convênio firmado entre tal Laboratório e a ELETROBRAS. É de caráter voluntário para edificações novas e já existentes, mas já se pretende torná-lo obrigatório para novas edificações a partir de 2013 (LAMBERTS et al., 2008).

A etiquetagem avalia o desempenho do edifício em três quesitos (envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar), todos no âmbito da eficiência energética. O selo pode ser concedido para cada um dos quesitos separadamente, ou para a edificação como um todo. Neste último caso, o equivalente numérico do nível de eficiência é obtido a partir da Equação 1. O desempenho então é classificado em cinco níveis, conforme aponta a Tabela 1.

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left[\left(1 - \frac{AC}{AU} \right) 5 \right] \right\} + 0,30 \cdot (EqNumDPI) + 0,40 \cdot \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left[\left(1 - \frac{AC}{AU} \right) 5 \right] \right\}$$

Equação 1.

Fonte: LAMBERTS et al. (2008, p. 18).

Onde,

EqNumEnv é o equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI é o equivalente numérico do sistema de iluminação;

EqNumCA é o equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

AC é a área de piso dos ambientes condicionados;

AU é a área útil.

Pontuação	Classificação
≥ 4,5 a 5	A
≥ 3,5 < 4,5	B
≥ 2,5 < 3,5	C
≥ 1,5 < 2,5	D
< 1,5	E

Tabela 1 - Classificação final dos edifícios pelo PROCEL Edifica.

Fonte: LAMBERTS et al. (2008).

Assim como o AQUA se preocupa apenas com a questão ambiental, o PROCEL Edifica é um programa que busca exclusivamente a etiquetagem de edifícios quanto à eficiência energética. Não se trata, portanto, de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade. Porém, seu estudo se faz importante na perspectiva de que sua prática terá caráter obrigatório, e sua pontuação e/ou classificação pode vir a ser usada como um critério avaliativo num futuro sistema de certificação de sustentabilidade de edifícios brasileiros.

3.4 FERRAMENTA ASUS

A ferramenta ASUS, atualmente na versão Zero/*SBTool*, teve sua base desenvolvida na dissertação de mestrado de Sousa (2009). Seus parâmetros e métodos avaliativos vêm sendo estruturados por uma equipe de pesquisa vinculada ao Laboratório de Planejamento e Projetos da UFES, com recursos oriundos do Fundo de Apoio à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES). Tem como base conceitual a ferramenta *SBTool*, e seu nome deriva da expressão Avaliação de Sustentabilidade. A ASUS constitui-se como uma planilha única, cujo modelo está apresentado na Figura 13.

FERRAMENTA ASUS - VERSÃO ZERO/ <i>SBTool</i>						
DADOS INICIAIS						
Nome do empreendimento: TCU-ES			Local: Enseada do Suá, Vitória-ES			
Tipo de uso: Escritórios			Área do terreno: 5160 m ²			
População: 34			Área construída total: 1023 m ²			
Consumo anual de energia: 83203 kWh			Área construída útil (área de piso): 991 m ²			
Consumo anual de água: 1074 m ³			Área de projeção: 906 m ²			
Dias úteis no ano: 250			Área verde: 2977 m ²			
TEMAS DE AVALIAÇÃO						PESOS
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO						10%
B. CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS						20%
C. CARGAS AMBIENTAIS						25%
D. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO						20%
E. QUALIDADE DOS SERVIÇOS						15%
F. ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS						7%
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS						3%
-1 Prática negativa	0 Desempenho mínimo	+3 Desempenho bom	+5 Prática de excelência	PESO (%)	NOTA	OBSERVAÇÕES Anotações/Justificativas
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO						10%
A1. SELEÇÃO DO SÍTIO						30%
A1.1. Valor ecológico do local antes da implantação do empreendimento						
Fauna e flora existente no sítio – quanto mais rica menos desejável é a intervenção (<i>SBTool</i> , 2007).				12,5	0	
A1.2. Valor agrícola da terra antes da implantação do empreendimento						
Valor agrícola do sítio – quanto maior menos desejável é a intervenção (<i>SBTool</i> , 2007).				12,5	5	Trata-se de região urbana, não havendo prática ou valor agrícola.
A1.3. Vulnerabilidade do solo à inundação						
Conhecimento de ocorrências registradas durante os últimos 10 anos (tempo mínimo para série histórica climática), dados pluviométricos, condições de drenagem e infiltração do solo (<i>SBTool</i> , 2007; ECAV, 2007).				12,5	5	Nenhuma ocorrência registrada nos últimos 10 anos e a taxa de permeabilidade do terreno é bem superior ao mínimo estipulado.
A1.4. Potencial de contaminação de corpos de água próximos						
Probabilidade de contaminação de corpos de água (consideração de fatores como proximidade - até 75m, segundo <i>SBTool</i> - facilidade de percolação pelo tipo de solo, tipo de efluente gerado, ou outros).				12,5	3	A distância entre o limite do terreno até a baía é de, aproximadamente, 90m e os efluentes, no caso de eventual vazamento, não são considerados de contaminação significativa.
A1.5. Estado de contaminação do solo antes da implantação do empreendimento						
Contaminação do sítio – é desejável o aproveitamento de solos contaminados (que não possuem mais valor ecológico) para intervenções (<i>SBTool</i> , 2007).						Requer melhor definição do parâmetro.

Figura 13 - Trecho da planilha da ferramenta ASUS.

Fonte: Sousa (2009, p. 127-128).

No início da planilha são fornecidos alguns dados do empreendimento avaliado, como localização, áreas, população e consumos anuais de água e energia. Em seguida são listados os temas de avaliação e seus respectivos pesos.

O corpo da planilha é dividido em quatro colunas. A primeira enuncia os temas com suas categorias e critérios correspondentes. Os respectivos pesos aparecem na segunda coluna. Por ser uma ferramenta em versão Zero, alguns critérios ainda não trazem marcas de referência estruturadas, como, no caso do trecho exemplificado na Figura 13, o item A1. 5. Seu peso é, então, estabelecido como zero, mas sua presença se faz necessária como indicativo da importância de novas pesquisas na área.

As terceira e quarta colunas apresentam, respectivamente, a nota alcançada no critério, numa escala de -1 a +5, e os comentários sobre essa escala. Uma inovação da ferramenta ASUS é a pontuação negativa dada aos critérios em que faltam informações do empreendedor. Pontua-se no valor -0,5, considerando-se a falta de dados quase tão grave como o não cumprimento das exigências mínimas.

Os resultados são obtidos a partir das médias ponderadas entre os pesos atribuídos e os níveis de desempenho obtidos em cada critério. Com a finalização da ponderação, obtém-se uma nota final. O desempenho do edifício é classificado numa escala de cinco níveis, partindo do desempenho negativo até à prática de Excelência. A ferramenta produz um referencial gráfico do desempenho por tema (Figura 14) e um resultado numérico (Figura 15).

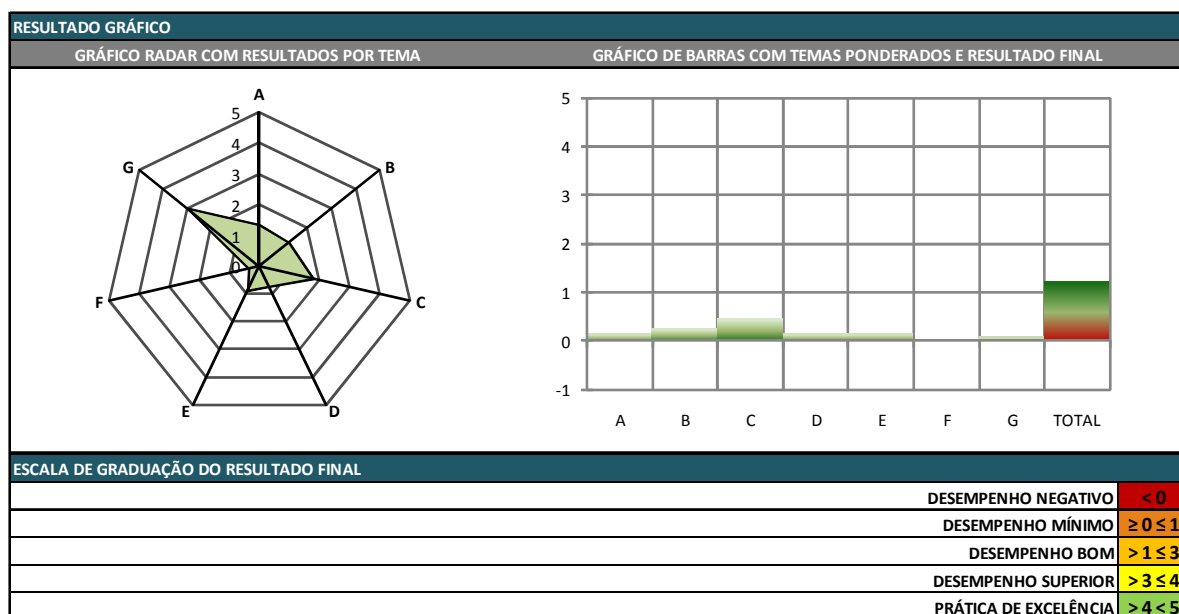


Figura 14 - Trecho da planilha da ferramenta ASUS mostrando o resultado gráfico final e a escala de classificação.

Fonte: Sousa (2009, p. 155).

G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS				3%
G1. CULTURA E HERANÇA				100%
<i>G1.1. Relação do projeto com a paisagem urbana existente</i>				
Compatibilidade da maior parte das características arquitetônicas do projeto, como altura, volume, afastamentos da rua, tamanho das janelas, cores ou tipo de material, com os edifícios adjacentes – considerando (0) uma compatibilidade mínima (SBTool, 2007).	33	3	Apesar de ter características bastante peculiares, em geral o edifício (altura, volume, implantação) é compatível com o entorno.	
<i>G1.2. Compatibilidade do projeto urbano com os valores culturais locais</i>				
Compatibilidade das características arquitetônicas do projeto com os valores culturais existentes relativos ao desenho urbano e arquitetura, incluindo aspectos funcionais e estéticos – considerando (0) uma compatibilidade mínima (SBTool, 2007).	33	3	Apesar de ter características bastante peculiares, em geral o edifício é compatível com o desenho urbano do entorno.	
<i>G1.3. Manutenção do valor "hereditário" das instalações existentes</i>				
Não degradação significativa do caráter hereditário do edifício e de seus sub-sistemas, pelo modo de operação do edifício – considerando (0) a manutenção durante um período mínimo de 10 anos (SBTool, 2007).	34	3	O edifício, construído há 10 anos, permanece operando adequadamente.	
TOTAL G1	3		TOTAL G1 PONDERADO	3,000
TOTAL G	3		TOTAL G PONDERADO	0,090
RESULTADO FINAL				1,217
QUADRO RESUMO DA AVALIAÇÃO				
TEMAS DE AVALIAÇÃO	PESOS	NOTA	NOTA PONDERADA	TOTAL
A. SELEÇÃO DO SÍTIO, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO	10%	1,34	0,13	1,217
B. CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS	20%	1,23	0,25	
C. CARGAS AMBIENTAIS	25%	1,79	0,45	
D. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO	20%	0,72	0,14	
E. QUALIDADE DOS SERVIÇOS	15%	0,87	0,13	
F. ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS	7%	0,35	0,02	
G. ASPECTOS CULTURAIS E PERCEPTIVOS	3%	3,00	0,09	

Figura 15 - Trecho da planilha da ferramenta ASUS mostrando o resultado numérico final.

Fonte: Sousa (2008, p. 153-154).

3.5 LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED™)

Desenvolvido pelo USGBC, o LEED teve sua versão-piloto lançada em 1998. Segundo o USGBC (2009a), foi desenvolvido para propiciar resultados positivos ao meio ambiente e à saúde do ocupante e para possibilitar o retorno financeiro. Sua principal finalidade é fornecer um critério de medição, prevenir falsas ou exageradas pretensões e títulos e promover o edifício como um todo, integrando os processos do projeto.

Tem como finalidade certificar e ratificar a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental das construções que levam o meio ambiente em consideração. Foi criado para definir práticas de construção e planejamento urbano. Sua primeira versão foi lançada em janeiro de 1999. Com a utilização do LEED, os projetos promovem a redução da poluição, economizam energia e água e utilizam materiais menos agressivos à natureza.

O sistema apresenta-se na forma de lista de verificação (*checklist*), definindo pré-requisitos e atribuindo créditos ao atendimento de critérios preestabelecidos. A maior parte das referências é extraída de normas e recomendações de órgãos de credibilidade já reconhecida, como a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* (ASHRAE).

Para ser certificado, o empreendimento precisa observar os pré-requisitos que são as exigências mínimas a serem cumpridas pelo projeto ou pelo edifício, a fim de que tenha direito a acumulação de pontos para a certificação. Os créditos são pontuados conforme a categoria a ser atendida. As principais dimensões avaliadas são a localização, o uso racional da água, a eficiência energética, a qualidade ambiental do ar, os materiais e recursos, a inovação e os processos de projeto e, no Brasil, os aspectos regionais (CASADO, 2010).

Dependendo do número de créditos obtido na pontuação final, são concedidos diferentes níveis de certificação, conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de Classificação do sistema LEEDtm NC, versão 2.2.

Nível de Classificação	Pontuação mínima (máx. 69)
Certificado	26
Prata	33
Ouro	39
Platina	52

Fonte: USGBC (2009a).

De acordo com Silva (2003), a maior crítica ao método está relacionada à ausência de ponderação entre os critérios (o resultado é simplesmente a soma dos créditos) e de uma diferenciação por níveis de cumprimento dos quesitos (a pontuação é creditada, ou não, num sistema simples de “atende” ou “não atende”).

Segundo Scheuer e Keoleian (2002, apud SOUSA, 2009), este sistema tornou-se um sucesso como instrumento de *marketing* para edifícios ambientalmente sustentáveis. Tal popularidade levou à expansão do método, antes utilizado apenas para edifícios comerciais, sendo desenvolvidas versões específicas para diferentes realidades, como, por exemplo, o LEEDtm NC (*LEED for New Constructions*), ou o LEEDtm ED (*LEED for Existing Buildings*), com *checklists* contendo critérios específicos.

No Quadro 10, apresenta-se a evolução do LEED NC, com suas diferentes versões:

DATA	VERSÃO DO LEED	DISCRIMINAÇÃO
1998	LEED NC, versão 1.0	LEED <i>New Constuction</i> , versão 1.0 (para edifícios novos).
2000	LEED NC, versão 2.0	LEED <i>New Constuction</i> , versão 2.0 (para edifícios novos).
2002	LEED NC, versão 2.1	LEED <i>New Constuction</i> , versão 2.1 (para edifícios novos).
2004	LEED EB	LEED <i>Existing Buildings</i> (edifícios já existentes).
2004	LEED CI	LEED <i>Comercial Interior</i> (para interiores comerciais).
2004	LEED CS	LEED <i>Core & Shell</i> (para ensaios projetuais de núcleo e casca de edifícios de escritórios).
2004	LEED H	LEED <i>Homes</i> (para residências).
2004	LEED ND	LEED <i>Neighborhood Development</i> (projeto piloto para condomínios e loteamentos).
2004	LEED <i>Schools</i>	LEED <i>Schools</i> (para edifícios escolares).
2005	LEED NC, versão 2.2	LEED <i>New Constuction</i> , versão 2.2 (para edifícios novos).
2009	LEED <i>Retail</i>	LEED <i>Retail</i> (para manutenção de edificações existentes).
2009	LEED <i>Healthcare</i>	LEED <i>Healthcare</i> (para saúde).

QUADRO 10 - Evolução das versões do LEED.

Fonte: Hernandes e Duarte (2007); USGBC (2009a).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Para este estudo será utilizado o LEED NC, versão 2.2 A tabela com todos os itens considerados consta no Anexo A.

Segundo Hernandes e Duarte (2007), o método de avaliação e certificação mais difundido no País é o LEED, pois alcançou reconhecimento ao ser escolhido por diversas instituições governamentais na escala federal, estadual e municipal.

Fundado em 2007, o Green Building Council do Brasil (GBCB) tem por objetivo implantar o LEED neste País. A adaptação do sistema para o Brasil teve seu trabalho iniciado em janeiro de 2008, com a participação ativa de aproximadamente

78 profissionais, entre eles professores acadêmicos, projetistas, arquitetos, engenheiros, biólogos, médicos e consultores.

Entre os edifícios onde o LEED foi aplicado, ou que estão em certificação no Brasil, pode-se citar o edifício comercial Rochavera, em São Paulo; o Ventura Corporate, no Rio de Janeiro; a sede do CENPES II, no Rio de Janeiro; a sede da Petrobras, em Vitória; o edifício comercial Primavera Green Office, em Florianópolis; a sede do Ceasa, em São Paulo; o edifício Eldorado Business Center, em São Paulo (SILVA, 2003).

Entre as vantagens apontadas por Hernandes e Duarte (2007) para a implantação do LEED no Brasil, está seu efeito catalisador, que contribui para divulgar os conceitos sustentáveis entre profissionais, órgãos governamentais, setores militares, agentes privados, agentes de pesquisa e universidades e instituições públicas. O Quadro 11 apresenta a relação dos edifícios que já foram certificados no Brasil até 2009.

Nome do Edifício	Cidade	Versão do LEED	Nível Obtido
Banco Real, Agência Granja Viana	Cotia - SP	LEED NC, v. 2.2	Prata
Delboni Aurieno - Dumont Villares	São Paulo	LEED NC, v. 2.0	Prata
Morgan Stanley	São Paulo	LEED CI, v. 2.0	Prata
Edifício Cidade Nova - Bracor	Rio de Janeiro	LEED CS, v. 2.0	Certificado
Rochavera Corporate Towers - Torre B	São Paulo	LEED CS, v. 2.0	Ouro
Eldorado Business Tower	São Paulo	LEED CS, v. 2.2	Platina
Ventura Corporate Towers - Torre Leste	Rio de Janeiro	LEED CS, v. 2.2	Ouro
WT Nações Unidas 1 e 2	São Paulo	LEED NC, v. 2.0	Prata
McDonalds - Riviera, São Lourenço	Bertioga	LEED NC, v. 2.0	Certificado
CD BOMI Matec	Itapevi	LEED NC, v. 2.0	Prata
Pão de Açúcar	Indaiatuba	LEED NC, v. 2.0	Certificado
Torre Vargas 914	Rio de Janeiro	LEED CS, v. 2.2	Ouro
Brasken	São Paulo	LEED CI, v. 2.2	Certificado
Centro de Cultura Max Feffer	Pardinho	LEED NC, v. 2.2	Ouro
Fleury Medicina Diagnóstica Rochavera	São Paulo	LEED CI, v. 2.0	Ouro
Building the Future (Boehringer Ingelheim)	São Paulo	LEED CI, v. 3.0	Ouro
UNILEVER TI - Rochavera	São Paulo	LEED CI, v. 2.0	Ouro
Sede GBC Brasil	Barueri	LEED CI, v. 2.0	Ouro
Pavilhão Vicky e Joseph Safra	São Paulo	LEED NC, v. 2.2	Ouro

Quadro 11 - Edifícios certificados pelo LEED no Brasil ate 2010 (conclusão).

Fonte: USGBC (2009a).

3.5.1 Exemplos de Edifícios Certificados pelo LEED no Brasil

Nos itens a seguir, serão apresentados alguns exemplos de edifícios certificados, nas versões selecionadas.

3.5.1.1 Versão LEED EB-O&M

A versão LEED EB-O&M (para operação e manutenção de prédios já existentes) tem a principal finalidade de ajudar os proprietários a definir as melhorias a serem realizadas, de forma consistente, nos edifícios, com o objetivo de atingir a máxima eficiência operacional. Assim, os impactos ambientais são minimizados, e outros benefícios são previstos, como a orientação dos serviços de limpeza e manutenção, os programas de reciclagem, a manutenção das fachadas e a atualização de todos os sistemas (USGBC, 2009a).

a) Edifício Eluma, Bela Vista, São Paulo

O Edifício Eluma, localizado na Av. Paulista, no bairro Bela Vista, em São Paulo, destina-se ao uso comercial e foi reformulado pela construtora Cushman & Wakefield, visando à certificação pela versão LEED EB-O&M (LEED para prédios já existentes: operações e manutenção), em maio de 2008 (Figura 16).



Figura 16 - Fotografias internas e externas do edifício Eluma, em São Paulo.
Fonte: Casado (2010).

3.5.1.2 Versão LEED NC

A versão LEED NC (para novas construções) foi projetada para guiar e distinguir o alto desempenho de diversos tipos de edificações, incluindo prédios de escritórios, prédios residenciais, edifícios governamentais, instalações recreativas, fábricas e laboratórios. O sistema de avaliação lista intenções, necessidades, tecnologias e estratégias para cada crédito com a respectiva lista de verificação (USGBC, 2009a).

a) Centro Cultural Max Feffer

O Centro Cultural Max Feffer, localizado em Pardinho, São Paulo, foi certificado na versão LEED NC, 2.2 (LEED para novas construções) como Gold, em dezembro de 2009. Na Figura 17, observam-se fotografias em que o edifício se apresenta integrado ao terreno, e traz uma grande cobertura que o protege do sol direto. Observa-se também o uso de madeira certificada na estrutura e a exploração da iluminação e ventilação natural.



Figura 17 - Fotografias internas e externas do edifício Centro Cultural Max Feffer, em São Paulo.

Fonte: Casado (2010).

b) Edifício Residencial Plaza Mayor Alto da Lapa, em São Paulo

O Edifício Residencial Plaza Mayor Alto da Lapa, no bairro da Lapa, em São Paulo, foi certificado na versão LEED NC 2.2 em janeiro de 2007 (Figura 18).



Figura 18 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial Plaza Mayor Alto da Lapa, em São Paulo.

Fonte: Casado (2010).

3.5.1.3 A Versão LEED CS 2.0 (*LEED Core and Shell 2.2*)

Refere-se à avaliação da sustentabilidade do edifício, levando-se em consideração o núcleo e as fachadas. O núcleo diz respeito à estrutura e à envoltória do sistema de climatização; as fachadas consideram os materiais de revestimento, a eficiência energética e a manutenção das esquadrias, entre outros fatores (USGBC, 2009a).

a) Edifício Residencial Príncipe de Greenfield

O Edifício Príncipe de Greenfield está localizado no bairro Mont'Serrat, na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Foi certificado na versão LEED CS 2.0 (*LEED Core*

and Shell 2.2). Foi projetado pelo arquiteto Eduardo Haetinger e construído pela Construtora Joal Teitelbaum (Figura 19).



Figura 19 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial Príncipe de Greenfield, em Porto Alegre.

Fonte: Casado (2010).

b) Edifício Residencial The Gift Green Square, em São Paulo

O Edifício Residencial The Gift Green Square, na Granja Julieta, em São Paulo, foi certificado na versão LEED CS 2.0 em janeiro de 2007 (Figura 20).



Figura 20 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial The Gift Green Square, em São Paulo.

Fonte: Casado (2010).

c) Edifício Residencial Infinity, em São Paulo

O Edifício Residencial Infinity, em São Paulo, foi certificado na versão LEED CS 2.2 em janeiro de 2008. Projetado pela empresa de arquitetura Aflalo & Gasperini, foi construído pela Yuny Incorporações (Figura 21).



Figura 21 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial Infinity, em São Paulo.
Fonte: Casado (2010).

d) Edifício Residencial Poço das Águas em Fortaleza, Ceará

O Edifício Residencial Poço das Águas, em Fortaleza, Ceará, foi certificado na versão LEED CS em março de 2010. Foi projetado pelas empresas de arquitetura Acade e Nasser Hissa e construído pela C. Rolim Engenharia (Figura 22).



Figura 22 - Fotografias internas e externas do edifício Residencial Poço das Águas, em Fortaleza, Ceará.
Fonte: Casado (2010).

A detailed architectural line drawing of a building's structural frame. It shows a multi-story structure with a gabled roof, internal columns, and a complex network of beams and stairs. The drawing is rendered in a technical, sketchy style with various lines indicating structural elements and dimensions.

CAPÍTULO 4

Critérios Recorrentes na Avaliação de Sustentabilidade

4 Critérios Recorrentes na Avaliação de Sustentabilidade

O capítulo anterior apresentou uma panorâmica do funcionamento de alguns métodos de avaliação de sustentabilidade para edifícios. Por mais que os métodos apresentem diferenças ou considerem mais ou menos áreas de abrangência, observa-se que alguns tópicos e critérios são recorrentes nos diferentes sistemas avaliativos.

Este capítulo visa discutir e expor cada um dos princípios que contribuem para tornar a arquitetura mais sustentável. Entre os principais itens considerados princípios da construção sustentável estão energia, água, materiais, resíduos, qualidade do ambiente interno e externo e uso e pós-uso dos edifícios.

4.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A energia pode ser classificada de duas formas básicas: a incorporada e a operacional. A primeira diz respeito a toda energia necessária para extração, transporte e produção de um material ou produto. Assim, a energia incorporada de um edifício é a somatória da energia gasta para confeccionar todos os materiais que o compõem. A segunda diz respeito à energia necessária para o condicionamento, aquecimento, iluminação e operação do edifício. Este gasto energético acompanhará o edifício por toda a sua vida útil (ALVARENGA, 2002). Quando se fala em um edifício energeticamente eficiente, o foco principal são estratégias destinadas a reduzir a energia operacional que ele consome.

Recentemente, o Brasil foi apontado como um dos treze países do mundo que não têm leis que regulem a eficiência energética. Como resultado, muitos edifícios continuam sendo construídos de forma pouco racional, fazendo com que, por

exemplo, o uso do ar condicionado seja indispensável, o que aumenta consideravelmente o consumo energético (JONH; SILVA; AGOPIAN, 2001).

Para mudar esse quadro foram tomadas três iniciativas no Brasil: a criação do Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que apresenta um selo de certificação para os eletrodomésticos, lançou, em 2009, um selo para edificações comerciais e pretende, até o fim de 2010, lançar também um selo para edifícios residenciais; o estabelecimento pela ABNT de recomendações para a produção de uma arquitetura bioclimática; e o programa de energia limpa do MCT, que está incentivando o uso da energia solar para o aquecimento da água nas residências.

Iniciativas locais também foram tomadas, como a da Prefeitura Municipal de São Paulo, que já incorporou ao seu Plano Diretor Urbano (PDMSP) a Lei n.º 14.459 (SÃO PAULO, 2007), que torna obrigatória a instalação do sistema de aquecimento de água por meio de energia solar nas novas edificações da cidade.

Dentre as medidas que podem ser tomadas para o planejamento eficiente de edifícios no que se refere à energia, destacam-se:

- o uso de energias alternativas, como a eólica e a solar, considerando-se que a decisão sobre o emprego de energia renovável no edifício deve ser tomada na fase de projeto, pois cada sistema requer um tipo de análise para sua implantação;
- a eficiência no processo construtivo (tempo e recursos) e a redução da energia consumida no transporte de materiais, com a utilização preferencial de materiais locais;
- a utilização de materiais com baixa energia incorporada, ou seja, que necessitam de pouca energia para ser fabricados;
- a especificação de equipamentos, preferencialmente a gás natural, de menor consumo e melhor eficiência possível;
- a iluminação de baixo consumo energético em todo o edifício, em especial nas áreas de uso contínuo e intermitente, em que se devem utilizar acionadores por sensor de presença;

- o aproveitamento da iluminação e da ventilação natural de forma controlada por meio de brises móveis ou persianas;
- o uso de coberturas verdes ou a especificação de acabamentos claros para as coberturas, que refletem o sol e aquecem menos os ambientes.

4.2 USO RACIONAL DA ÁGUA

Apesar de o Brasil ser um país muito rico em reservas de água potável, deve-se ter em mente que essas reservas são esgotáveis. Torna-se então necessário criar formas de aproveitar a água utilizada nos edifícios, o que pode ocorrer de várias formas:

- mediante o uso de um sistema de drenagem que leve a água coletada das torneiras, dos chuveiros, da lavagem de carros e das chuvas para um reservatório, onde será tratada com vistas a posterior utilização em jardinagem, vasos sanitários, irrigação, limpeza, refrigeração, sistema de combate a incêndio e outros não potáveis;
- mediante o emprego de descargas sanitárias mais econômicas, de torneiras e chuveiros com fechamento automático;
- mediante a conscientização da população quanto à importância de se evitar o desperdício de água.

O consumo de água em uma residência depende dos seguintes fatores: clima, renda familiar, número de pessoas que ali moram, características culturais, desperdício, valor da tarifa e da estrutura e forma de gerenciamento do sistema de abastecimento.

A água para consumo humano pode ainda ser classificada em dois grupos:

- o de água potável – para fazer higiene pessoal, beber e cozinhar;

- o de água não potável – para lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descargas, entre outros.

O uso de água não potável pode ser suprido com fontes alternativas de fornecimento diferentes do sistema público de abastecimento.

O aproveitamento da água da chuva no Brasil não acompanhou o desenvolvimento do país, provavelmente por ser abundante no território, especialmente na costa litorânea. Nas últimas décadas essa prática tem ganho novos estudos, principalmente na Região Nordeste.

Coletar a água da chuva significa não apenas conservação, mas também energia, considerando-se o consumo necessário para uma estação de tratamento, o bombeamento e as operações envolvidas na sua distribuição.

A coleta da água da chuva contribui também para reduzir a erosão e evitar enchentes em telhados, coberturas e pátios. Além disso, permite que possa ser armazenada para posterior uso.

A água não captada pode causar enchentes e funcionar como veículo para contaminar corpos d'água. Assim a finalidade principal do aproveitamento da água é a conservação de corpos hídricos e a redução da demanda de água potável.

No Quadro 12 observam-se diversos níveis de complexidade quanto ao controle do uso da água.

Natureza da Atividade	Nível Básico	Nível Intermediário	Nível Avançado
Produção de informações sobre eficiência do sistema	Indicadores confiáveis de perdas físicas e não físicas combinadas.	Indicadores confiáveis de perdas físicas somente. Indicadores de eficiência híbrida dos segmentos.	Fatores de ponderação de pressão na rede. Indicadores de perda física, incluindo ramais prediais.
Previsão de demanda	Índices de consumo <i>per capita</i> estatisticamente controlados.	Consumos residenciais monitorados por classe. Consumos não residenciais monitorados por tipo.	Previsão de demanda integrada com normas e planos urbanísticos. Consumos residenciais associados à elasticidade de demanda.
Gestão integrada de recursos	Enquadramento em diretrizes regionais.	Articulação com normas regionais urbanísticas. Articulação com produção de aparelhos poupadores. Articulação com conservação de energia e produtos químicos.	Planos regionais e locais integrados com uso não urbano de água. Normas de prevenção de mananciais. Incentivos à produção de aparelhos poupadores. Planos conjuntos com áreas de energia e outros recursos.
Gestão de demanda	Contas explicativas do consumo. Campanhas de esclarecimento à população diretamente beneficiária de medidas ativas de conservação. Previsão de incentivo à conservação autogerida para grandes consumidores.	Adoção de aparelhos poupadores em novas instalações. Campanhas públicas de esclarecimento. Campanhas educativas em escolas isoladas. Grandes consumidores – parcerias isoladas. Intensificação de progressividade na tarifa.	Incentivos diretos à troca de aparelhos. Campanhas educacionais na rede escolar. Grandes consumidores – ações setoriais. Paisagismo poupador de água para parques e jardins. Estrutura tarifária baseada em elasticidade de medidas.

Quadro 12 - Síntese de medidas em níveis crescentes de complexidade.

Fonte: Gonçalves (2006).

Segundo Gonçalves (2006), para justificar o uso de um sistema de captação de água da chuva, a área da superfície de captação deve ser superior a 467m², pois o investimento para esse fim só é justificado quando se trata desse volume mínimo.

O processo passa por três momentos: a chuva atmosférica, a passagem pelas superfícies de captação e o armazenamento na cisterna. A qualidade da água a ser reaproveitada reduz-se à medida que ela passa pela superfície de captação.

De maneira geral, deve-se direcionar o uso da água da chuva para fins não potáveis ou tratá-la para outros fins mais específicos. No Quadro 13, observam-se os tipos de tratamento considerados necessários para o fim que se deseja, segundo Gonçalves (2006).

Uso requerido pela água	Tratamento necessário
Irrigação de jardins.	Nenhum tratamento.
Prevenção de incêndio, condicionamento de ar.	Cuidados para manter o equipamento de estocagem e distribuição em condições de uso.
Fontes e lagoas, descargas de banheiros, lavagem de louças, de carros.	Tratamento higiênico, devido ao possível contato do corpo humano com a água.
Piscinas, banhos, consumo humano e preparo de alimentos.	Desinfecção para a água ser consumida direta ou indiretamente.

Quadro 13 - Diferentes qualidades de água para diferentes aplicações.

Fonte: Gonçalves (2006).

A Figura 23 apresenta um exemplo de projeto de sistema de captação de água da chuva para reaproveitamento em sanitários e irrigação.

Sistema de Captação de Água de Chuva

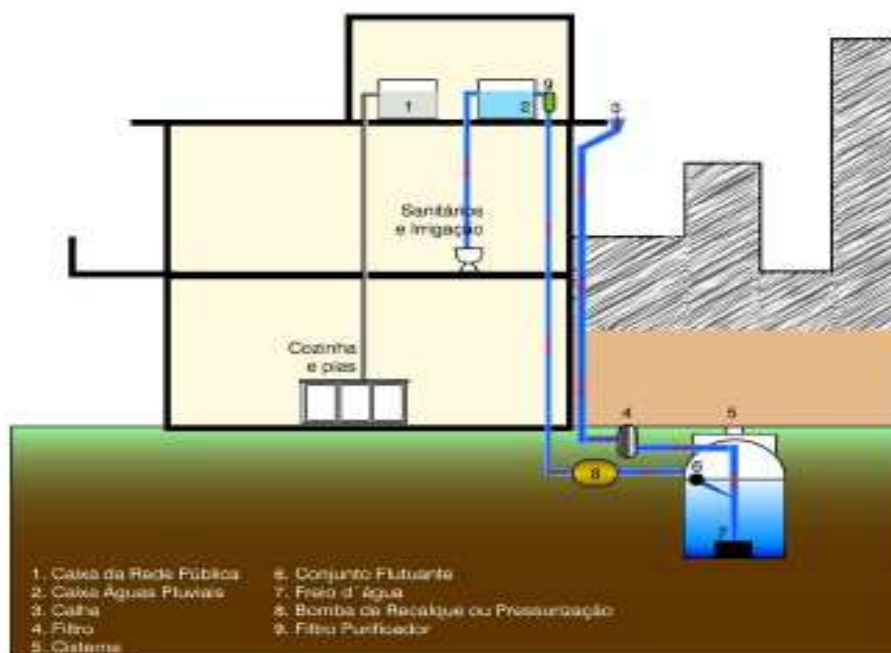


Figura 23 - Demonstração do funcionamento do sistema de captação de água.
Fonte: Silva (2003).

Além de reaproveitar a água, deve-se também reduzir seu consumo. Diversas estratégias usadas para alcançar uma redução significativa no consumo de água de um edifício na fase de operação podem ser adotadas na fase de projeto.

Entre as estratégias e tecnologias que ajudam na economia de água, podem-se citar: o uso de válvulas de descarga com duplo acionamento (Figura 24); o uso de redutores de vazão (Figura 25); o uso de torneiras com sistema de fechamento automático (Figura 26 e 27).



Figura 24 – Exemplo de válvula de descarga com duplo acionamento.
Fonte: Catálogo Docol (2011).



Figura 25 – Esquema da inserção de redutor de vazão em um chuveiro.
Fonte: Catálogo Docol (2011).



Figura 26 – Exemplo de torneira com fechamento automático.
Fonte: Catálogo Docol (2011).



Figura 27 – Exemplo de torneira com sensor infravermelho para acionamento.
Fonte: Catálogo Docol (2011).

4.3 SELEÇÃO DE MATERIAIS

Os produtos usados na construção abrangem uma variedade grande de materiais: pedras naturais, madeiras, metais, plásticos e outros. Cada material é obtido mediante a extração de matérias primas da natureza, submetidas a um processo de manufatura e reordenação de sua forma para oferecer a utilidade desejada ao produto final.

Não existem materiais bons ou maus, sustentáveis ou insustentáveis, mas, sim, formas sustentáveis ou insustentáveis de utilizá-los. É função do arquiteto definir o

partido arquitetônico mais adequado a cada situação, assim como especificar todos os materiais a serem usados nos edifícios.

Para analisar o impacto ambiental de um material de construção devem-se considerar os seguintes critérios: a energia necessária para produzi-lo, a emissão de gás carbônico resultante da fabricação, o impacto ambiental resultante da sua extração, a toxicidade, o transporte, o grau de poluição resultante no final de sua vida útil.

Segundo Cuchí e Lopes (2005), para que as empresas consigam reduzir a emissão de resíduos no meio ambiente, devem levar em consideração sete frentes:

- converter o máximo de resíduos em recursos;
- evitar emitir gases que contaminem a atmosfera;
- usar energia renovável;
- usar sistemas de transportes eficientes e pouco poluentes;
- incentivar o comprometimento do pessoal humano, como o fornecedor, o industrial e o consumidor, com as questões ambientais;
- passar a considerar o custo não apenas da produção para escolha dos materiais, mas também da reposição à natureza dos recursos dela extraídos.

No Quadro 14, apontam-se os materiais mais comumente utilizados para estruturas, vedações, esquadrias e revestimentos, bem como algumas de suas vantagens e desvantagens.

Materiais para estruturas, vedações e revestimentos	Características e limitações	Vantagens e desvantagens quanto à sustentabilidade
Estruturas de aço	- são constituídas de ferro, carvão, pedra calcária e outros minerais; - são leves, esbeltas e vêm montadas de fábrica; - permitem precisão, velocidade e uma linguagem mais contemporânea; - necessitam de pintura especial para resistir ao tempo e às chamas; - permitem grandes vãos; - necessitam de mão de obra especializada.	- podem ser recicladas; - seu uso reduz o desperdício e os impactos causados pelas obras, já que sua execução é mais rápida; - necessitam de muita energia para sua fabricação; - têm um preço maior em curto prazo do que as de concreto e madeira.
Estruturas de madeira	- permitem maior integração com a natureza; - permitem um tempo de obra mais curto do que o do concreto, pois as peças podem vir da serraria prontas para o uso; - necessitam de tratamento contra pragas; - necessitam de mão de obra especializada; - para uso como revestimento isolante, podem ser de cortiça, matéria extraída da casca de certas árvores, sem que seja necessário tirar-lhes a vida.	- devem ser feitas de madeiras certificadas ou eucalipto; - são mais indicadas para edificações de pequeno porte; - têm um preço maior que as de concreto; - seus resíduos podem ser devolvidos à natureza, sem prejudicá-la.

(continua)

Materiais para estruturas, vedações e revestimentos	Características e limitações	Vantagens e desvantagens quanto à sustentabilidade
Estruturas de concreto armado	- utilizam areia, cimento, água e brita na sua composição; - são moldáveis em loco, necessitando de formas de aço ou madeira; - requerem mão de obra barata e pouco qualificada; - necessitam de manutenção para aumentar sua vida útil.	- utilizam como matéria prima os minerais, que destroem montanhas, e o cimento, que tem uma alta energia incorporada; - geram uma enormidade de desperdício; - sua execução é lenta, resultando no aumento do tempo de obra e, consequentemente, do impacto ambiental; - a substituição dos constituintes do cimento por escória de alto-forno (CP III) para o concreto utilizado nas estruturas, ou a adição da escória ou de restos provenientes de demolições ao concreto permitem que se obtenha um produto mais econômico para usos alternativos, como pavimentações ou enchimentos.
Vedações em bloco cerâmico	- os blocos são feitos de barro e produzidos em diversos formatos; - têm um custo mais baixo que o dos demais blocos; - termicamente, isolam melhor que os blocos de concreto.	- existem blocos cerâmicos de solo cimento mais econômicos, pois são montados sem a necessidade de argamassa; - geram mais resíduos que as outras opções.
Vedações em bloco de concreto	- os blocos são constituídos de concreto em diversos formatos; - podem ser autoportantes quando preenchidos com concreto; - permitem um encaixe mais limpo e preciso que os cerâmicos, evitando assim desperdício de reboco; - têm custo mais elevado que os cerâmicos.	- agredem mais a natureza que os cerâmicos, pois utilizam o cimento.
Vedações em bloco de Sical	- têm um encaixe melhor com a estrutura de aço.	- são mais leves que as demais opções; - economizam espessura de reboco; - têm um custo mais elevado que o das demais opções.

(continuação)

Materiais para estruturas, vedações e revestimentos	Características e limitações	Vantagens e desvantagens quanto à sustentabilidade
Vedações em painel de fachada (concreto)	- diminuem o tempo de obra, pois o painel vem pronto de fábrica e pode ser montado na obra; - podem vir revestidas com diversos materiais.	- podem ter tratamento térmico, com isolantes, e são utilizadas em fachadas ventiladas; - proporcionam menos desperdício; - têm custo mais elevado que o das demais soluções; - têm um encaixe satisfatório quando associadas à estrutura metálica.
Vedações em painel metálico	- utilizadas principalmente em obras industriais, com poucos pavimentos.	- a execução é limpa e rápida.
Revestimentos em cerâmica	- são impermeáveis e resistentes a pressão e abrasão; - são substituídos rapidamente por mudanças na moda, e não por falta de resistência.	- podem ter suas propriedades minimizadas em alguns casos, para que seja gasta menos energia na sua produção.
Revestimentos em granito	- oferecem alta resistência à abrasão e não arranham; - como são de material poroso, podem ficar manchados quando molhados, ou ter que ser protegidos com produtos químicos; - conferem aspecto nobre.	- contribuem para destruir a paisagem natural, já que implicam a retirada de grandes rochas da natureza; - utilizam muita energia em seu beneficiamento e na sua colocação, já que têm um peso elevado; - as placas são mais pesadas e de difícil manuseio; - quando as placas são utilizadas em fachadas, devem ser afastadas e presas com garras metálicas por questões de segurança; - têm alto custo em relação ao revestimento com cerâmica.
Revestimentos em madeira	- proporcionam grande conforto térmico aos usuários; - depois de tratados, têm grande durabilidade.	- contribuem para a devastação das florestas; - requerem que se use apenas madeira certificada; - têm alto custo em relação aos de cerâmica.
Vidros	- são utilizados em esquadrias, coberturas e revestimentos.	- são constituídos de areia, soda e pedra calcária (materiais retirados da natureza); - constituem um material reciclável.

(continuação)

Materiais para estruturas, vedações e revestimentos	Características e limitações	Vantagens e desvantagens quanto à sustentabilidade
Esquadrias de PVC e coberturas de plástico	- usam petróleo na sua fabricação como matéria prima e energia.	- podem ser recicladas com baixa pureza, por causa dos resíduos misturados.
Revestimentos com pinturas e vernizes especiais	- usam novas tecnologias que eliminam as substâncias tóxicas; - não utilizam metais pesados; - são fabricados a partir de azeites e resinas vegetais, que dispensam os solventes orgânicos provenientes do petróleo.	- não prejudicam a saúde; - poluem menos o meio ambiente; - têm um comportamento biodegradável.

(conclusão)

Quadro 14 - Quadro comparativo entre materiais destinados a estrutura e vedações.

Fonte: Cuchí e Lopes (2005).

Nota: Dados adaptados pela autora.

4.4 GESTÃO DE RESÍDUOS

A transformação da matéria prima pressupõe a eliminação de impurezas no processo de configuração, necessitando de energia, gerada na maioria das vezes por combustíveis fósseis. A água é o veículo utilizado para a eliminação dos resíduos líquidos. Os resíduos sólidos são eliminados no ar ou retirados mecanicamente e depositados no meio ambiente. O ar recebe das chaminés os resíduos voláteis, entre eles o Dióxido de Carbono (CO₂), resultante da combustão dos materiais, dispersando-os para longe dos locais de produção.

Entre as principais consequências dos impactos dos resíduos estão a modificação do clima, devido à emissão de gases de efeito estufa; a destruição da camada de ozônio; a acidificação dos solos; a poluição das águas continentais e a poluição do ar urbano.

Pode-se justificar o aproveitamento de resíduos com o objetivo de conservar, reutilizar, reciclar, proteger a natureza, criar um ambiente não tóxico e buscar a qualidade do ambiente construído.

Para reduzir os resíduos, é necessário reorganizar os materiais para que eles voltem a ter utilidade, ou seja, para que voltem a ser considerados recursos. Para essa reorganização têm-se dois caminhos: o primeiro diz respeito à utilização de materiais renováveis; o segundo, à organização dos resíduos, programando os processos para reciclá-los e convertê-los novamente em recursos (CUCHÍ; LÓPEZ, 2005).

A fim de minimizar os efeitos dos resíduos gerados nas obras, deve-se dar preferência aos materiais certificados, de manejo sustentável, recicláveis e de baixo impacto ambiental. A incorporação de reciclados na construção civil reduz o consumo de recursos naturais, porém essa estratégia deve obedecer a critérios técnicos adequados, comprovados cientificamente, para evitar riscos de contaminação ambiental (JONH, 2006).

A fim de proteger o meio ambiente dos resíduos domésticos causados pelo uso das edificações, podem-se incentivar moradores a tratar melhor o lixo, através de coleta seletiva, de forma individual ou comunitária.

O Quadro 15 foi elaborado com uma relação de alguns resíduos e algumas de suas aplicações:

Resíduos	Aplicações na construção civil para reaproveitamento dos resíduos
Escória de alto-forno e cinza volante	Produção de concreto.
Sucata de aço	Produção de estruturas de aço.
Madeira	Produção de laminados e compensados utilizados em móveis, pisos e revestimentos.
Caixas de papelão para alimentos	Produção de placas prensadas utilizadas como tapumes e telhas para obras temporárias.
Concreto reciclado, blocos, tijolos e borracha	Produção de agregados leves para argamassas e concretos utilizados em enchimento ou revestimento.
Papel	Produção de fórmica.
Lixo orgânico	Utilizado em agregados leves; compostagem e produção do biogás.
Alumínio	Fabricação de esquadrias e outros.

Quadro 15 - Exemplos de resíduos e suas aplicações.

4.5 QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO

Ocupar o solo de forma sustentável implica respeitar as vulnerabilidades que apresenta, ao invés de agravá-las. A implantação das edificações relaciona-se diretamente com a qualidade ambiental externa, a interação com os usuários e com a natureza. Assim, tomando como referência Yeang (2007), enumeram-se recomendações para projetar uma implantação eficiente em um projeto de urbanização de um condomínio ou de um edifício isolado:

- preservar o terreno natural, evitando erosão e impermeabilização do solo, movimentação de terra e remoção de árvores;
- evitar danos à fauna e à flora, poluição e agressão ao meio ambiente;
- prever as ocupações futuras, procurando oferecer soluções para a geração de resíduos e lixo;

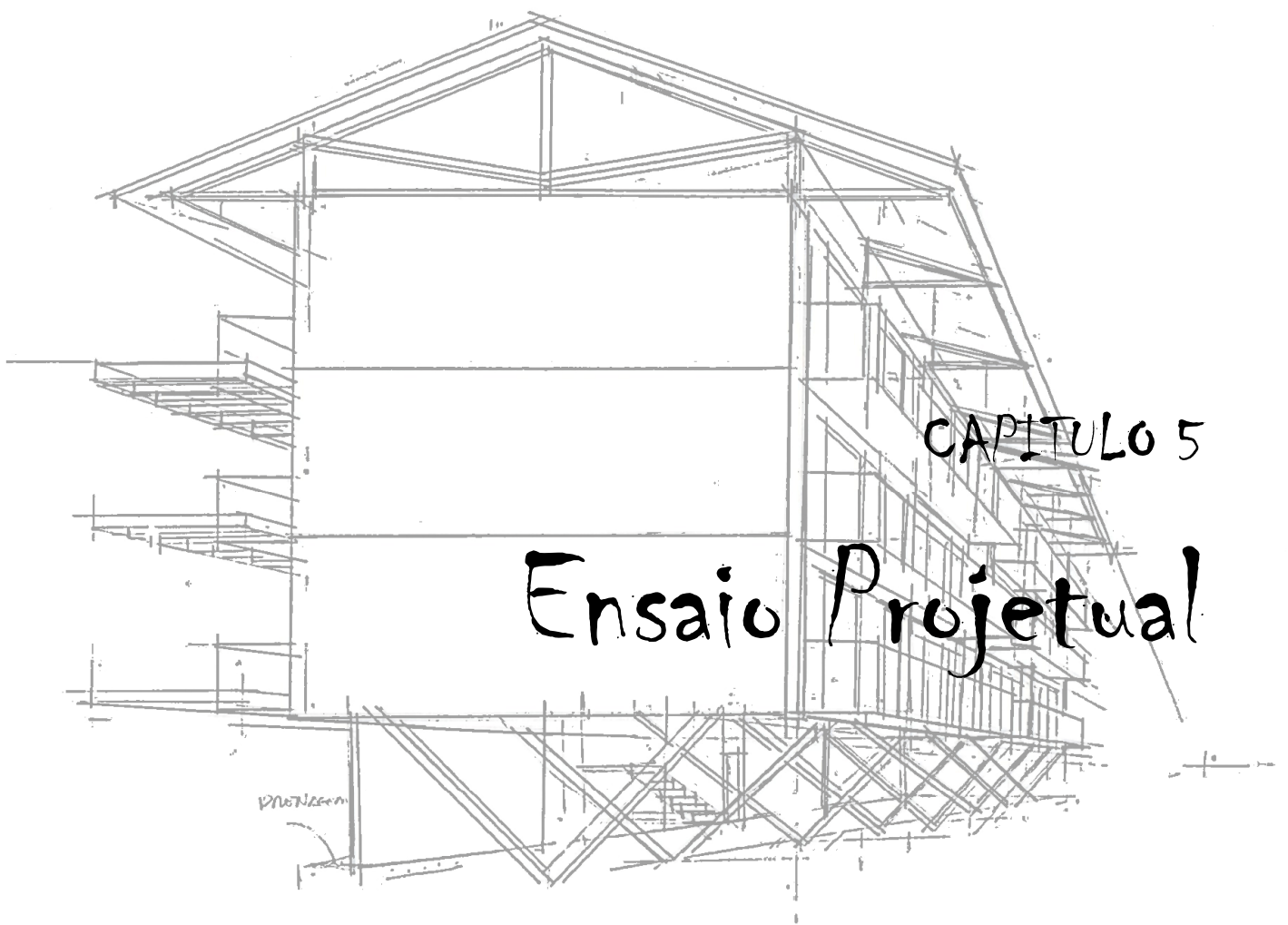
- promover a segurança;
- planejar a drenagem durante e após a construção da obra.
- aproveitar a infraestrutura existente, considerando aspectos sociais e econômicos;
- considerar a melhor orientação solar e dos ventos dominantes e a disponibilidade de energia e recursos;
- considerar o ecossistema e o microclima urbano;
- considerar o entorno imediato, os acessos e os pontos visuais;
- propor arborização nas ruas de acesso e nas proximidades;
- avaliar os efeitos das sombras que os edifícios podem fazer uns nos outros;
- considerar as condições de fornecimento de água e energia da região; e
- aproveitar as malhas urbanas existentes bem como sua infraestrutura.

4.6 USO E PÓS-OCUPAÇÃO

Ao projetar o edifício, devem-se prever espaços racionalizados, com baixo custo operacional e baixo impacto ambiental. Todo projeto executivo de um edifício deve prever a confecção de um manual de funcionamento e manutenção para orientar os funcionários e moradores sobre questões funcionais e sobre preservação do meio ambiente, por exemplo, como proceder em obras eventuais de forma mais otimizada, evitando vazamentos, barulho e outros transtornos; ou para instruir sobre como armazenar e descartar o lixo.

Uma demolição parcial ou total deve ocorrer com base em um projeto e mediante o acompanhamento técnico de um profissional habilitado. Esse profissional será o responsável técnico pela segurança e deverá orientar o procedimento a fim de

garantir que os resíduos advindos da demolição possam ser utilizados em outras obras.



5 Ensaio Projetual

Ao observar os empreendimentos residenciais realizados no Brasil nos últimos anos, pode-se verificar que houve um retrocesso em relação às técnicas construtivas desenvolvidas na década de 1960, difundidas no movimento moderno, que previam *brises*, plantas livres (com ventilação cruzada), cobogós, edifícios em pilotis, emprego de grandes marquises, uso de venezianas, entre outras soluções que propunham uma arquitetura mais limpa, voltada para o bem-estar dos usuários e mais adequada ao nosso clima.

Por um lado, existe atualmente uma grande falta de unidades habitacionais para atender a boa parte da população, que em geral habita edificações sem uma infraestrutura mínima, construídas de forma irregular e sem nenhuma orientação técnica. Por outro, têm-se projetado e construído edifícios destinados a atender ao mercado imobiliário altamente especulativo, especialmente para as camadas populares, em relação aos quais não existe nenhuma preocupação com insolação, com ventilação natural, com preservação do sítio nem com o bem-estar dos usuários.

Assim, decidiu-se realizar um ensaio projetual, ou seja, um projeto de autoria própria em nível de estudo preliminar, de um condomínio residencial que servisse de instrumento de experimentação dos conhecimentos adquiridos sobre sustentabilidade, tomando como principal referência os critérios do LEED NC, versão 2.2.

Este estudo visa servir de referência para projetos futuros, pois pode ser considerado um exemplo na comparação entre a forma convencional e a forma mais sustentável de projetar e construir.

Na elaboração do trabalho, foram consideradas as seguintes etapas: definição do método de avaliação, caracterização do entorno, seleção do terreno, previsão do programa de necessidades, escolha do sítio, definição da implantação, montagem do projeto dos edifícios, implantação e estudo solar, definição do partido

arquitetônico e das tecnologias construtivas a serem adotadas (serviços preliminares, demolição e movimentação de terra, fundações e sistema estrutural, vedações e conforto ambiental, cobertura, esquadrias e guarda-corpos, reúso da água e equipamentos hidrossanitários, equipamentos elétricos e de iluminação mais eficientes e uso de energia limpa, carga ambiental dos materiais utilizados, efeito das cores, cuidados com o meio ambiente e com a qualidade do ambiente interno, flexibilidade dos espaços, paisagismo, cuidados na execução e cuidados durante o uso e com a demolição).

Na elaboração de um projeto dessa natureza, acredita-se que as decisões de arquitetura são as mais importantes, pois direcionam os caminhos de todos os outros projetos e estudos que venham a contribuir para uma forma de construir mais sustentável.

Considerou-se como justificativa para o tipo de projeto escolhido o desafio de experimentar uma nova forma de construir e projetar condomínios residenciais, em relação à qual questões como a redução do desperdício de água e energia o convívio com a natureza e o conforto térmico são pontos-chave para proporcionar melhor qualidade de vida aos usuários.

5.1 A ESCOLHA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Como já foi dito, o método de certificação LEED foi desenvolvido nos Estados Unidos para servir como um guia a projetos sustentáveis. O método oferece exemplos e informações quanto aos pré-requisitos e créditos relativos à sustentabilidade das edificações e serve de referência para os processos de projeto. Objetivando a excelência ambiental, os materiais e recursos são classificados em categorias que avaliam os edifícios quanto a alguns critérios.

A escolha do LEED deu-se porque o método se organiza na forma de *checklist*, que permite uma rápida e simplificada compreensão dos itens. Além disso, apresenta versões específicas para cada tipo de projeto (edifícios novos, comerciais, escolares, hospitalares, entre outros) e estudos para adequá-los ao Brasil.

Aos projetos ou às construções é aplicada uma pontuação que, depois de somada, permite que se classifiquem os edifícios em ordem crescente, da seguinte forma: certificado, certificado prata, certificado ouro e certificado platina.

A versão do LEED utilizada de forma qualitativa neste trabalho foi a 2.2, 2005. Enfatiza-se que não se chegou a uma avaliação quantitativa ambiental, isto é, não foi estabelecida nesta fase a pontuação para os créditos de cada categoria. O grande interesse nesse momento foi tomar o LEED como referência, visualizando-se possibilidades de utilizar os parâmetros ambientais da metodologia.

Para melhor compreensão do LEED, devem ser consultadas as seguintes referências: a USGBC (2009a) e USGBC (2009b). No Anexo A apresenta-se a *checklist* do LEED NC, versão 2.2 (tradução nossa), e no Apêndice B apresenta-se uma memória de cálculo relativa à utilização da metodologia no objeto de estudo.

5.2 METODOLOGIA PARA O ENSAIO PROJETUAL

Primeiramente foi definido um tema: condomínio residencial multifamiliar, com unidades de dois e três quartos, que atendesse a um público diverso de padrão médio-baixo. Depois foi escolhido o sítio onde será implantado o projeto, momento em que se procurou atender ao padrão estabelecido nas versões do LEED NC, ou seja, infraestrutura mínima, área não contaminada, sem reservas florestais, entre outros itens descritos a seguir. Para utilização da metodologia LEED de forma qualitativa, foi feito um estudo de cada item, com seus pré-requisitos, suas exigências e estratégias.

Na elaboração do projeto foram considerados os seguintes passos:

- definiu-se que o tipo de projeto seria o de um Condomínio Residencial, pois, na opinião da autora, existe maior deficiência de estudos sustentáveis nessa área;
- escolheu-se o padrão do empreendimento: um condomínio voltado para um público popular, com renda entre dez e vinte salários mínimos, interessado em

residir em uma região periférica da Grande Vitória (no município da Serra), que apresenta baixa densidade e belas paisagens;

- selecionou-se um terreno que viesse ao encontro dos anseios do público alvo e tivesse as características recomendadas nas versões do LEED estudadas;
- realizou-se uma análise de dados do sítio considerando-se os seguintes itens: levantamento topográfico, observação do entorno edificado, infraestrutura, pontos visuais, acessibilidade, proximidade de empregos, proximidade de escolas, sistema viário e opções de lazer;
- elaborou-se um programa de necessidades, a fim de garantir uma infraestrutura de lazer mínima, de apoio aos moradores, e de valorizar o contato com a natureza;
- optou-se por abrir parte do empreendimento para a comunidade, a fim de melhorar a qualidade de vida dos usuários e dos moradores do entorno;
- estudaram-se tecnologias construtivas para cada etapa da construção, tais como sistemas estruturais, acabamentos e outros materiais, buscando-se oferecer, para escolha de cada item a ser contemplado no projeto, diversas opções, utilizando-se, para tanto, referências bibliográficas, idas a fábricas e lojas de materiais de construção, a feiras específicas e a congressos;
- estudou-se cautelosamente a versão do LEED escolhida, selecionando os critérios que seriam utilizados e a maneira como podem ser atendidos de forma qualitativa no planejamento do projeto;
- elaborou-se, posteriormente, o projeto em nível de estudo preliminar, tomando como base as informações acima;
- após o término do ensaio projetual, procedeu-se à verificação da conformidade com o LEED, que pode ser observada no Apêndice B, e então formularam-se as conclusões do trabalho quanto ao atendimento da hipótese de estudo.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO

Vitória é a capital do estado do Espírito Santo. Está inserida na Região Metropolitana da Grande Vitória, que inclui os seguintes municípios: Vitória, Serra, Cariacica, Vila Velha e Viana.

O terreno escolhido para a realização do projeto localiza-se em Carapebus, próximo à localidade turística de Manguinhos, no município da Serra. Esse município tem importantes indústrias, dentre as quais se destacam a de aço e a de mineração. Tem também muitas praias destinadas ao turismo.

Segundo dados do IBGE (2007), o Município tem uma população de 385.370 habitantes e uma área territorial de 553,25km². Está situado na zona tropical, apresentando temperatura média mensal máxima de 30°C e mínima de 25°C, umidade elevada (em média, 75 a 87%), ventos predominantemente nordeste e ocasionalmente norte, sudoeste, sul e leste. As chuvas são mais frequentes no período de novembro a março.

O terreno, apresentado na Figura 28, tem uma área de 50.000m², com 50% dessa área destinados ao afastamento obrigatório da lagoa, ou seja, 30m ao longo do perímetro de toda ela, e pequena declividade. Ali se encontram árvores frutíferas, especialmente mangueiras, que são na sua maioria preservadas. A escolha do terreno justifica-se pelo fato de ele atender ao Crédito 1 – Seleção de áreas da categoria Sítio Sustentável do LEED NC (seleção de áreas), que prioriza a qualidade de vida das pessoas, pois se caracteriza por seus aspectos qualitativos, com a presença de importantes pontos visuais, como vista para o mar e para a lagoa, que o envolvem por três lados, além da própria vegetação,

Segundo o Plano Diretor Urbano (PDU) da Serra (SERRA, 1998), o terreno está localizado na ZR3/02 (Zona Residencial 3/02), ou seja, num local preferencialmente residencial, que permite o comércio local e de bairro, o serviço local e de bairro e o funcionamento de indústrias, mediante aprovação do Conselho do PDU. O

coeficiente de aproveitamento³ é de 1,3, a taxa de ocupação⁴ é de 65%, a taxa de permeabilidade⁵ é de 10% e o gabarito máximo é de 3 pavimentos.⁶

O bairro já dispõe de infraestrutura básica, como previsto no Crédito 3 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC (desenvolvimento urbano), com fornecimento de energia elétrica, água e tratamento de esgoto. Faz parte do Programa de Saneamento do Espírito Santo (PRODESAN), que encaminha seus dejetos para uma estação de tratamento próxima. Assim, as fossas e os filtros existentes podem ser desativados, e as ligações de esgoto irregulares, que poluem as praias, devem ser suprimidas. Espera-se que em pouco tempo isso ocorra de forma efetiva (SERRA, 1998).

³ Coeficiente de aproveitamento: vezes em que a área do terreno pode ser usada como área privativa.

⁴ Taxa de ocupação: percentual referente à área de projeção dos edifícios no terreno.

⁵ Taxa de permeabilidade: percentual de área permeável no terreno, tais como jardins, caixas de areia e pisos vazados. Não são consideradas permeáveis as áreas cobertas ou sobre lajes que cobrem pavimentos.

⁶ Apesar de o PDU da Prefeitura Municipal da Serra definir o gabarito máximo de três pavimentos para o local, foram previstos para os edifícios residenciais três pavimentos privativos e um de uso comum, pois assim este trabalho pode ser aprimorado, sob o ponto de vista do estudo solar.



Figura 28 - Fotografia aérea do terreno.
 Fonte: Google Earth (Acesso em 1.º jan. 2009).

As indústrias instaladas no Município, especialmente as de aço e mineração, por um lado, proporcionam oportunidades de emprego, por outro, pioram a problemática da poluição. Assim a população fica dividida entre o calor em ambientes com esquadrias fechadas e a grande concentração de minério de ferro em ambientes abertos.

5.4 SELEÇÃO DO TERRENO

Foi escolhido um local onde a qualidade de vida fosse o ponto-chave. Assim o terreno tem pontos visuais atraentes, é arborizado, fica próximo do mar e de uma lagoa com espécies vegetais e animais a serem preservadas.

Procurou-se também um local que, além de desenvolvimento urbano consolidado quanto a suprimento de água, esgoto e energia, oferecesse empregos, comércio, escolas e transportes públicos, como se pode observar na Figura 29. A rua em frente do terreno é suprida de ônibus, que leva os passageiros a um terminal rodoviário próximo, do qual são distribuídos para outras vias sem custo adicional de passagem. O terreno está localizado na extremidade do Bairro, em uma rua no sentido sudeste/nordeste, o que propicia a entrada dos ventos dominantes (ver rosa dos ventos de Vitória-ES no ANEXO A). Tem como divisa apenas a lagoa, assim não é sombreado por outras edificações.

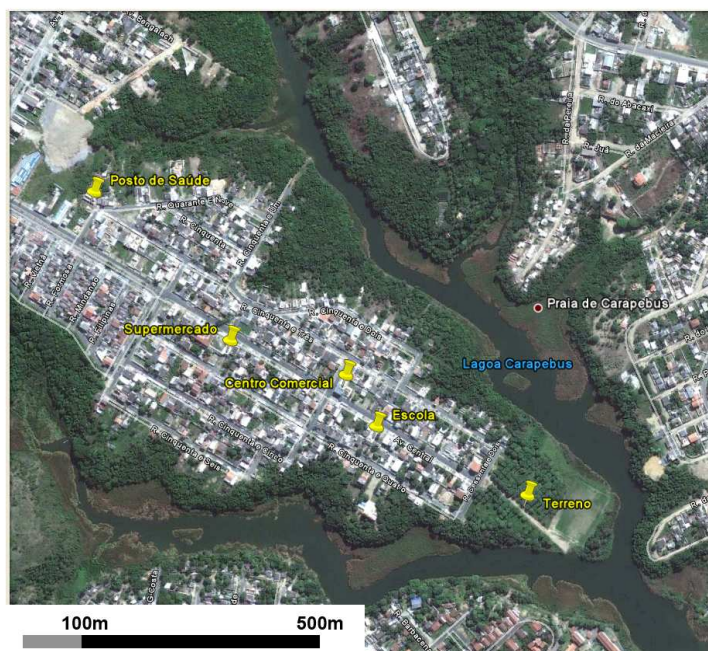


Figura 29 - Fotografia aérea do terreno com identificação dos equipamentos relativos ao desenvolvimento consolidado.

Fonte: GOOGLE EARTH (Acesso em 1.º jan. 2009).

5.5 PROGRAMA DE NECESSIDADES

Cada decisão do programa de necessidades levou em consideração os critérios do LEED NC relacionados ao sítio.

Decidiu-se por um empreendimento com desenvolvimento compacto, ou seja, a implantação de um condomínio pouco denso, com edifícios isolados, visando em especial à qualidade de vida dos usuários, para a contemplação da natureza e o convívio em comunidade, com a implantação de áreas comuns de lazer e recreação.

Outro ponto considerado importante foi a necessidade de proporcionar benefícios à comunidade, mediante a seleção de parte do terreno aberta, visando permitir que as pessoas que moram nas redondezas ou frequentam o local usufruam da lagoa, em cujas margens seria construído um calçadão, um centro comercial e um café.

Entende-se que o atendimento a diversos tipos de usuários é fundamental, pois assim se pode integrar em um mesmo espaço uma diversidade de famílias, proporcionando melhor qualidade de vida a todos.

Optou-se por implantar um pequeno herbário no local próximo à área de lazer, a fim de contribuir para um contato maior com a natureza e também, de forma didática, com questões ligadas ao meio ambiente.

Para que o edifício fosse considerado flexível, foi adotado um sistema estrutural modulável, com ambientes integrados por meio de portas de correr, visando atender a diversos tipos de uso e também permitir fácil demolição das paredes internas.

Para que as áreas áridas fossem reduzidas, foi prevista apenas uma vaga de garagem por unidade. Assim, o uso do automóvel não é incentivado. Como o local é bem servido de transporte coletivo e o padrão do empreendimento é médio baixo, acredita-se que apenas uma vaga seja suficiente.

5.6 IMPLANTAÇÃO E ESTUDO SOLAR

Para definição da implantação, observada na Figura 30, foram levados em consideração os seguintes itens:

- a divisão do empreendimento em duas partes, uma privativa e outra pública, para que a comunidade pudesse usufruir da lagoa e para que se construísse um centro comercial que incentivasse os moradores a se deslocarem menos em automóveis;
- a melhor posição solar, considerando-se que as fachadas onde o número de aberturas fosse maior, deveriam estar no sentido sul ou norte para que a incidência do sol fosse menor;
- a setorização da área de lazer próxima à lagoa para que ela pudesse contribuir para o bem-estar dos usuários;
- a implantação de edifícios soltos do terreno;
- a alternância entre os blocos para favorecer a melhor vista aos apartamentos;
- o contato com a natureza, especialmente no que diz respeito à vista para a lagoa e para o mar;
- a construção da guarita de controle na posição central;
- a localização do estacionamento reduzido próximo à guarita, para que as pessoas pudessem percorrer o terreno a pé e tirar proveito da natureza, e para que a área pavimentada se concentrasse em um mesmo local, de modo a reduzir as ilhas de calor;
- o planejamento do canteiro de obras, de modo que o estacionamento pudesse ser usado como local para abrigá-lo, prevendo-se a entrega dos blocos em duas etapas;
- a manutenção do maior número de árvores possível;

- a permeabilidade do terreno;
- a preservação do perfil natural do terreno, uma vez que é pouco inclinado e tem a porção mais baixa próxima à lagoa;
- a previsão de turbinas eólicas no topo dos edifícios, já que os fabricantes recomendam sua colocação a 10m acima do ponto mais alto, para que a energia alternativa possa ser efetiva;
- a colocação de pérgulas sombreadoras, venezianas, paredes cegas ou duplas e beirais a fim de melhorar o desempenho térmico das edificações, já que o estudo em três dimensões e a simulação do sol no local em duas épocas do ano apontaram tal medida como necessária.

A Tabela 3 apresenta o resumo do programa de necessidades do empreendimento.

Tabela 3 - Programa de necessidades do empreendimento.

Tipo de edifícios	Descrição	Quantidade
Gleba 1 – Privativa		
Residencial	Torres de três pavimentos com quatro apartamentos por pavimento, dois de dois quartos e dois de três quartos; e pavimento térreo com <i>hall</i> de entrada e espaço aberto destinado a festas ou atividades culinárias em comunidade.	7
Lazer	Edifício de dois pavimentos, com salão destinado a lanchonete da área de lazer e de jogos.	1
Guarita	Edifício com um pavimento, destinado ao controle de acesso de pedestres e veículos ao condomínio.	1
Quadras, Piscinas, Herbário	Quadra de tênis e quadra poliesportiva integradas à lagoa, piscina de adulto integrada à infantil e herbário coletivo para uso do condomínio.	1 de cada
Gleba 2 – Pública		
Centro Comercial	Edifício com um pavimento, destinado a pequenas lojas, visando ao comércio local.	1
Café	Edifício com um pavimento, destinado a funcionar como mirante para contemplação da lagoa.	1
Calçadão Público	Para passeios na parte da lagoa.	1

102

Nas Figuras 31 e 32, apresenta-se a implantação dos edifícios com o estudo de sombras, e na Figura 33, a simulação e o diagrama solar do edifício principal.



Figura 31 – Simulação computadorizada, feita pelos Softwares Revit e Sketchup, da implantação sombreada dos edifícios no solstício⁷ de inverno, no mês de junho, no município da Serra, às 13h.

⁷ Solstício: s.m. Astronomia. Direção do Sol no espaço quando ele aparece em seu ponto mais distante norte ou sul entre as estrelas. Os solstícios estão situados no diâmetro da eclíptica perpendicular à linha dos equinócios. Dois solstícios ocorrem a cada ano. No hemisfério norte, o solstício de verão tem lugar aproximadamente em 21 de junho, e o solstício de inverno, por volta de 22 de dezembro. Os solstícios são inversos no hemisfério sul (SOLSTÍCIO, acesso em 12 set. 2010).

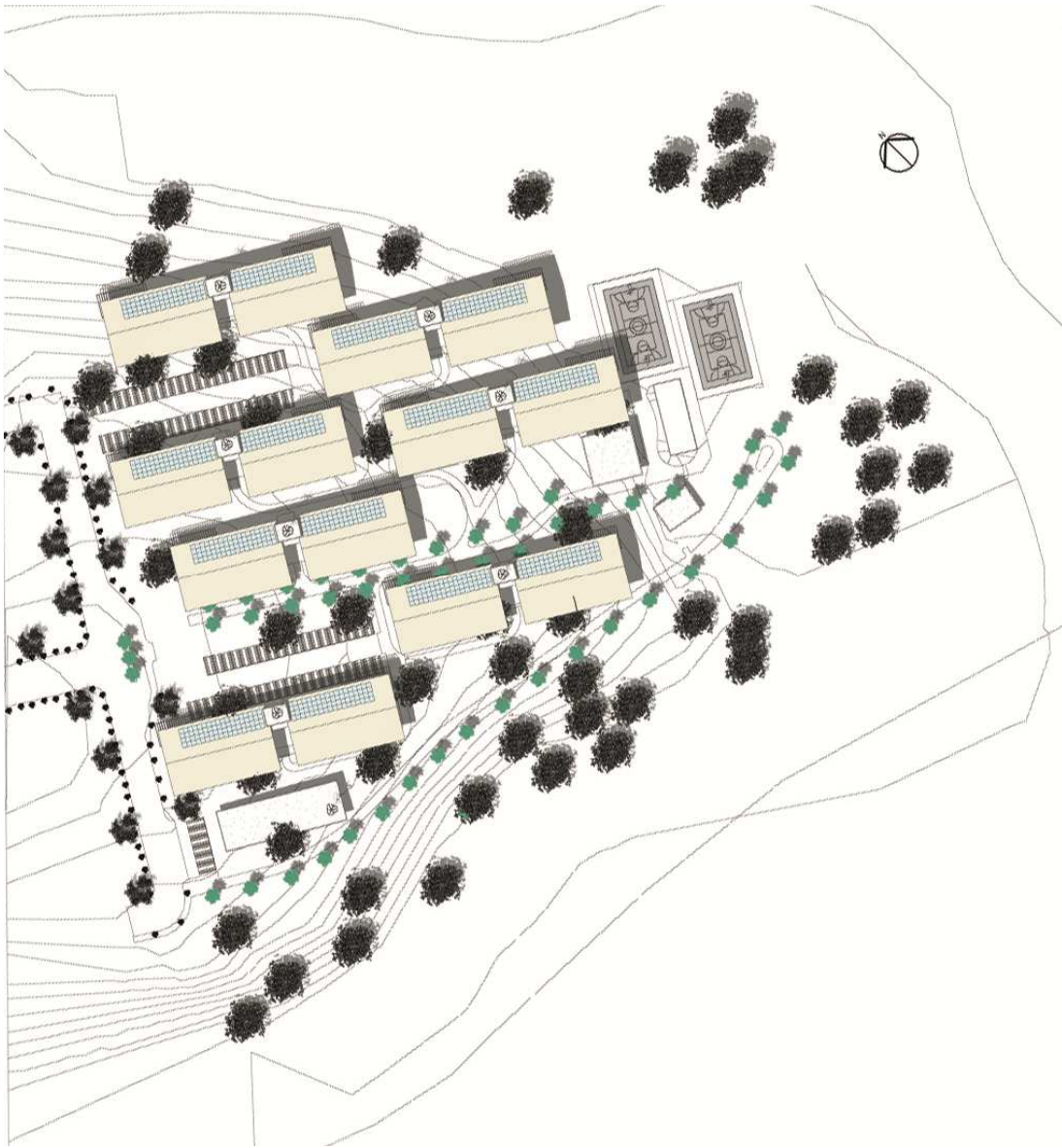


Figura 32 - Simulação computadorizada, feita pelos *Softwares* Revit e Sketchup, da implantação sombreada dos edifícios no solstício de verão, em dezembro, no município da Serra, às 13h.

Observa-se, no estudo de insolação, que as fachadas que recebem sol diretamente são as que apresentam as paredes cegas. As fachadas principais, onde foram dispostas as aberturas, recebem pouco sol direto e são protegidas pelos beirais e pelas pérgulas (Figura 33).

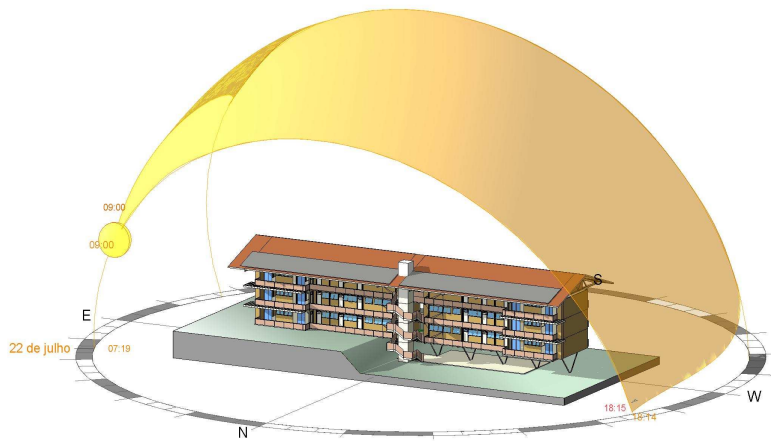


Figura 33 - Simulação computadorizada, feita pelos Softwares Revit e Sketchup, do percurso solar na abóbada celeste do solo sobre um dos edifícios residenciais.

No Quadro 16 apresenta-se um trecho do LEED referente à categoria Sítio Sustentável com os pré-requisitos, os créditos e as decisões de projeto relacionadas.

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - Sustainable Sites)	
Pré-requisitos e Créditos	Decisões de projeto relacionadas
Pré-requisito 1 – Prevenção da poluição causada pela construção.	Construção em estrutura metálica, para evitar desperdícios e proporcionar maior velocidade à construção.
Crédito 1 – Seleção de áreas.	Terreno com pontos visuais importantes para priorizar a qualidade de vida.
Crédito 2 – Desenvolvimento urbano.	Área de desenvolvimento urbano consolidado, servida de água, esgoto, energia e transporte.
Crédito 3 – Desenvolvimento das áreas contaminadas.	-
Crédito 4 – Transporte alternativo (público, bicicletas, veículos eficientes, veículos menos poluentes) e local para estacionamento.	Serviços de transporte público por meio de ônibus municipais e intermunicipais.
(continua)	

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - <i>Sustainable Sites</i>)	
Pré-requisitos e Créditos	Decisões de projeto relacionadas
Crédito 5 – Desenvolvimento do sítio (proteção ou recuperação do habitat e maximização de espaços abertos).	Área com uma lagoa a ser recuperada e preservada.
Crédito 6 – Gestão de água da chuva (quantidade e qualidade controlada).	Edifícios soltos do terreno para permitir a permeabilidade da água das chuvas. Previsão de um sistema de captação das águas pluviais para reaproveitamento.
Crédito 7 – Redução de ilhas de calor (através de coberturas ou de outras formas).	Edifícios secundários com teto verde, áreas pavimentadas limitadas aos passeios, estacionamentos reduzidos para receber concregrama.
Crédito 8 – Redução de poluição luminosa.	Esquadrias em vidro e venezianas.
(conclusão) Quadro 16 - Itens do <i>checklist</i> LEED NC para categoria sítio sustentável e itens considerados no ensaio.	

5.7 PARTIDO ARQUITETÔNICO

Nas Figuras 34, 35 e 36, observa-se que o partido arquitetônico utilizado compreende edifícios baixos, com uma linguagem contemporânea, de modo que o respeito pela natureza e o contato com ela podem ser explorados.



Figura 34 - Imagem geral mostrando todos os edifícios vistos da rua.



Figura 35 - Vista geral da lagoa, mostrando a área de lazer, o café e os edifícios residenciais.



Figura 36 - Vista dos edifícios residenciais mostrando a estrutura contraventada na base, as pérgolas protetoras na fachada posterior e a ventilação eólica no topo dos edifícios.

A área permeável ocupa 70% da área útil do terreno. O estacionamento, em cuja pavimentação será adotado o concregrama⁸, foi previsto com apenas uma vaga por morador. Outro ponto amplamente valorizado foi o conforto térmico. Assim, todas as decisões tomadas consideraram estudos quanto à ventilação e à insolação.

Foi prevista a colocação de coleta seletiva em todos os edifícios, com lixeiras destinadas a separar os resíduos (papel, vidro, plástico e perecíveis).

Priorizou-se o uso de materiais regionais para redução da energia destinada a transportá-los. Na alvenaria, serão utilizados blocos de solo cimento, que não necessitam de argamassa de assentamento. No exterior, os blocos ficarão com a aparência natural e, no interior, serão revestidos de uma argamassa de gesso pintado; as áreas molhadas receberão revestimento cerâmico. Todas as paredes internas serão em *Dry Wall*⁹, que torna os espaços mais flexíveis, e assim podem ser executadas em menos tempo que com a alvenaria convencional.

A forma arquitetônica adotada consiste em edifícios horizontais e lineares, cujo eixo principal se situa no sentido leste/oeste, ou seja, as fachadas maiores ficarão voltadas para o norte e para o sul. A orientação da cobertura dos edifícios principais apresenta-se com duas águas, uma delas voltada para o norte, o que propicia a utilização de painéis solares.

Os ventos dominantes e os pontos visuais são preservados com o posicionamento dos edifícios (Figura 37), que foram espaçados de forma alternada. Todos os ambientes principais terão ventilação cruzada, esquadrias em vidro e venezianas.

Os edifícios são dispostos soltos no terreno, em forma de pilotis, com a estrutura em aço contraventada.¹⁰ Esse cuidado, juntamente com os relativos à drenagem perto das paredes que tocam o terreno natural, permite que as águas das chuvas sejam captadas e direcionadas para a rede pluvial pública.

⁸ Concregrama: bloco de concreto com formato vazado, destinado a permitir o plantio de grama no seu interior.

⁹ *Dry Wall*: paredes construídas a seco, constituídas de painéis (que podem ser de placas cimentíceas, gesso acartonado ou madeira) e estrutura de aço.

¹⁰ Contraventada: refere-se à presença de elementos dispostos em diagonal, a fim de travar os elementos como um todo.



Figura 37 - Imagem mostrando os edifícios dispostos de forma alternada e soltos do terreno.

Para impedir que a estrutura perca a estabilidade, já que toca no solo em pontos centrais nos eixos estruturais, foram previstas paredes estruturais no subsolo, em alguns pontos estratégicos.

A flexibilidade dos espaços consiste em outra característica da proposta. Compreende a abertura dos ambientes uns para os outros de tal forma que permita vários usos e a integração dos espaços.

A redução da carga térmica será feita por meio de elementos sombreadores, como beirais, pérgolas, venezianas e grelhas de madeira, dispostos nos frontões e nos guarda-corpos. A luz natural será explorada para os ambientes internos. As esquadrias permitem o controle da quantidade de luz e ventilação natural pelos usuários, pois impedem que o ambiente fique todo escuro com as venezianas fechadas, ou parcialmente iluminado naturalmente, quando abertas ou fechadas com as folhas de vidro. A iluminação artificial funciona de forma complementar durante o dia. O uso de ar condicionado será permitido através de *splits* (com as unidades externas colocadas no nível térreo), mas pode ser minimizado, já que todos os ambientes principais terão ventilação cruzada.

A utilização de madeira, alvenaria e aço juntos também pode ser vista como um ponto inovador, pois o partido procurou tirar proveito das propriedades de cada um desses materiais (Figura 38). Os impactos ambientais das construções podem ser minimizados com a utilização de materiais menos poluentes, com o projeto e a execução de edifícios duráveis, com a utilização de aço (reciclável), que deve ser

patinável e pré-pintado, ou de cimento CP III (com adição de escória de alto-forno como agregado), através de um bom desempenho térmico e do uso de madeira de reflorestamento.



Figura 38 - Imagem mostrando ampliação dos edifícios vistos da lagoa, onde se observa o uso de materiais diversos (aço nas estruturas e pérgolas, concreto nas lajes [stainless steel deck] e madeira nos guarda-corpos, madeiramento no telhado e grelha nos frontões).

A iluminação artificial especificada deve permitir boas condições de visibilidade, boa reprodução de cores, economia de energia elétrica, facilidade de manutenção. A utilização de sensores de presença deve contribuir para que não haja desperdício de energia, tudo isso para garantir uma boa qualidade de vida às pessoas.

As instalações hidrossanitárias têm como diretrizes o uso racional de água pelo aproveitamento da água da chuva e o uso de sistemas economizadores, como bacias com válvulas, metais especiais e sistemas Pex.

Para apresentação dos desenhos foram utilizados programas, por meio dos quais é possível simular perspectivas, insolação, pontos visuais que contribuem para a tomada de decisões, assim como auxiliam na compreensão do projeto. Entre os programas utilizados nos desenhos pode-se citar o AutoCAD 2010, o *Sketchup* 7, o Revit 10 e o *Photoshop* 7.

5.8 SISTEMAS CONSTRUTIVOS E TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS ADOTADAS

Todas as tecnologias construtivas foram escolhidas mediante estudos das vantagens e limitações de cada opção, a fim de atender a demanda requerida em um empreendimento baseado em conceitos sustentáveis.

A seguir, descrevem-se os sistemas e as tecnologias selecionadas para serem empregadas no projeto, com suas respectivas justificativas, tomando como base os conceitos estudados na versão do LEED utilizada.

5.8.1 Serviços Preliminares

Desde os serviços preliminares, deve-se pensar em como racionalizar as atividades a fim de reduzir o tempo de obra e os custos. Primeiramente procede-se à limpeza do terreno, procurando preservar todas as árvores, exceto aquelas indispensáveis à implantação dos edifícios. Profissionais especializados devem encarregar-se do replantio das árvores de maior envergadura no próprio terreno.

O planejamento do canteiro de obras é também muito importante. Um aspecto a ser considerado diz respeito ao estacionamento, que deverá ficar livre de construções ao longo de toda a obra. É preciso prever também a implantação de coleta seletiva dos resíduos da obra, com a finalidade de reciclar diversos materiais, como os metais, a madeira, o concreto e o alumínio.

Como o tapume e o canteiro são construções provisórias, devem ser executados com painéis prensados, reciclados de caixas de papelão (Tetraplac). Os sanitários serão construídos em alvenaria, com blocos de solo cimento (que não necessitam de argamassa de assentamento) e cobertura em telha ecológica da marca Onduline (de fibra vegetal).

Recomenda-se o estudo dos fluxos dos serviços no projeto executivo, visando à redução das distâncias e à otimização do tempo e do pessoal.

5.8.2 Demolição e Movimentação de Terra

No local escolhido não existem edificações a ser demolidas, mas a movimentação de terra prevista foi minimizada, com a definição dos níveis de cada torre conforme as curvas de nível da topografia (ver as Figuras 39 e 40, com cortes longitudinal e transversal do terreno com as edificações). Além disso, todos os edifícios devem ser soltos do chão para não prejudicar a permeabilidade do terreno.

Os edifícios residenciais terão, no primeiro pavimento, a área de lazer em pilotis, a portaria e a cisterna. Como esses ambientes são abertos, os edifícios encontram-se soltos do terreno, permitindo o aproveitamento de pontos visuais e a ventilação natural para as pessoas que transitam no exterior.

Quando se soltam os edifícios do solo, melhora-se também a drenagem das águas da chuva, o que, nesse caso, é muito importante para evitar a contaminação da lagoa. Estão previstas também canaletas coletoras das águas pluviais, cuja finalidade é evitar a formação de poças e inundações. Essas canaletas serão executadas com dutos perfurados, inseridos em valas com areia e brita, e são projetadas para levar as águas até as caixas de passagem coletoras e, por fim, à rede coletora de águas pluviais públicas.



Figura 39 - Elevação 1, com corte longitudinal do terreno mostrando os edifícios.

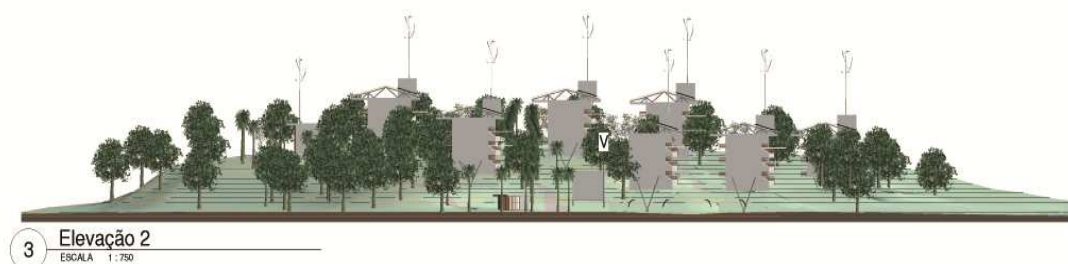


Figura 40 - Elevação 2, com corte transversal do terreno mostrando os edifícios.

5.8.3 Fundações e Sistema Estrutural

Para a racionalização do sistema construtivo, foi pensado o lançamento dos pilares de forma modulada, o que facilitaria a sua locação e execução, como se pode observar nas Figuras 41, 42, 43 e 44. Os poucos pontos de apoio no solo têm a função de agredir o mínimo possível o terreno e proporcionar leveza ao partido estético. A caixa de escada que toca o chão favorece o equilíbrio e proporciona estabilidade ao conjunto arquitetônico.

A estrutura dos edifícios utiliza dois materiais principais, o concreto e o aço. O concreto armado será empregado nas fundações, nas lajes, que serão do tipo *stell deck*¹¹, e nas pavimentações em geral. O aço é o material predominante, pois será usado em todos os pilares, vigas, calhas, rufos e pergolados. Sua escolha pode ser justificada por se tratar de um material reciclável, e seu uso proporciona precisão e velocidade à obra, minimizando assim o desperdício de tempo e de materiais.

Para todo concreto a ser utilizado foi especificado o cimento tipo CPIII¹², cuja matéria prima é a escória de alto-forno, que é um resíduo da indústria metalúrgica.

¹¹ *Stell Deck* – Laje tipo mista, constituída de uma lâmina de aço com forma sextavada, colocada na porção inferior, e uma camada de concreto armado por cima.

¹² Cimento CP III – Contém escória de alto-forno em sua composição e apresenta maior impermeabilidade e durabilidade, baixo calor de hidratação e alta resistência à expansão, devido à reação álcali-agregado, além de ser resistente a sulfatos. É um cimento que pode ter aplicação geral em argamassas de assentamento ou revestimento, argamassa armada de concreto simples, armado, protendido, projetado, rolado, magro e outros (ABNT, 1991).

Pelas características do terreno, foi definida a fundação direta, por meio de sapatas de concreto armado. A fundação em concreto receberá encaixes, nos quais será fixada a estrutura metálica dos pilares.

Para a realização do projeto executivo, recomenda-se a realização de uma sondagem no local, com dois a três furos para cada edifício. Mediante essa sondagem, deverá ser confirmada pelo engenheiro estrutural a viabilidade de o projeto estrutural contemplar a fundação direta, conforme sugerido neste ensaio.

Optou-se por uma construção em estrutura metálica nos pilares e vigas, pelas seguintes razões:

- a execução é mais rápida e precisa, evitando-se desperdícios;
- a estrutura vem pronta de fábrica, necessitando apenas ser montada, evitando fôrmas, grande quantidade de resíduos e mais poluição;
- o aço é um material reciclável;
- apesar de o custo ser maior, as vantagens com relação à economia de mão de obra e de outros materiais em virtude de sua confecção fazem com que seu uso seja considerado viável.



Figura 41 - Planta dos apartamentos de três quartos e de dois quartos.

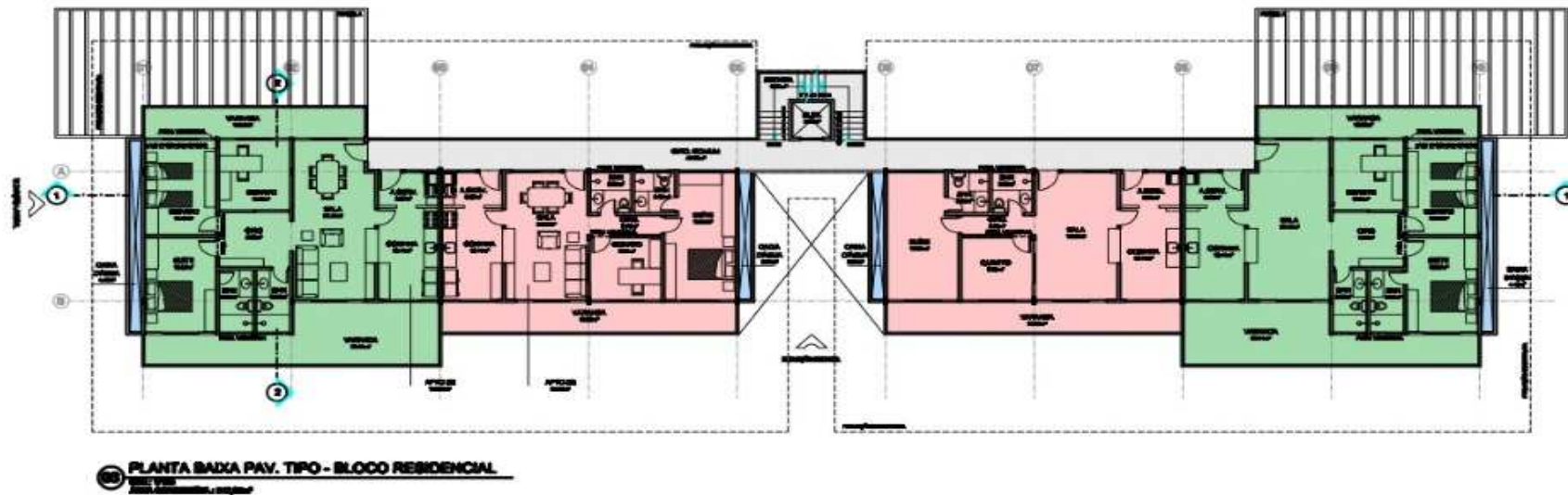


Figura 42 - Planta baixa do pavimento-tipo, mostrando os dois apartamentos: um de dois quartos e outro de três.



Figura 43 - Seção do edifício residencial mostrando os eixos estruturais.

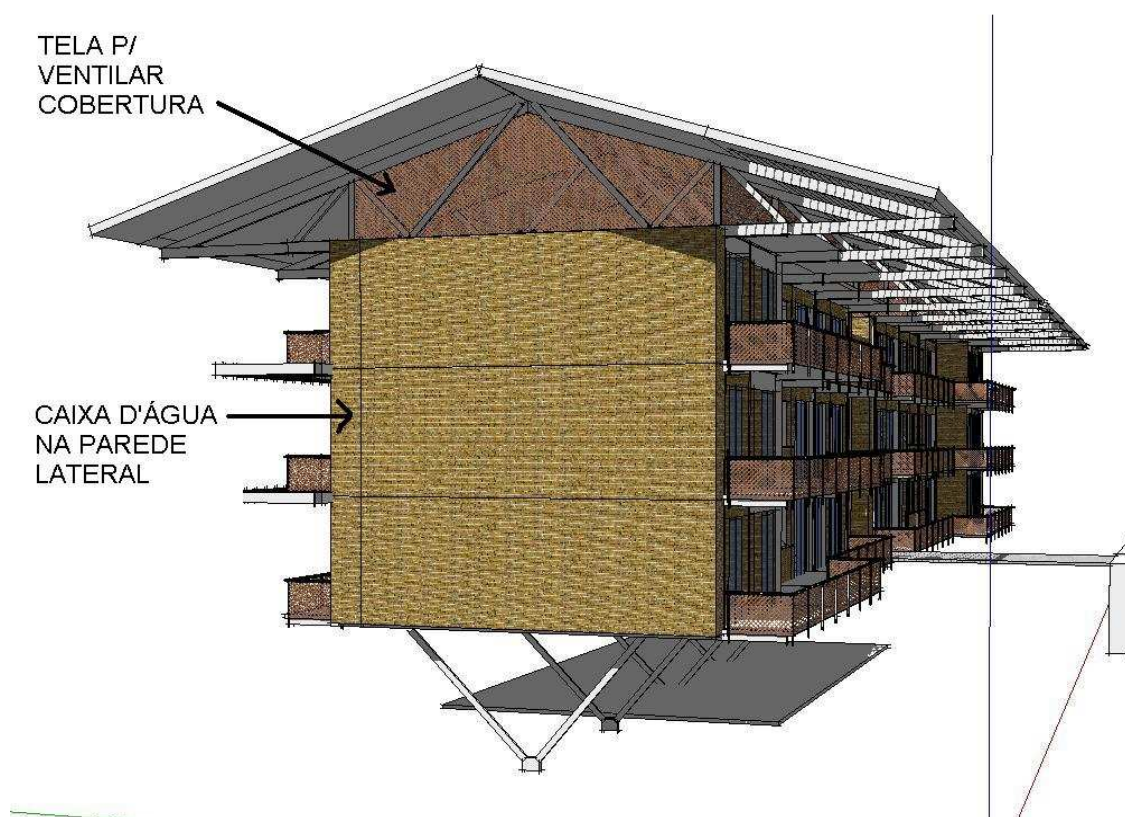


Figura 44 - Perspectiva mostrando as fachadas laterais com a parede dupla.

5.8.4 Vedações e Conforto Ambiental

Como a estrutura foi disposta em uma modulação ortogonal, as paredes também seguem os mesmos eixos. As aberturas foram planejadas de forma a realizar o mínimo possível de recortes nos blocos cerâmicos vazados, de solo cimento, evitando assim o acúmulo de resíduos. Por exemplo, se se utilizam blocos com dimensão 9x18cm, os peitoris ficam com 108cm para que não ocorram recortes.

As justificativas que levaram à escolha desses blocos para as paredes externas são o fato de não precisarem de argamassa de assentamento, já que são encaixados uns nos outros; o comportamento quanto ao desempenho térmico, considerado bom, pois dispõem de furos para passar as instalações e criar um colchão de ar (isolante); a facilidade de encontrá-los nas proximidades, pois se trata de um material regional.

Uma vez assentados, os blocos receberão revestimento interno em argamassa de gesso, nas áreas secas, e de argamassa cimentícia, nas áreas molhadas.

Com o planejamento da paginação dos blocos, a ser realizado no projeto executivo, serão alcançadas as seguintes vantagens: ausência de improvisação, redução de desperdício de tempo na obra, facilidade na colocação das tubulações hidrossanitárias e elétricas, controle da precisão dos espaços e da qualidade do produto final com relação a dimensões, prumo e acabamento (Figuras 45 e 46).



Figura 45 - Varanda dos apartamentos.



Figura 46 – Vista geral dos edifícios residenciais mostrando os materiais utilizados nas fachadas (blocos de solo cimento, madeira nos frontões e nas varandas e estrutura em aço).

Para a confecção das paredes internas será adotado o sistema *Dry-wall*, ou seja, paredes de gesso ou painéis cimentícios (nas áreas molhadas) que envolvem uma estrutura leve de aço. Para justificar tal uso, apontam-se as seguintes razões: trata-se de um material facilmente retrátil e flexível, adequado para passagem de tubulações; permite um bom encaixe com a estrutura em aço; proporciona menos resíduos, pois vem organizado de fábrica para ser montado na obra. Como limitações pode-se citar a necessidade de instalação de reforços para a fixação de armários e prateleiras e de uso de poliuretano em seu interior para um bom isolamento acústico.

Decisões sobre a ventilação cruzada e a pequena profundidade do edifício também contribuíram para melhoria do conforto nos ambientes, conforme o critério 1 (otimização do desempenho energético) da categoria energia e atmosfera do LEED NC.

Foram consideradas na pesquisa as recomendações da NBR 15.220-2005 – Desempenho térmico das edificações, zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social (apesar de o objeto de estudo tratar de habitações multifamiliares), conforme mostram os Quadros 17 e 18.

Estação do Ano	Recomendação para zoneamento bioclimático brasileiro	Observações
Verão	Eliminação da umidade dos ambientes.	As sensações térmicas são melhoradas mediante a retirada da umidade dos ambientes, que pode ser obtida pela renovação do ar interno por ar externo através da ventilação.
	Ventilação cruzada permanente.	A ventilação cruzada é obtida por meio da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Deve-se procurar tirar proveito dos ventos predominantes na região (neste caso, o nordeste) e também de possíveis interferências do entorno.

Quadro 17 - Estratégias de condicionamento térmico para a zona bioclimática 8 (Brasil).

Fonte: ABNT (2005, apud ARAÚJO, 2009, p. 168).

Nota: Dados adaptados pela autora.

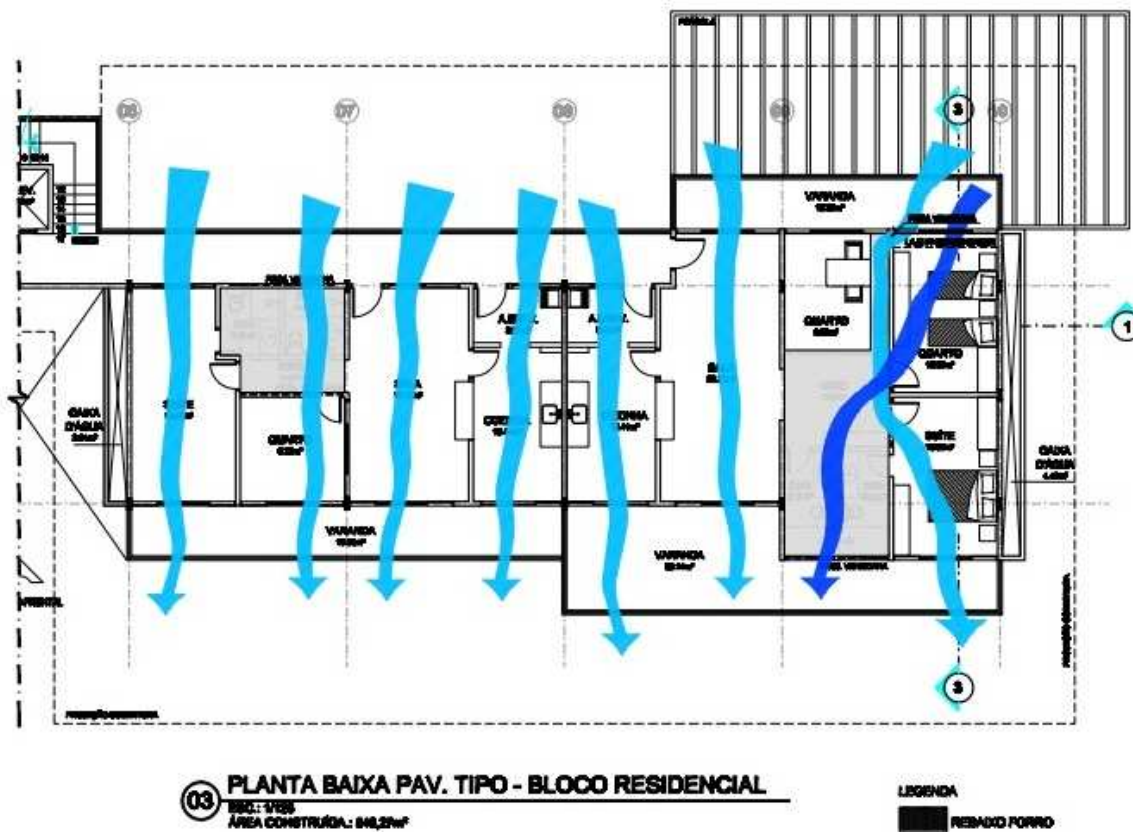
Elementos construtivos	Recomendação para zoneamento bioclimático brasileiro	
Aberturas para ventilação	Grandes.	Sombrear as aberturas.
Paredes	Leves e refletoras.	
Cobertura	Leve e refletora $U \leq 3,60$.	Coberturas com telhas de barro, sem forro, podem ser aceitas, desde que as telhas não sejam pintadas nem esmaltadas. Também serão aceitas coberturas com transmitância térmica acima dos valores tabulados, desde que contenham aberturas para ventilação em, no mínimo, beirais opostos, ou que ocupem toda a extensão das fachadas respectivas.

Quadro 18 - Diretrizes construtivas para a zona bioclimática 8 (Brasil).

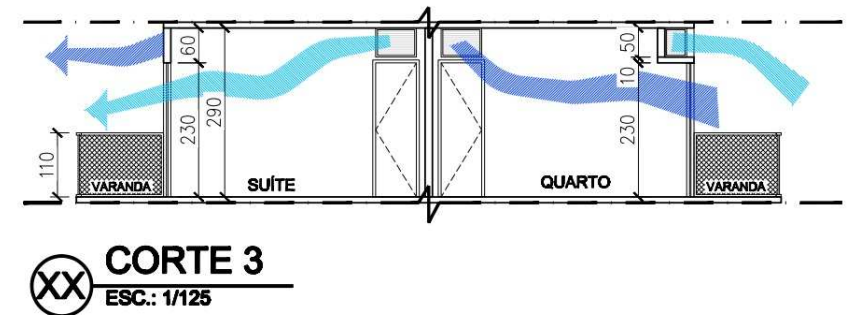
Fonte: ABNT (2005, apud ARAÚJO, 2009, p. 168).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Nas Figuras 47a e 47b, apresenta-se a solução adotada para proporcionar ventilação cruzada em todos os ambientes principais. Com a entrada de ar vindo do nordeste (predominante no Espírito Santo), foram criadas saídas opostas em forma de janelas de correr, ou venezianas fixas dispostas sobre o forro em gesso. Sobre as portas dos quartos no apartamento de três quartos há também venezianas, destinadas a permitir o escoamento da ventilação por cima do forro. Na Figura 48, apresenta-se a implantação dos edifícios mostrando o percurso da ventilação entre os edifícios.



(a)



(b)

Figura 47 - Planta (a) e corte (b) com a ventilação cruzada dos apartamentos.

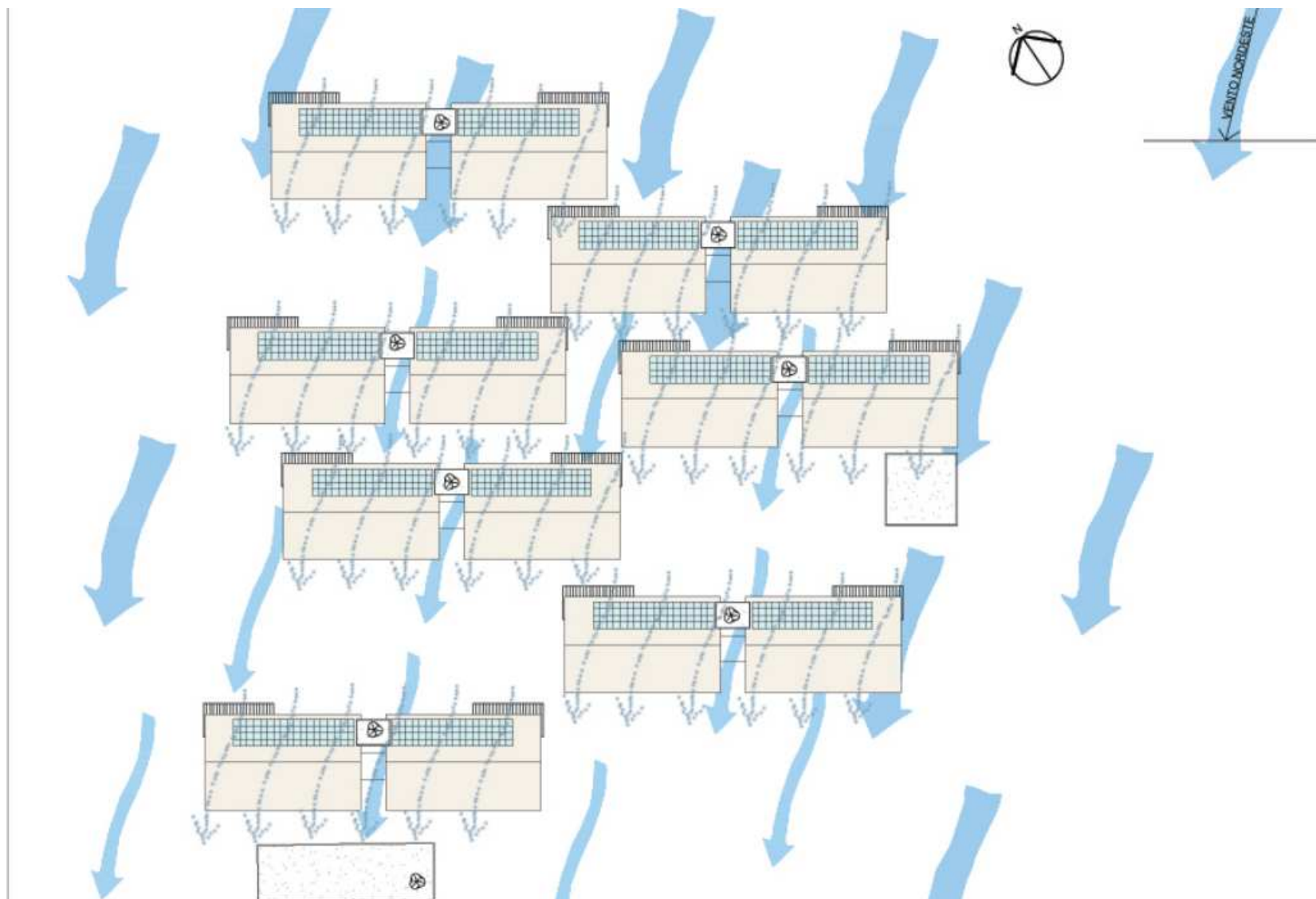


Figura 48 - Planta de implantação mostrando ventilação entre os blocos principais.

5.8.5 Cobertura

Nos edifícios principais, optou-se pela cobertura de barro branco, que contribui para amenizar os efeitos do reflexo do sol, aquecendo menos, por proporcionar um bom desempenho térmico e por ter uma adequada inclinação para a colocação de placas solares, conforme previsto no critério 6 (uso de tecnologias renováveis e pouco poluentes) da categoria energia e atmosfera do LEED NC (Figura 49).

Para melhorar o desempenho dessas coberturas, foi projetado um colchão de ar ventilado através de treliças de madeira localizadas nos frontões. Todos os edifícios residenciais receberão calhas para captação de águas da chuva. Essas calhas levarão as águas para cisternas localizadas nas paredes transversais do edifício, funcionando como um colchão de água, que melhora também o desempenho térmico do interior.

Para os edifícios secundários, tais como o de lazer, a guarita, o café e o centro comercial, foram previstas lajes impermeabilizadas com cobertura “verde”, que proporcionam uma ambiência adequada e contribuem para um bom isolamento térmico.

A Figura 50 ilustra uma conformação para coberturas “verdes”, ou seja, uma laje impermeabilizada com cobertura vegetal sobre ela.

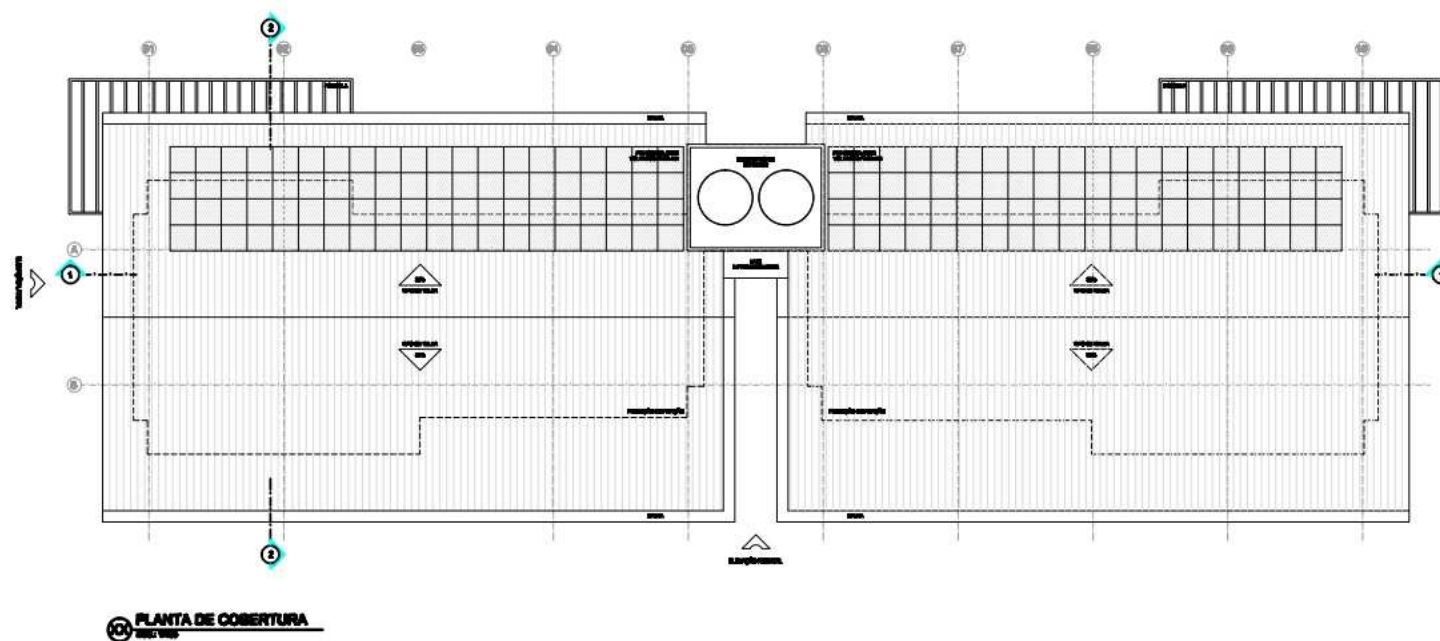


Figura 49 - Planta de cobertura dos edifícios residenciais.

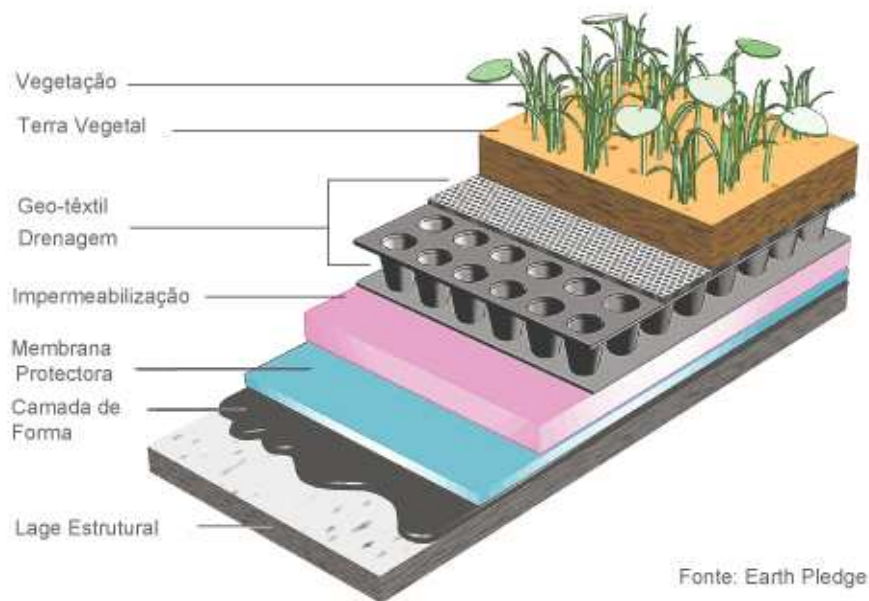


Figura 50 – Detalhe de uma cobertura “verde”.

Fonte: *Earth Pledge* (Acesso em 12 nov. 2010).

5.8.6 Esquadrias e Guarda-Corpos

As esquadrias foram projetadas de forma tal que todos os ambientes recebessem ventilação cruzada. Foram dispostas algumas janelas altas, com venezianas, para eliminar o ar quente que entra pelas esquadrias principais, conforme se observa na Figura 51.

Os cômodos principais, tais como salas e quartos, receberam portas que os comunicam com as varandas. Essas portas têm folhas com vidro e com venezianas, que permitem a ventilação e a iluminação natural dos ambientes, conforme a necessidade. Foi definida a utilização de esquadrias de alumínio, um material reciclável, de fácil manutenção e resistente a intempéries.

Para as vedações dos frontões e para os guarda-corpos, foi definida a utilização de treliças de madeira de reflorestamento. Sua função é vedar e permitir a ventilação

para oferecer maior conforto térmico. Outro ponto importante é a harmonia com a natureza, proporcionada pela madeira.

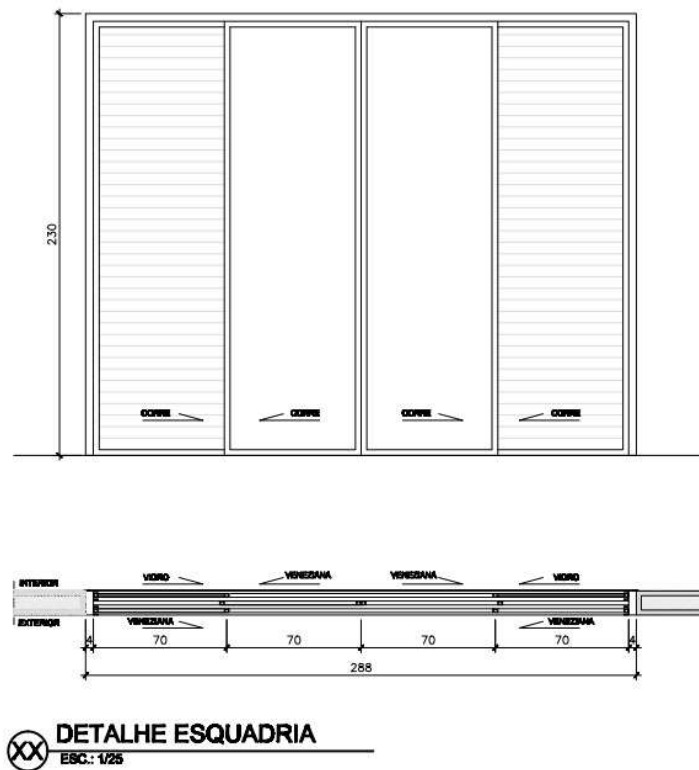


Figura 51 - Detalhe da esquadria mais utilizada nos edifícios residenciais.

5.8.7 Reúso da Água e Equipamentos Hidrossanitários

Em atendimento ao critério 6 (reaproveitamento das águas da chuva) da categoria sítio sustentável do LEED NC, previu-se o reaproveitamento das águas pluviais. Como se recomenda que a captação das águas da chuva para esse fim seja feita somente nos casos de superfícies de captação (coberturas ou lajes impermeabilizadas) acima de 576,00m², optou-se por aproveitar essas águas somente nos edifícios residenciais. Segundo Gonçalves (2006), entre as possíveis situações de aproveitamento estão:

- a irrigação de jardins, sem necessidade de nenhum tratamento;

- a prevenção de incêndio e o condicionamento de ar, sendo necessários cuidados para manter o equipamento de estocagem e a distribuição em condições de uso;
- o abastecimento de fontes e lagoas, o uso em descargas de banheiros, lavagem de louças, lavagem de carros, sendo necessário o tratamento higiênico, devido ao possível contato do corpo humano com a água;
- o uso em piscinas, banhos, consumo humano e preparo de alimentos, sendo necessária a desinfecção, pois a água é consumida direta ou indiretamente.

Definiu-se que a água a ser reusada no projeto serviria para jardinagem, caso em que não haveria necessidade de tratamento; prevenção de incêndio e descargas nos vasos sanitários, (que requerem cuidados para estocagem e distribuição da água em condições de uso). Não será reusada a água na lavagem de louças e carros, já que, para tanto, há necessidade da instalação de uma estação de tratamento higiênico antes da utilização. Também não será reutilizada a água em banhos, consumo humano e preparo de alimentos, pois o tratamento seria ainda mais sofisticado e não foi considerado viável.

A água captada nos telhados passará por cisternas localizadas nas paredes laterais dos edifícios residenciais e será encaminhada a uma estação de tratamento para higienização. Posteriormente ela retornará para servir aos usos especificados anteriormente. Está prevista também a colocação de caixas d'água de aço inox no telhado de cada edifício, para abastecimento pela CESAN, destinadas a suprir os outros usos e complementar a água tratada. Os edifícios menores, que terão teto verde, não terão captação de água da chuva para reúso, porém poderão receber água da estação de tratamento e de caixas d'água localizadas em uma torre isolada e destinadas ao abastecimento desses edifícios.

Os equipamentos a serem especificados no projeto executivo dispõem de tecnologias que favorecem a redução do consumo de água ao longo de seu tempo de uso, conforme o critério 2 (tecnologias inovadoras para evitar o desperdício de água) da categoria eficiência do uso da água do LEED NC. No Quadro 19 podem-se observar os equipamentos a serem adotados no projeto para economia de água.

Equipamentos hidrossanitários ecoeficientes		
Equipamentos	Descrição	Aplicação
Torneiras e de lavatórios de cozinha	Dispõem de arejadores que permitem controlar a vazão e melhor distribuição de água.	Para as cozinhas comuns e privativas. As áreas de serviço e tanques com torneiras externas destinadas à limpeza não receberão o sistema, pois precisam de fluxos maiores de água.
Válvulas de descarga econômicas	Encontram-se nas bacias sanitárias com caixa acoplada, ou em válvulas para bacias sem caixa. Consistem em um conjunto com dois botões distintos, a serem contemplados conforme a necessidade de maior ou menor fluxo. O desenho da bacia também é um ponto importante para uma vazão eficiente.	Aplicam-se a todas as bacias sanitárias das áreas privativas e comuns. Optou-se por adotar a bacia com caixa acoplada. O uso de bacias sem caixa só é recomendável nos edifícios públicos que são sujeitos a depredação.
Torneiras acionadas por sensor infravermelho	Controlam a vazão e o tempo de acionamento.	Em lavatórios destinados às áreas comuns.
Mictórios	Encontram-se disponíveis mictórios com acionamento automático hidromecânico, ou seja, mictórios cuja descarga se dá automaticamente, sem a necessidade do toque. Proporcionam grande economia e higiene.	Em sanitários masculinos nas áreas comuns.
Chuveiros com fechamento automático	Consistem em um equipamento que é ligado por um tempo de acionamento determinado. Caso seja necessário mais água, o botão é acionado novamente.	Para as áreas privativas e comuns, pois contribuem para uma grande economia de água, já que o fluxo de água não ocorre desnecessariamente.

Quadro 19 - Equipamentos hidrossanitários que contribuem para a economia de água.

Fonte: Araújo (2009).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Para as tubulações, definiu-se o uso de polietileno reticulado flexível, da marca PEX. O uso do PVC deve ser evitado, pois é um plástico derivado do sal marinho (57%) e do petróleo (43%), que consome em sua fabricação uma grande quantidade de recursos naturais. O sistema de polietileno é mais vantajoso por ter baixa densidade, por permitir que as junções se realizem mediante conexões metálicas rosqueáveis e duráveis e por demandar manutenção mais simples e segura.

Recomendou-se que o projeto executivo contemplasse informações adicionais para os moradores, destinadas a instruí-los quanto à importância e às formas de economizar água, especialmente a potável.

O uso de caixas d'água na posição vertical localizadas nas fachadas laterais dos edifícios destina-se a contribuir para o reaproveitamento das águas da chuva e proporcionar maior conforto térmico.

No Quadro 20 apresenta-se um trecho do LEED referente à categoria eficiência do uso da água com os pré-requisitos, créditos e decisões de projeto relacionadas.

Categoria Eficiência do Uso da Água: 7% (WE - <i>Water Efficient</i>)	
Créditos	Decisões de projeto relacionadas
Crédito 1 – Paisagismo com uso eficiente de água (redução de 50%), com uso não potável e com uso diferente do destinado à irrigação).	A água da chuva será captada para irrigar os elementos do paisagismo e ser reaproveitada nas descargas sanitárias.
Crédito 2 – Tecnologias inovadoras para evitar o desperdício de água	Serão usadas torneiras e chuveiros automáticos.
Crédito 3 – Redução do uso de água potável (20 a 30% de redução).	Mediante reaproveitamento.

Quadro 20 - Itens do *checklist* LEED NC para categoria eficiência no uso da água para novas construções e itens considerados no ensaio.

Fonte: USGBC (2009b).

Nota: Dados adaptados pela autora.

A Figura 52 mostra, por meio de um corte esquemático, o sistema de captação de águas da chuva para o projeto em estudo.

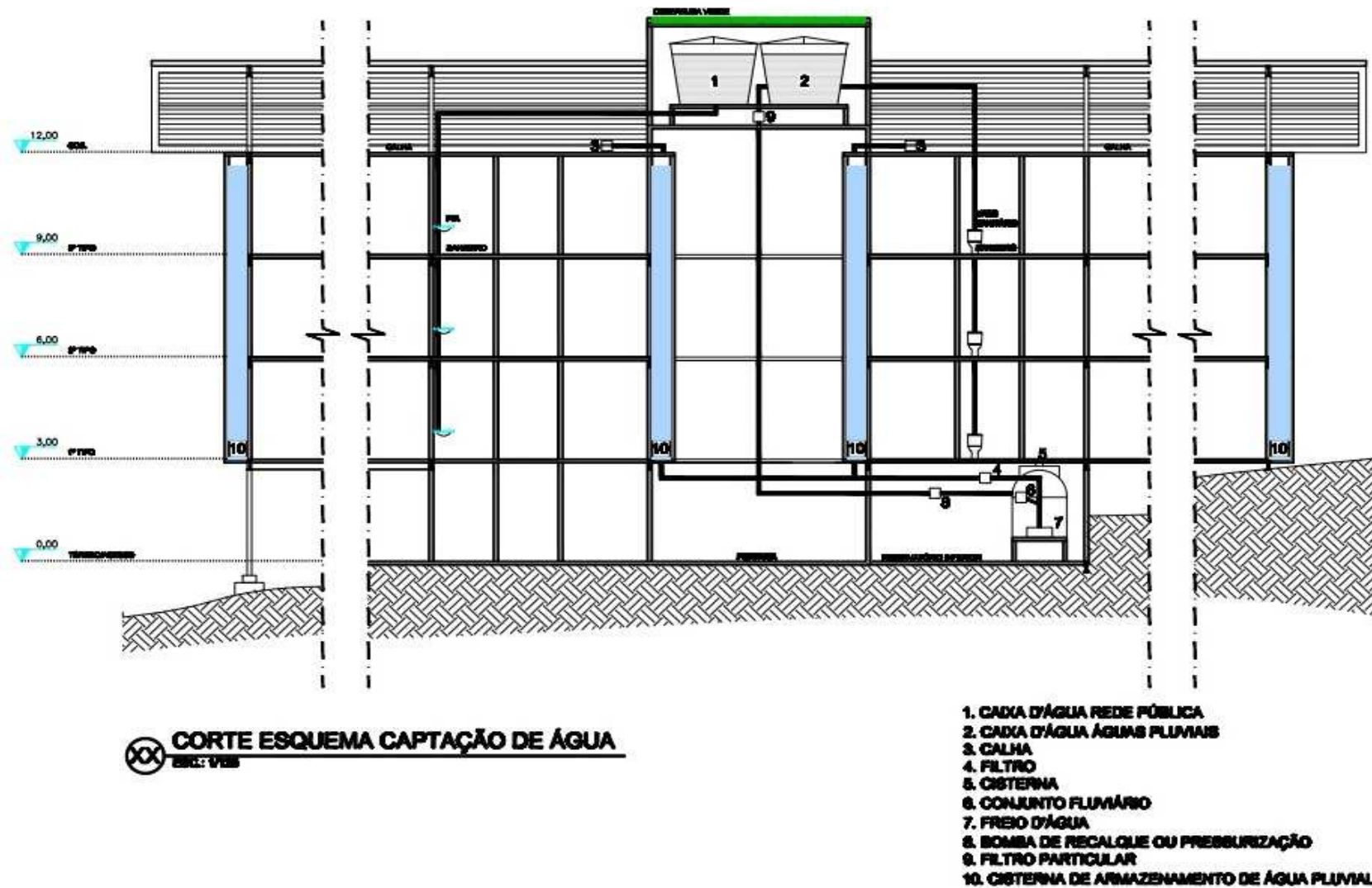


Figura 52 - Corte esquemático da captação de água.

5.8.8 Uso de Energia Limpa e Uso de Equipamentos Elétricos e de Iluminação Eficientes

a) Uso de Fontes de Energia Limpa

O projeto propõe uma série de ambientes privativos e públicos com demandas distintas de iluminação. Este trabalho não apresentará projetos elétricos nem luminotécnicos, mas se limitará a propor recomendações, especialmente para as áreas não privativas. Definiu-se pela utilização de duas fontes de energia limpa no projeto: a energia solar, nos edifícios residenciais, e a de turbinas eólicas, no topo dos edifícios (Figuras 53 e 54).



Figura 53 - Placas solares nos edifícios residenciais.

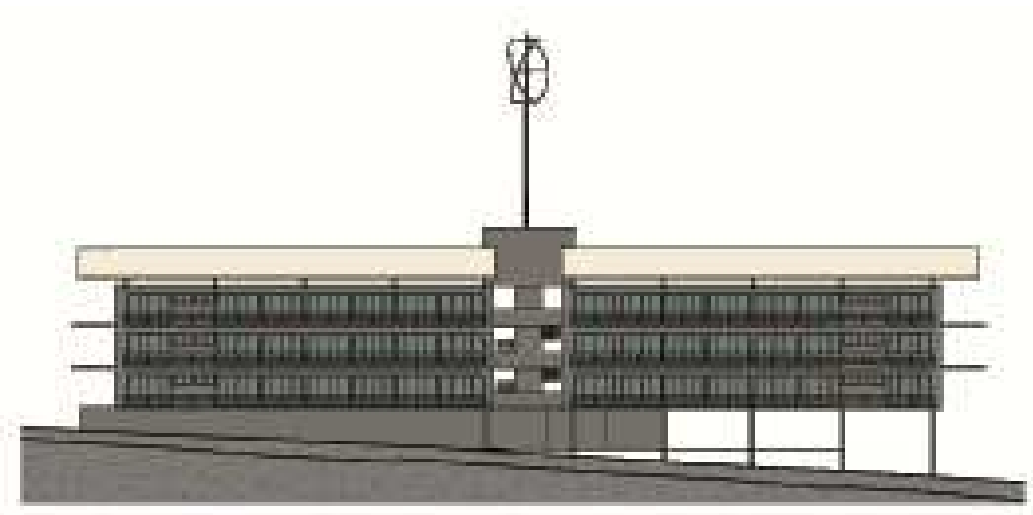


Figure 54 - Vista frontal dos edifícios residenciais mostrando a turbina eólica 10m acima do telhado, conforme recomendação do fabricante.

b) Uso de Equipamentos Elétricos e de Iluminação Eficientes

O ato de iluminar adequadamente um ambiente está na sensibilidade de atender a necessidade de cada ambiente e na atmosfera que se deseja criar. Para isso é necessária a escolha adequada a cada situação. A iluminação natural deve procurar suprir as necessidades básicas de cada ambiente durante o dia, a fim de proporcionar um ganho na eficiência energética dos edifícios.

Em um ambiente residencial é preciso ter em mente a finalidade que se deseja alcançar com a iluminação, pois a luz artificial pode ser usada para escurecer, iluminar, criar sombras e cor. O projeto deve resguardar as características de cada ambiente, sua cor, forma e textura, buscando a satisfação do usuário do ponto de vista estético, psicológico e econômico.

Além da especificação cuidadosa das lâmpadas, as especificações de dispositivos para economia de energia são muito importantes sob o ponto de vista da sustentabilidade. Entre eles podem-se citar: sensores de presença e dispositivos de acionamento automático com a ausência de luz do dia.

A iluminação residencial pode ser de três tipos, conforme ilustrados na Figura 55:

- geral: principal fonte de iluminação, é utilizada nos tetos, é luz suave, gera brilho e efeitos de sombras;
- pontual ou de trabalho: é destinada às tarefas que requerem mais foco, como cozinhar e ler, por exemplo; a luz deve ser direcionada e sem ofuscamento;
- decorativa: é utilizada para criar efeito estético.

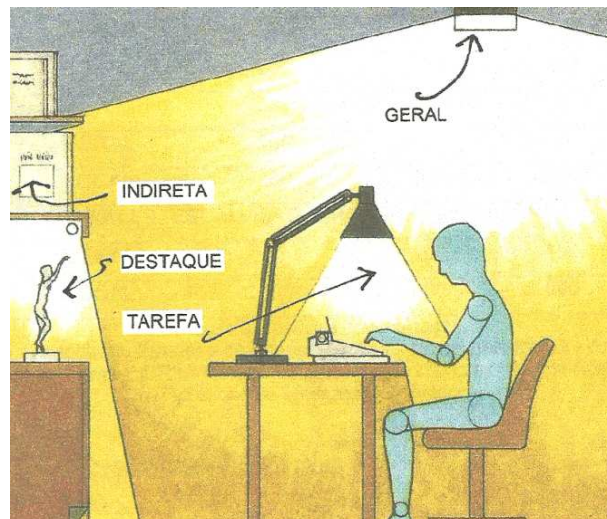


Figura 55 - Formas de luz.
Fonte: Davidson (1997, p. 15).

Na Tabela 4, observam-se os níveis de iluminação recomendados para cada ambiente das residências. Tomando como referência Davidson (1997), apresentam-se diretrizes para cada ambiente residencial.

Tabela 4 - Níveis de iluminação residencial conforme a ABNT, Norma 5461/1992, para iluminação de interiores.

ILUMINAÇÃO DE INTERIORES (NBR – 5413)			
Ambientes	Mínimo (Lux)	Médio (Lux)	Máximo (Lux)
Sala de Estar			
Geral	100	150	200
Local	300	500	750
Sala de Estar			
Geral	100	150	200
Local	200	300	500
Cozinha			
Geral	100	150	200
Local	200	300	500
Banheiros			
Geral	100	150	200
Local	200	300	500
Halls, Escadas e Garagens			
Geral	75	100	150
Local	200	300	500

Fonte: ABNT (1992).

Uma iluminação eficiente deve prever o máximo de aproveitamento da luz do dia em todos os ambientes e contar com uma iluminação artificial que reproduza ao máximo o desempenho da luz do sol, conforme o critério 8 da categoria qualidade do ambiente interno do LEED NC. A iluminação artificial bem planejada está associada principalmente a características térmicas; ao rendimento de todos os seus elementos, tais como lâmpadas, reatores, luminárias; a características arquitetônicas; ao *lay-out*; entre outros.

No Quadro 21, podem-se observar alguns conceitos importantes no que diz respeito à iluminação artificial; no Quadro 22, observam-se os tipos de lâmpadas mais conhecidos, com suas características.

Termos técnicos	Definições
Eficiência luminosa	É o quociente entre o fluxo luminoso emitido em Lumens, pela potência consumida em <i>Watts</i> , ou seja, retrata a quantidade de luz que uma fonte luminosa pode produzir a partir de 1 W de potência.
Índice de Reprodução de Cor (ICR)	É a medida de correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência ao receber uma fonte de luz.
Lúmen	É a medida do fluxo luminoso, a partir de uma fonte de luz pontual, cujo símbolo é lm.
Alto desempenho luminoso	É um aumento da emissão de luz, com pequeno consumo de energia, proporcionado por uma lâmpada.
Candela	É o número total de Lumens emitidos de uma superfície em uma direção determinada.

Quadro 21 - Termos técnicos ligados a iluminação artificial.

Fonte: Araújo (2009).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Tipos de lâmpadas	Características
Fluorescente	É mais econômica, consumindo 80% menos de energia, tem grande durabilidade, aquece pouco o ambiente e oferece opções com baixo ou alto índice de reprodução de cor.
Incandescente	Tem uma excelente reprodução de cor, porém gasta mais energia.
Halógena	É considerada incandescente, tem a luz mais branca, brilhante e uniforme, oferece alta eficiência energética, vida útil grande e é produzida em pequenas dimensões.
Vapor de Mercúrio	É de alta pressão, tem cor branca azulada, é eficiente e tem potências variadas. É usada em vias públicas ou em indústrias.

(continua)

Tipos de lâmpadas		Características
Vapor Metálico		Tem altíssima eficiência energética, excelente reprodução de cor, longa durabilidade e baixa carga térmica. Sua luz é muito branca e brilhante. Existe em versões de alta potência para grandes áreas, com índice de reprodução de cor de até 90%, e de baixa potência, com ótima reprodução de cor, vida útil longa e baixa carga térmica.
Vapor de Sódio		Seu diferencial é a emissão de luz branca, decorrente da combinação dos vapores de sódio e gás xênon, resultando numa luz brilhante como a das halógenas ou com a aparência de cor das incandescentes. Com excelente reprodução de cor, é utilizada em áreas comerciais, hotéis, exposições, edifícios históricos, teatros, <i>stands</i> , etc.
Mista		Composta por um filamento e um tubo de descarga, funciona em tensão de rede de 220V, sem uso de reator. Representa alternativa de maior eficiência para substituição de lâmpadas incandescentes.

(conclusão)

Quadro 22 - Tipos de lâmpadas mais conhecidos.

Fonte: Osram do Brasil Ltda. (1998).

No Quadro 23, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para os *halls* e corredores residenciais.

Halls e Corredores		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
Tem o papel de conduzir o usuário. Em circulações maiores, recomenda-se começar com pouca luz e ir aumentando os níveis gradativamente. A colocação de sensores de presença é indispensável nas circulações públicas que são usadas com menor frequência, para evitar o desperdício	Podem ter dois circuitos, um para iluminação geral e outro para iluminação de destaque.	As arandelas e balizadores são utilizados para marcar os caminhos e criar um ambiente dramático. Tipos de lâmpadas indicados: halógenas, fluorescentes, quando embutidas em sancas, e LEDs, quando utilizadas balizadoras.

Quadro 23 - Iluminação para *halls* e corredores.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

No Quadro 24, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para as salas de estar residenciais. Na Figura 56 a, b e c, ilustra-se a iluminação adequada aos espaços de leitura.

Salas de Estar		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
Como este espaço se destina a atividades diferentes, tais como leitura, conversa, trabalho e televisão, sua iluminação deve estar preparada para tornar o espaço aconchegante e flexível.	Usar circuitos separados e dimerizados.	A iluminação geral deve ser o ponto mais brilhante, criando um plano de fundo para a iluminação de tarefa e a decorativa. As sancas proporcionam uma iluminação indireta adequada aos espaços de convívio, e nelas devem-se utilizar lâmpadas fluorescentes, que são mais econômicas. Os abajures podem ser usados como iluminação de tarefa. Para a iluminação de quadros, as luminárias devem estar distantes de 0,50m a 1m da parede.

Quadro 24 - Iluminação para salas de estar.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

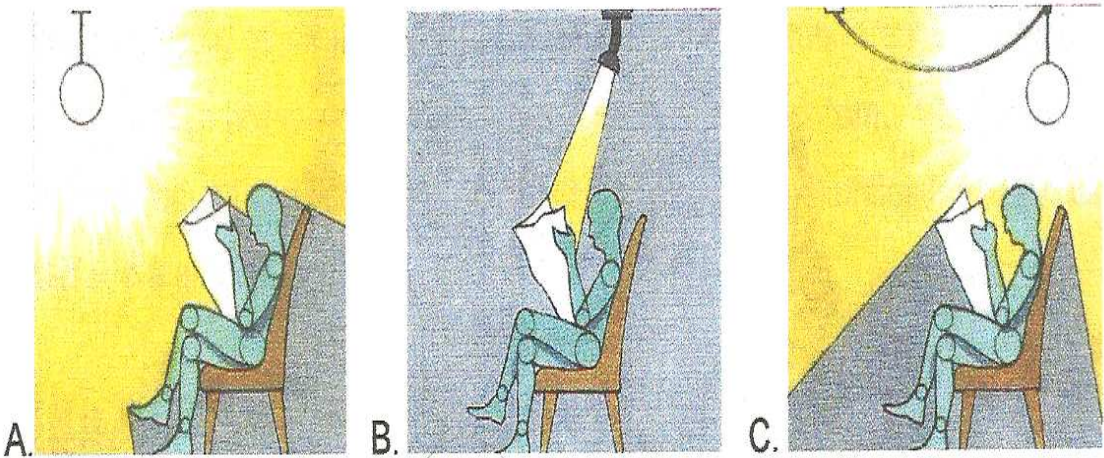


Figura 56 - Iluminação para espaços de leitura.

Fonte: Davidson (1997, p. 87).

No Quadro 25, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para as salas de jantar residenciais. Na Figura 57 a, b e c, observa-se a iluminação da sala de jantar mostrando a altura adequada para os pendentes.

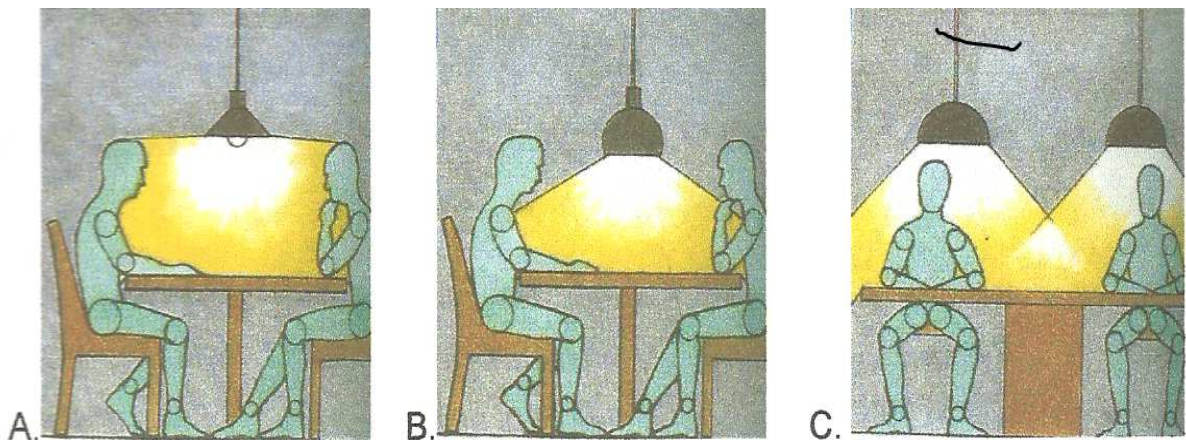


Figura 57 a, b e c - Iluminação para salas de jantar.
Fonte: Davidson (1997).

Salas de Jantar		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
Por se tratar de um ambiente de convívio, a luz deve ser direcionada para a atividade refeição. Não necessita de alta temperatura, de cor e de índice de reprodução por volta de 100% para que se possa enxergar bem a cor dos alimentos.	Não é necessário utilizar um grande número de circuitos, e a utilização de <i>dimer</i> pode suprir a necessidade de variação de níveis de intensidade luminosa.	Recomenda-se a utilização de pendentes com luz indireta, que devem estar a no mínimo 60cm da mesa. Os <i>plafonniers</i> , as luminárias de embutir ou as sancas também podem ser usadas.

Quadro 25 - Iluminação para salas de jantar.
Fonte: Davidson (1997).
Nota: Dados adaptados pela autora.

No Quadro 26, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para as salas de televisão residenciais. Na Figura 58, observa-se a iluminação recomendada para a sala de televisão.

Sala de Televisão		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
O uso da sala de televisão deve permitir também a leitura ou o convívio familiar. Então o ambiente tem que se adaptar a esses usos, sem que se perca de vista o destaque para a atividade principal. Neste ambiente existe a necessidade de iluminação principal e de tarefa. Os demais usos devem ser atendidos, conforme a necessidade, por meio de luminárias embutidas ou abajures.	São necessários circuitos separados, conforme o uso e a programação.	É recomendável iluminação auxiliar por meio de abajures <i>com dimer</i> nas laterais do observador, para evitar ofuscamento. Na região circunvizinha da tela, deve existir iluminação <i>com dimer</i>, que impedirá o desnível muito grande entre a tela e o restante. Essa iluminação também pode ser feita com fluorescentes com baixa temperatura de cor, gerando aconchego.

Quadro 26 - Iluminação para sala de televisão.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

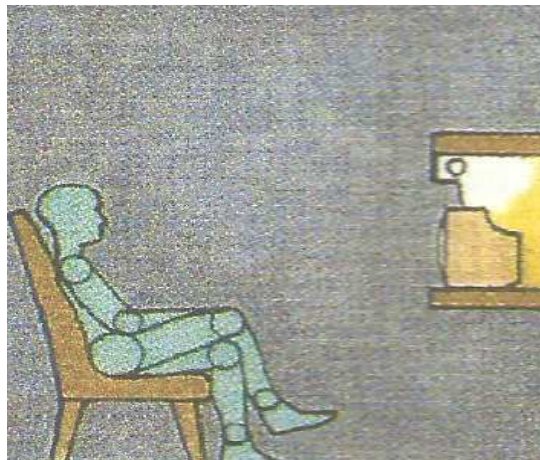


Figura 58 – Iluminação para sala de televisão.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Figura adaptada pela autora.

No Quadro 27, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para as salas de estudo residenciais. Na Figura 59 a, b e c, ilustra-se um local de estudos, onde se observam três casos: a iluminação de tarefa, a iluminação geral e a decorativa direcionada para o quadro. As três podem ser acionadas separadamente, conforme a necessidade.

Salas de Estudo		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
A luz deve ser funcional, sem se esquecer o conforto e a beleza. A iluminância deve ser mais intensa na tarefa e mais suave na geral, com índice de reprodução de cor de 85% e temperatura de cor média.	Não são necessários muitos circuitos, e a utilização de <i>dimers</i> garante os níveis de iluminância desejados.	A iluminação de tarefa deve ser mais intensa, preferencialmente com grelhas ou aletas para evitar o ofuscamento. As lâmpadas mais adequadas são as fluorescentes.

Quadro 27 - Iluminação para salas de estudo.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

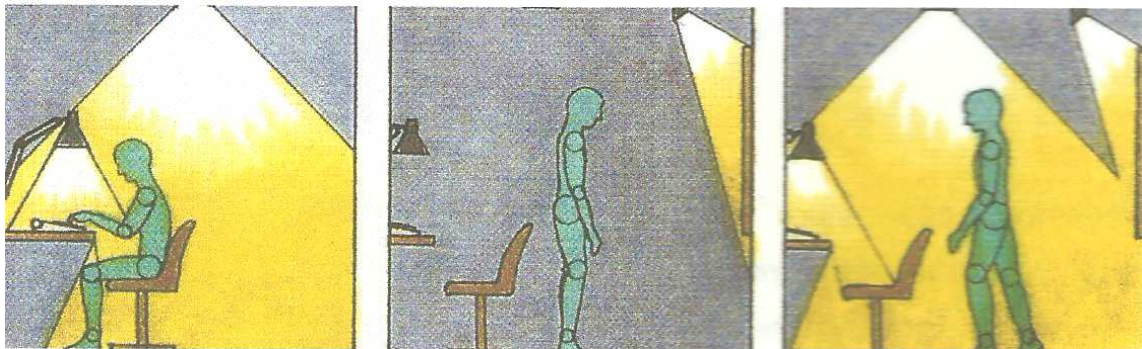


Figura 59 a, b e c - Iluminação para sala de estudos.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Figuras adaptadas pela autora.

No Quadro 28, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para as cozinhas residenciais. Na Figura 60, ilustra-se uma cozinha, onde a iluminação mais adequada às atividades realizadas na bancada está instalada sob o armário, pois as demais fontes de iluminação podem sombrear e prejudicar o trabalho.

Cozinha		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
Deve ser iluminada com objetividade, com iluminação de tarefa sobre as bancadas e o fogão e iluminação geral e de destaque em determinados elementos.	A quantidade de circuitos depende da quantidade de efeitos desejados.	O índice de reprodução de cor deve ser em torno de 100%, para visualização dos alimentos. A temperatura de cor deve ser média. São recomendáveis fluorescentes convencionais ou compactas.

Quadro 28 - Iluminação para cozinha.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

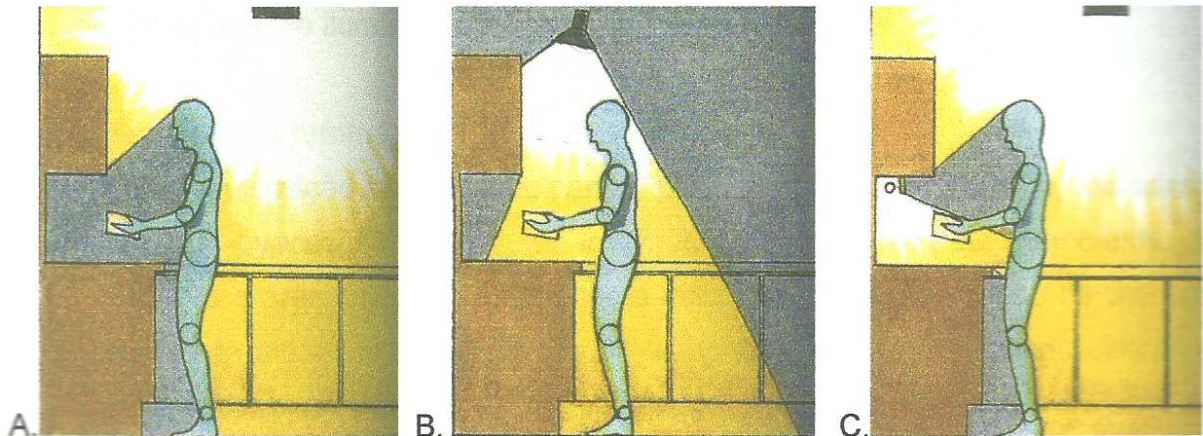


Figura 60 a, b e c – Iluminação para cozinha.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Figuras adaptadas pela autora.

A Figura 61 apresenta o *lay-out* e pontos elétricos previstos para um dos modelos de apartamento, com sala, cozinha e área de serviço. O projeto foi elaborado com base nos conhecimentos adquiridos após estudo do assunto.

No Quadro 29, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para os quartos residenciais. Na Figura 62 a e b, observa-se um *closet*.

Quartos		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
A iluminação deve permitir que, no mesmo espaço, se possa descansar, ler e se vestir, preferencialmente ao mesmo tempo. São indicadas luzes de apoio nas laterais e dentro ou junto dos armários.	Não é necessário um grande número de circuitos; o <i>dimer</i> proporciona variação de iluminação adequada aos quartos.	O ponto central deve ser com luminárias opacas, para evitar o ofuscamento. Os abajures proporcionam a iluminação de tarefa e a decorativa. A iluminação próxima aos armários deve ter índice de reprodução de cor superior a 85%.

Quadro 29 - Iluminação para quartos.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

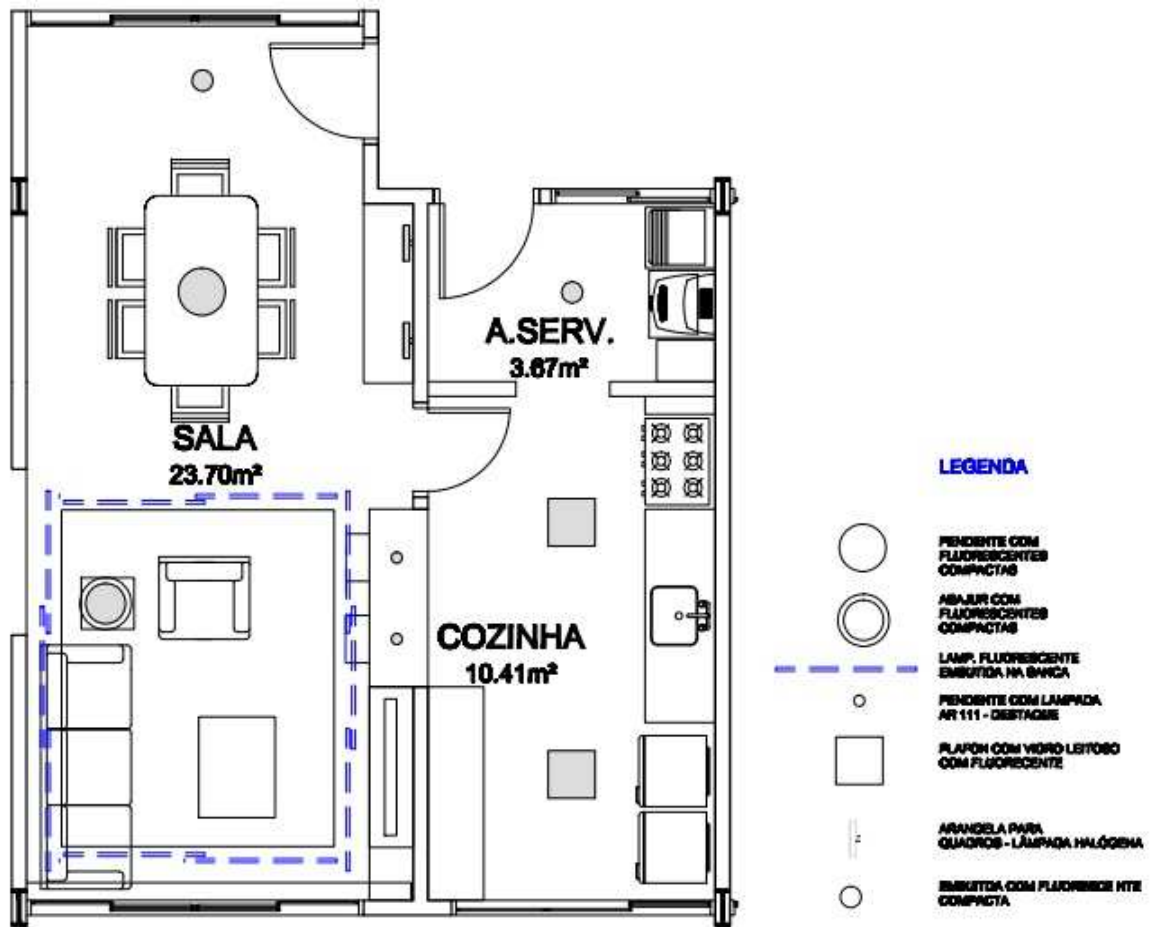


Figura 61 - Planta com pontos de iluminação e *lay-out* da sala, cozinha e área de serviço de um dos apartamentos-padrão.

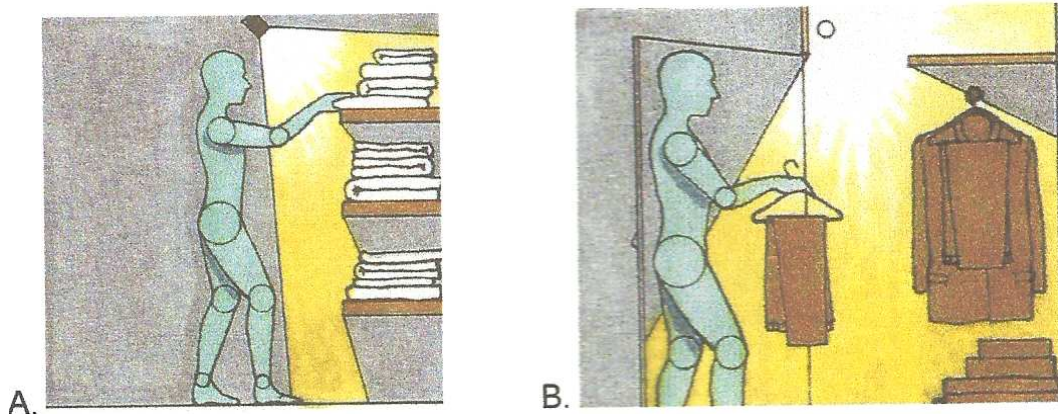


Figura 62 a e b - Iluminação para *closets*.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Figuras adaptadas pela autora.

No Quadro 30, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para os banheiros residenciais. A Figura 63 ilustra dois tipos de

iluminação para o banheiro. O primeiro não é adequado, pois pode projetar sombra no rosto da pessoa.

Banheiros		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
Devem ter iluminação geral difusa e iluminação de tarefa no espelho.	Deve-se poder acender apenas o necessário.	A reprodução da cor deve ser eficiente. A iluminação mais eficiente para o espelho é a do tipo camarim, com várias lâmpadas contornando ou com arandelas.

Quadro 30 - Iluminação para banheiros.
Fonte: Davidson (1997).
Nota: Dados adaptados pela autora.

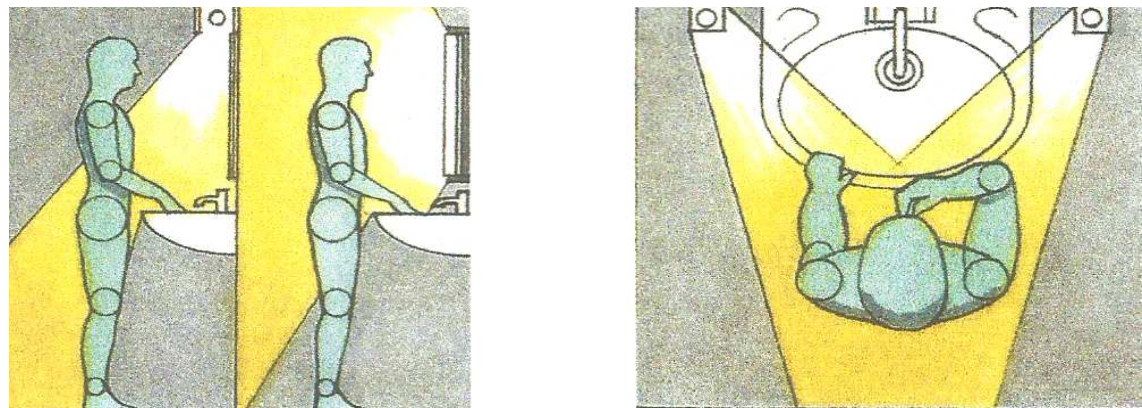


Figura 63 a, b e c - Iluminação para banheiros.
Fonte: Davidson (1997).
Nota: Figuras adaptadas pela autora.

A Figura 64 apresenta o *lay-out* e pontos elétricos previstos para um dos modelos de apartamento, com quarto e banheiro. O projeto foi elaborado com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do estudo do assunto.

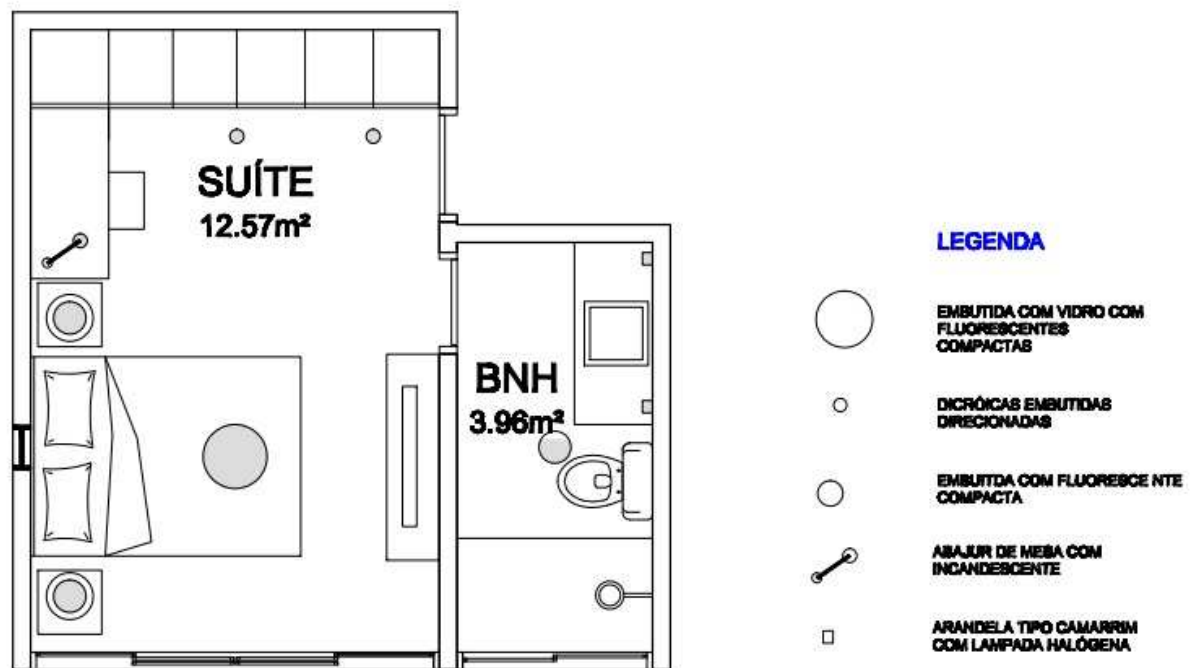


Figura 64 - Planta com pontos de iluminação e *lay-out* de quarto e banheiro de um dos apartamentos-padrão.

No Quadro 31, apresentam-se recomendações, circuitos e fontes de luz mais adequadas para os jardins, terraços, piscinas e fachadas residenciais.

Cuidados com os ambientes externos:

- uso de dispositivos de acendimento automático na ausência de luz diurna;
- definição de luminárias com baixa altitude nos passeios para preservação das espécies animais;
- uso de luminárias resistentes a intempéries.

Cuidados com as circulações das áreas comuns:

- uso de sensores de presença;
- uso de lâmpadas tipo *Lei* nos sistemas de emergência;
- distribuição uniforme da iluminação em paredes e tetos para evitar ofuscamento.

Cuidados com os ambientes públicos e privativos internos:

- uso de fluorescentes e incandescentes em iluminação geral e direcionada;
- aproveitamento máximo da iluminação natural;
- boa iluminação dos locais de trabalho;
- utilização de interruptores reguláveis tipo *dimer* para reduzir a intensidade luminosa quando for conveniente.

Jardins, Terraços, Piscinas e Fachadas		
Recomendações	Circuitos	Fontes de Luz e Luminárias
A colocação de sensores de presença é indispensável nas circulações públicas que são usadas com menor frequência, para evitar o desperdício. Nos jardins e terraços, a luz deve valorizar os ambientes de estar e contemplação com diferentes espaços claros e escuros, destacando alguns elementos do paisagismo, valorizando espécies e objetos. Nos caminhos, as luminárias devem direcionar o percurso desejado. Nas piscinas, as luminárias devem ser blindadas e colocadas em seu interior. Nas fachadas, as luminárias de piso podem ser dispostas para valorizar os elementos arquitetônicos. As árvores muito densas devem ser iluminadas com um projetor colocado no piso, a certa distância.	Devem-se adequar ao projeto paisagístico. Demandam um número maior para que se possam iluminar setores distintos.	A iluminação deve ser mais artística do que funcional, no entanto, a hermeticidade e a intensidade do calor são importantes para garantir maior durabilidade e não prejudicar a vegetação. As lâmpadas recomendadas são: as halógenas (para destaque e brilho), as PAR (por terem um foco dirigido e serem blindadas), as de vapor de sódio, de vapor metálico e de vapor de mercúrio (porque todas alcançam grandes distâncias e são fontes de luz econômicas). As lâmpadas dentro da água não podem ter mais que 12 V por medida de segurança. As LEDs são mais indicadas.

Quadro 31 - Iluminação para áreas abertas.

Fonte: Davidson (1997).

Nota: Dados adaptados pela autora.

No Quadro 32, apresenta-se um trecho do LEED referente à categoria energia e atmosfera, com os pré-requisitos, os créditos e as decisões de projeto relacionadas.

Categoria Energia e Atmosfera: 25% (EA - Energy & Atmosphere)	
Pré-requisitos e créditos	Decisões de projeto relacionadas
Pré-requisito 1 – Verificação de conformidade pré-entrega.	Através da seleção de materiais com baixa energia incorporada.
Pré-requisito 2 – Eficiência ecológica mínima.	Tirando-se proveito dos aspectos naturais do terreno.
Pré-requisito 3 – Redução do uso de equipamentos de ar condicionado e ventilação artificial.	Através de estudos relativos ao conforto.
Crédito 1 – Otimização do desempenho energético (10,5% a 52% em edifícios novos).	Através do estudo da melhor implantação em relação ao sol, de edifícios pouco profundos, com ventilação cruzada.
Crédito 2 – Uso de energia renovável (de 2,5% a 12,5%).	Através do uso de energia solar nas coberturas em barro (voltadas para o norte) e de turbinas eólicas.
Crédito 3 – Verificação de conformidade pré-entrega adicional.	-
Crédito 4 – Redução de danos na camada de ozônio.	Através da preservação de árvores e redução do uso de ar condicionado e de veículos.
Crédito 5 – Mensuração e verificação de desempenho.	
Crédito 6 – Uso de tecnologias renováveis e da poluição zero: solar, eólica, geométrica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto.	Através do uso da energia solar e da eólica.

Quadro 32 - Itens do *checklist* LEED NC para categoria energia e atmosfera para novas construções e itens considerados no ensaio.

Fonte: USGBC (2009b).

Nota: Dados adaptados pela autora.

5.8.9 A Carga Ambiental dos Materiais Utilizados

Para escolha dos materiais foram considerados os seguintes itens:

- o uso de materiais regionais e consequentemente econômicos;
- o uso de tecnologias construtivas, como o aço, que necessitam de pouca mão de obra e geram pouco entulho;

- a racionalização do projeto mediante a modulação estrutural dos edifícios;
- o uso de materiais reciclados ou recicláveis;
- o uso de materiais que proporcionem bem-estar aos usuários do ponto de vista de conforto térmico e acústico, esteticamente adequados ao local, respeitando-se os pontos visuais e valorizando-se o entorno.

No Quadro 33 apresenta-se um trecho do LEED referente à categoria materiais e recursos, com os pré-requisitos, os créditos e as decisões de projeto relacionadas.

Categoria Materiais & Recursos: 19% (MR - Materials & Resources)	
Pré-requisitos e créditos	Decisões de projeto relacionadas
Pré-requisito 1 – Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários.	Inclusão de um manual do proprietário a ser produzido no projeto executivo; informações sobre coleta seletiva.
Crédito 1 – Reutilização do edifício.	-
Crédito 2 – Redução de resíduos de construção e demolição (eliminação de 50 a 75% dos resíduos).	Uso de tecnologias compatíveis com a geração de menos resíduos, como o aço das estruturas, o alumínio das esquadrias e o tijolo de solo cimento, que não necessita de argamassa de assentamento e revestimento.
Crédito 3 – Reutilização de materiais (de 5 a 10% de todos os materiais).	Uso de materiais reciclados.
Crédito 4 – Utilização de materiais com conteúdos reciclados ou com baixa emissão de CO² (10 a 20% durante a obra e depois).	Uso de materiais com conteúdo reciclado (aço, alumínio e concreto com CP III).
Crédito 5 – Utilização de matérias regionais e locais (10 a 20% extraídas, processadas e fabricadas).	Uso do barro das coberturas e do aço proveniente de indústrias da região.
Crédito 6 – Utilização de materiais rapidamente renováveis.	Uso das madeiras das treliças dos guarda-corpos e do fechamento dos frontões dos telhados (que contribuem para criar um colchão de ar).
Crédito 7 – Utilização de madeira certificada.	Nas treliças, móveis e pisos internos.

Quadro 33 - Pré-requisitos e créditos e decisões de projeto referentes à categoria materiais & recursos do LEED NC.

5.8.10 O Efeito das Cores

O efeito das cores pode ser um importante instrumento tanto para valorizar a arquitetura quanto para refletir a luz.

As cores claras nas coberturas e pavimentações vão refletir a luz e contribuir para a perda de calor. Apesar desse fato, optou-se por utilizar os telhados de barro nas construções maiores e cobertura verde nas menores. As pavimentações vão receber cores claras ou concregrama (nos estacionamentos).

Com relação às paredes externas, optou-se por usar o tijolo de solo cimento na cor natural bege, que proporciona um aspecto neutro aos edifícios. Nas paredes internas das varandas, definiram-se os mesmos revestimentos com argamassa, pintados de branco.

Para o interior das áreas sociais, optou-se por trabalhar com cores claras para a maioria das paredes e alguns detalhes em cores alaranjadas para estimular as atividades. Para o interior dos apartamentos, decidiu-se pelo branco para as paredes, deixando a critério de cada morador a opção cromática para um segundo momento.

No Quadro 34, faz-se uma exposição sobre o efeito psicológico provocado pelas cores:

Cor	Efeito de distância	Efeito de temperatura	Disposição psíquica
Azul	Distância	Frio	Tranquilo
Verde	Distância	Frio e neutro	Muito tranquilo
Vermelho	Próximo	Quente	Inquieto e intranquilo
Laranja	Muito próximo	Muito quente	Estimulante
Amarelo	Próximo	Muito quente	Estimulante
Marrom	Contido, muito próximo	Neutro	Estimulante
Violeta	Muito próximo	Sem definição	Inquieto e intranquilo

Quadro 34 - O efeito psicológico das cores.

Fonte: Araújo (2009, p. 210).

5.8.11 Cuidados com o Meio Ambiente

Os cuidados tomados na preservação do meio ambiente foram os seguintes:

- preservação das árvores dentro do possível, procurando replantar as que foram retiradas para dar lugar aos edifícios;
- preservação e revitalização da lagoa;
- redução da área pavimentada ao mínimo;
- prevenção de erosão do solo por meio de edifícios soltos do terreno;
- captação e aproveitamento da água da chuva.

5.8.12 Qualidade do Ambiente Interno

Para preservar a qualidade do ambiente interno, podem-se tomar as seguintes medidas:

- Durante o projeto:
 - previsão de iluminação e ventilação natural para todos os ambientes;
 - previsão de ventilação cruzada para os ambientes principais;
 - proteção do sol nas esquadrias através de venezianas, brises e varandas;
 - utilização de vedações externas que proporcionem um bom isolamento térmico;
 - especificação de vidros com boa transmissão luminosa e bom coeficiente de ganho térmico, com visibilidade de 75 % (vidros na cor verde, por razões estéticas);

- pouca demanda de iluminação artificial durante o dia e pouca demanda de ventilação artificial.
- Durante a execução da obra:
 - treinamento e capacitação dos operários para que eles não se contaminem com os materiais de obra;
 - uso de tintas e vernizes de baixa toxidade, conforme recomendado no critério 5 (materiais de baixa liberação de compostos orgânicos) da categoria qualidade do ambiente interno do LEED NC.

No Quadro 35, apresentam-se os pré-requisitos, os créditos e as decisões relativas à categoria do LEED qualidade do ambiente interno; no Quadro 36, apresentam-se os créditos e as decisões relativas à categoria inovação, no processo de projeto.

Categoria Qualidade do Ambiente Interno - 22 % (EQ - Indoor Environmental Quality)	
Pré-requisito 1 – Qualidade do ambiente interno mínimo.	Proporcionada por meio de conforto térmico e enriquecida pelo contato com a natureza.
Pré-requisito 2 – Conforto ambiental livre de fumaça de cigarros.	Proibição de fumo nas áreas comuns.
Crédito1 – Monitoramento de gás carbônico.	-
Crédito 2 – Aumento da eficiência da ventilação.	Mediante ventilação cruzada, guarda-corpos vazados e cobertura com colchão de ar.
Crédito 3 – Plano de gestão de qualidade do ar interno (durante o processo de construção e depois da ocupação).	Previsão de uma obra organizada e limpa, com os materiais separados e com controle de segurança.
Crédito 5 – Material com baixa liberação de compostos orgânicos voláteis (adesivos e selantes não tóxicos, tintas e revestimentos, carpetes e madeiras compostas e produtos de fibras).	Especificação, no projeto executivo, de tintas e vernizes a base de água e de revestimentos sem produtos tóxicos.
Crédito 5 – Controle de poluição interna de origem química	-
Crédito 6 – Controle dos sistemas pelos usuários (controle da iluminação e controle relativo ao conforto térmico).	Utilização de janelas com vidro e venezianas, pergolados e grandes varandas para proteção do sol.
Crédito 7 – Conforto térmico	Uso de paredes duplas isolantes, telhado ventilado, ventilação cruzada e venezianas.
Crédito 8 – Vista para o exterior e iluminação natural (iluminação natural em 75% dos espaços, e vista natural para 90% dos espaços).	Ênfase nos pontos visuais por meio de grandes varandas voltadas para a lagoa e para o mar, visando à qualidade de vida.

Quadro 35 - Tabela com os critérios relativos à qualidade do ambiente interno do LEED e as decisões de projeto relacionadas.

Fonte: USGBC (2009b).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Categoria Inovação do Processo de Projeto - 7% (ID - Innovation & Design Process)	
Créditos	Decisões de projeto relacionadas
Crédito 1 – Inovação quanto a estratégias e projeto e uso de tecnologias (fornecer título específico para cada crédito).	Uso de caixas d'água verticais nas fachadas laterais dos edifícios a fim de reaproveitar a água da chuva e proporcionar maior conforto térmico; melhor disposição dos espaços, que foram projetados de maneira flexível.
Crédito 2 – Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED.	Não foi previsto.

Quadro 36 – Tabela com os critérios relativos à inovação tecnológica do LEED e as decisões de projeto relacionadas.

Fonte: USGBC (2009b).

Nota: Dados adaptados pela autora.

5.8.13 Flexibilidade dos Espaços

Os ambientes internos foram divididos tomando-se como base os eixos estruturais equidistantes de forma tal que possam servir para vários usos e atender a diversos tipos de usuários.

A tecnologia usada nas paredes internas deve facilitar futuras demolições, já que na construção será usado o gesso acartonado.

Na planta dos pavimentos-tipo, pode-se observar a possibilidade de múltiplos usos, pois se podem agrupar quartos, salas e circulação mediante a abertura de amplas portas. Outro ponto importante é a integração da cozinha com a sala ou com a varanda, de modo a atender a cultura local, pois é o espaço onde famílias se reúnem para fazer refeições e, preferencialmente nas varandas, para desfrutar do frescor e da paisagem.

5.8.14 Paisagismo

Em um terreno tão grande com a taxa de ocupação tão pequena (Figura 65), o tratamento paisagístico é fundamental. As espécies conferem cor, textura e volume aos lugares, proporcionando maior qualidade de vida aos usuários. Tomando-se como base o critério 1 da categoria eficiência da água do LEED NC, entre os benefícios que o paisagismo pretende proporcionar ao condomínio estão os seguintes:

- a vegetação serve como protetora ou direcionadora para vento e insolação, e sua sombra confere maior conforto aos usuários, incentivando caminhadas a pé e recreação ao ar livre;
- a disposição da vegetação pode direcionar os percursos, valorizar os pontos visuais e contribuir para a humanização dos ambientes.



Figura 65 - Imagem mostrando a ambiência dos espaços de convívio.

5.8.15 Cuidados na Execução

Entre os cuidados a serem tomados na execução para não agressão à natureza, conforme o critério 2 (redução de resíduos de construção) da categoria materiais e recursos do LEED NC, pode-se citar:

- a inclusão de tecnologias mais industrializadas que necessitam de menos mão de obra no canteiro;
- o planejamento do canteiro de obras visando a menos agressão ao meio ambiente, segurança dos operários e menos desperdício;
- a utilização de madeira certificada e tintas e vernizes menos tóxicos.

5.8.16 Cuidados Durante o Uso e com a Demolição

Considerando os diversos estágios do ciclo de vida dos materiais, devem-se prever determinados cuidados durante o uso e a demolição. O projeto executivo deve conter um memorial com recomendações para garantir a preservação da natureza e proporcionar economia de energia e água aos usuários. Entre essas recomendações pode-se citar:

- a coleta seletiva do lixo nos apartamentos, nas áreas comuns e em todo o condomínio;
- o uso de madeira certificada nos móveis;
- o uso de sistemas elétricos eficientes, como lâmpadas fluorescentes, acionamento com sensor de presença e acendimento automático para as lâmpadas externas com o cair da noite;

- a economia de água através de torneiras, chuveiros e descargas mais modernas e eficientes e do reaproveitamento das águas pluviais;
- a limitação do uso de veículos;
- a limitação do uso de aparelhos de ar condicionado, tomando-se partido de características dos edifícios, que viabilizam a ventilação passiva;
- a produção local de alimentos através de um herbário comunitário.

No caso de demolição parcial ou total dos edifícios, os cuidados a serem tomados dizem respeito aos seguintes itens:

- aproveitamento de componentes para outras obras, tais como esquadrias, louças, bancadas, guarda-corpos, ferragens, metais e outros;
- seleção de restos de aço, vidro e alumínio para reciclagem;
- aproveitamento de restos de concreto a ser contemplado como agregado grosso para argamassas e concretos utilizados em pavimentação e enchimento;
- preservação da segurança dos operários, com cuidados quanto ao acúmulo de peso em lajes nos pavimentos superiores, à incidência de pó, fumaça e outros produtos que podem ser nocivos à saúde ou ao meio ambiente.

5.9 COMPOSIÇÃO DOS EDIFÍCIOS PROJETADOS

No Quadro 37 apresentam-se as principais decisões de projeto e os materiais utilizados com suas devidas justificativas.

Decisões	Critérios das duas versões do LEED considerados	
Planejamento e relação com o sítio	Definição do terreno.	No LEED NC, categoria Sítio Sustentável (SS): critério 1 (seleção do terreno); crédito 2 (densidade, desenvolvimento e relação com o entorno).
	Estudo da insolação e implantação de edifícios soltos no terreno.	No LEED NC, categoria Sítio Sustentável (SS): pré-requisito 1 (prevenção da poluição causada pela construção); pré-requisito 5 (desenvolvimento do sítio); crédito 8 (redução da poluição luminosa). Orientação solar.
	Uso reduzido dos índices urbanísticos permitidos.	Desenvolvimento compacto.
	Parte do terreno aberto à comunidade, número reduzido de vagas de estacionamento de carros e bicicletas e eficiência dos transportes alternativos.	
	Relação com o entorno amplamente explorada.	Acesso aos passeios públicos de forma ativa (acessibilidade universal, conforme ABNT (2004).
	Paisagismo com a manutenção de árvores existentes e complemento com espécies nativas.	Categoria Localização Fácil e Transporte: critério 1 (desenvolvimento urbano); pré-requisito 2 (existência de infraestrutura quanto a água e esgoto); critério 8 (proteção do perfil natural do terreno íngreme).

(continua)

Decisões	Critérios das duas versões do LEED considerados	
Estrutura	Fundações em concreto com CP III e ferro reciclado.	Construção utilizando materiais reciclados.
	Laje do pavimento térreo em concreto autoadensável. ¹³	
	Estrutura de aço corten ¹⁴ pré-pintado para pilares, vigas e lajes.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 2 (redução de resíduos de demolição).
	Pergolados em aço corten pré-pintado para sombrear as fachadas.	No LEED NC, categoria Sítio Sustentável (SS): crédito 7 (redução das ilhas de calor).
Vedações	Vedações em blocos de solo cimento ecológico, que não utilizam argamassa de assentamento.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 5 (uso de materiais regionais e locais).
	<i>Dry-wall</i> com gesso acartonado e painéis cimentícios nas paredes internas para garantir flexibilidade.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 2 (redução de resíduos de construção e demolição).
	Piso das salas e quartos em laminado de madeira certificada.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 7 (uso de madeira certificada).
Forros	Gesso acartonado a fim de garantir maior durabilidade.	No LEED NC, categoria Qualidade do Ambiente Interno (EQ): pré-requisito 1 (qualidade do ambiente interno mínimo).
Esquadrias e guarda-corpos	Guarda-corpos, frontão e portas internas em madeira certificada.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 7 (uso de madeira certificada).
	Esquadrias de alumínio com vidros duplos e venezianas para proporcionar bom desempenho térmico.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 3 (reutilização de materiais).

(continuação)

¹⁴ Aço Corten – também chamado de aço patinável ou aclimatável, é um grupo de aços de baixa liga, com resistência mecânica na faixa de 500 MPa (limite de ruptura) e alta resistência à corrosão. Quando exposto à atmosfera, inicia a formação de uma camada de óxido compacta e aderente – a pátina – que funciona como barreira de proteção contra a corrosão (ABNT, 1986).

Decisões	Critérios das duas versões do LEED considerados	
Pavimentações e revestimentos	Concregrama nos estacionamentos para reduzir as áreas áridas.	
	Cimentado com agregado de escória de alto-forno nas pavimentações dos passeios.	
	Uso de cerâmica retificada nas paredes e porcelanato nos pisos das áreas molhadas, com rodapé de mármore.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 5 (materiais regionais e locais).
	Uso de tintas e vernizes não tóxicos.	No LEED NC, categoria Qualidade do Ambiente Interno (EQ): crédito 5 (materiais com baixa liberação de compostos orgânicos voláteis).
Coberturas	Coberturas com telha de barro para os edifícios residenciais.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 5 (materiais regionais e locais).
	Coberturas verdes para os edifícios secundários.	No LEED NC: categoria Qualidade do Ambiente Interno (EQ): crédito 7 (conforto térmico).
Energia e Instalações Elétricas	Energia solar.	No LEED NC: categoria Energia e Atmosfera (EA): crédito 2 (uso de energia renovável); crédito 6 (uso de tecnologias renováveis e poluição zero) .
	Lâmpadas, luminárias e controles eficientes quanto à economia de energia e iluminação natural eficiente.	No LEED NC: categoria Energia e Atmosfera (EA): crédito 1 (otimização do desempenho energético) .
Flexibilidade dos espaços	Ambientes integrados por portas de correr ou com a remoção dos painéis de gesso acartonado.	
Cuidados na fase de obra	Organização do canteiro e separação dos materiais a serem aproveitados e do lixo.	No LEED NC: categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 2 (redução de resíduos na construção e demolição).
Cuidados na fase de uso	Coleta seletiva, cuidados com a manutenção e o contato com a natureza.	Participação da comunidade.

(continuação)

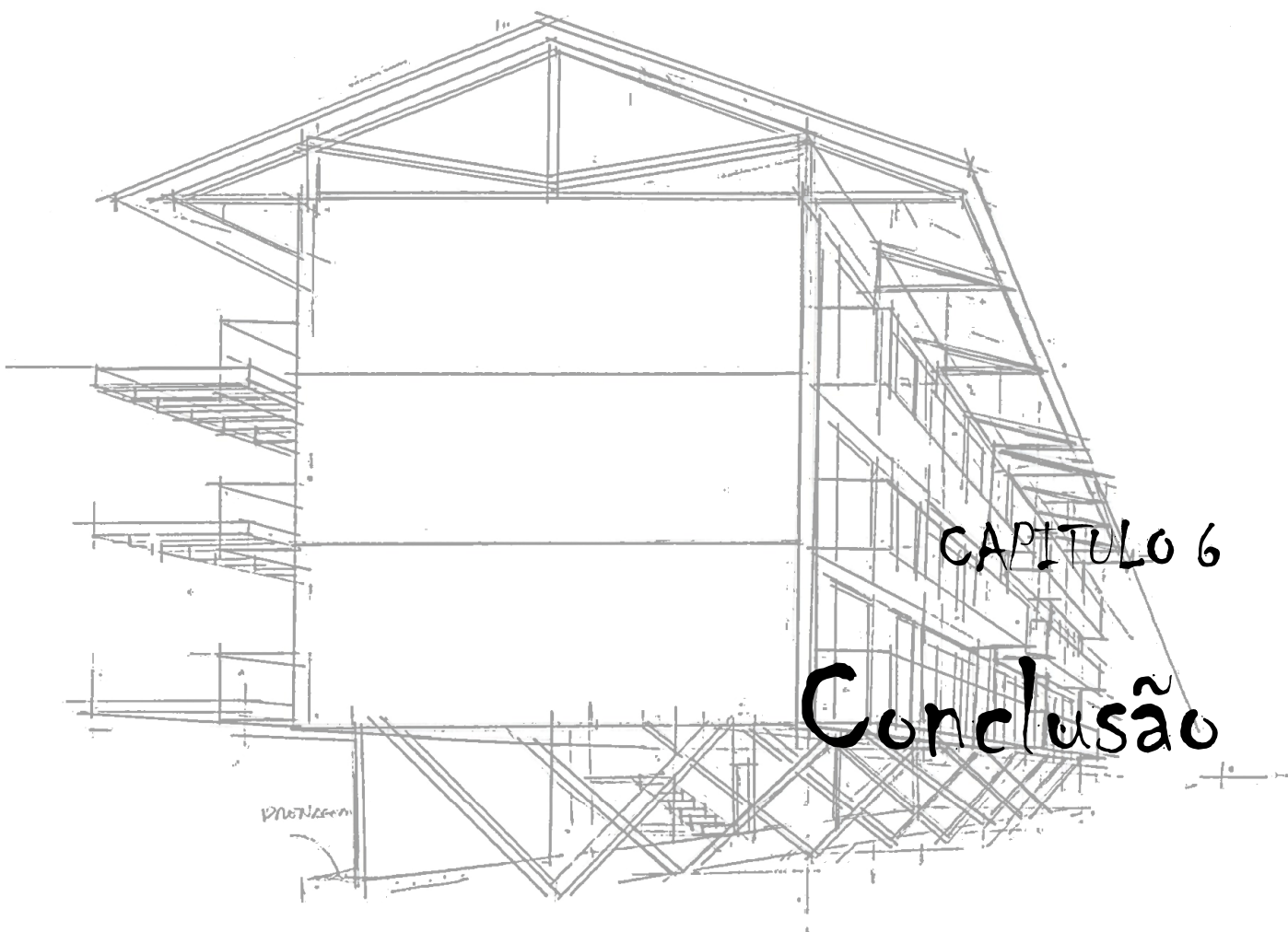
Decisões	Critérios das duas versões do LEED considerados	
Instalações hidrossanitárias	Metais e louças econômicas, que visam a um baixo consumo	No LEED NC, categoria Eficiência da Água (WE): crédito 2 (tecnologias inovadoras para evitar desperdício de água).
	Reaproveitamento de água.	No LEED NC, categoria Eficiência da Água (WE): crédito 1 (paisagismo com uso eficiente da água); critério 3 (redução do uso da água potável).
	Tubulações Pex. ¹⁵	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 5 (materiais com conteúdos reciclados e baixa liberação de CO ²).
Conforto térmico	Paredes e esquadrias com colchões de ar.	No LEED NC, categoria Energia e Atmosfera (EA): crédito 1 (otimização do desempenho energético).
	Materiais reflexivos nos passeios.	
	Ventilação cruzada nos ambientes principais.	No LEED NC, categoria Qualidade do Ambiente Interno (EQ): crédito 2 (aumento da eficiência da ventilação).
	Estudo das sombras.	
Recomendações no caso de demolição	Desmonte com aproveitamento das partes.	No LEED NC, categoria Materiais e Recursos (MR): crédito 2 (redução de resíduos na construção e demolição).

(conclusão)

Quadro 37 - Decisões no projeto e materiais utilizados com suas devidas justificativas e critérios do LEED considerados.

Fonte: USGBC (2009b).

¹⁵ Tubulação Pex – consiste em uma marca de tubos de polietileno reticulado utilizados nas instalações hidráulicas, que não necessitam de conexões e são menos tóxicos e recicláveis, produzidos em Santa Catarina. Esse material pode ser contemplado em substituição ao PVC, cuja produção é extremamente poluente, assim como a de todas as resinas vinílicas utilizadas também em pisos e em alguns impermeabilizantes. Essas substâncias são todas carcinogênicas, ou seja, a exposição prolongada a essas substâncias pode causar gastrite, dermatites e problemas de fígado. Outro problema grave do PVC está na sua queima, pois pode liberar a substância mais tóxica produzida pelo homem, a Dioxina.

A detailed architectural sketch of a building's structural frame. The drawing shows a multi-story structure with a complex roofline, including a gabled section on the left and a more complex, possibly vaulted or multi-level roof on the right. The sketch uses fine lines to represent structural elements like beams, columns, and floor slabs. There are some handwritten annotations and dimension lines scattered throughout the drawing. The overall style is that of a technical architectural drawing.

CAPITULO 6

Conclusão

6 Conclusão

Após o estudo dos temas ligados à construção e à arquitetura sustentável, dos métodos de avaliação ambiental, especialmente o LEED, dos critérios recorrentes nos métodos de avaliação, e após experimentar esses conceitos no ensaio projetual, retorna-se ao início do processo, tecendo-se considerações sobre os resultados alcançados em face dos objetivos definidos para esta pesquisa.

O estudo realizado permitiu investigar a viabilidade de aplicação de tais conceitos nos projetos e no planejamento dos edifícios.

As respostas aos objetivos específicos propostos para este trabalho, presentes no Capítulo 1, são apresentadas a seguir:

a) Identificar conceitos de arquitetura e construção sustentável que sirvam de base teórica referencial.

Os conceitos estudados serviram como referência para o entendimento da importância de se realizarem pesquisas sobre o meio ambiente, da evolução dos sistemas construtivos e dos materiais no mundo, bem como para se perceber que as ações devem ser aplicadas de forma global, considerando-se todas as interfaces e todas as etapas do ciclo de vida.

b) Apontar as dificuldades de se utilizarem no Brasil conceitos sustentáveis adotados em outros países, procurando incorporá-los à metodologia tradicional de projetos e às obras dos edifícios, visando proporcionar a aceitação desse tipo de inovação tecnológica pelos consumidores.

No Brasil, algumas deficiências fazem com que os projetos e as construções tenham um resultado final menos satisfatório. São elas:

- o profissional responsável pelos projetos não é muito valorizado, haja vista os honorários mais reduzidos que recebem; assim torna-se mais difícil a incorporação

de novas tecnologias à metodologia tradicional de projetos, pois, para tanto, os profissionais teriam que realizar mais estudos e um detalhamento mais aprimorado do trabalho;

- os profissionais responsáveis pela execução dos projetos são menos qualificados, a coordenação das obras também costuma ser menos eficiente, também porque os profissionais responsáveis por esse serviço não são bem pagos;

- nas universidades, temas ligados ao meio ambiente não são aprofundados nos Cursos de Engenharia e Arquitetura.

- não existem suficientes leis e normas que obriguem ou incentivem a realização de projetos sustentáveis;

- há dificuldade em convencer os profissionais ligados à construção, à incorporação e ao consumidor final da importância de se tomarem medidas para economizar energia, água e outros recursos em longo prazo, apesar de o custo inicial ser um pouco maior.

c) Analisar novos materiais e selecionar, entre as tecnologias construtivas disponíveis no mercado, as mais adequadas para o objeto em estudo, considerando o ciclo de vida dos materiais empregados no edifício, de forma a atender a demanda do mercado imobiliário.

Foram analisados diversos tipos de possibilidades quanto ao emprego de novos materiais e a seleção de tecnologias construtivas disponíveis.

d) Definir a metodologia de projeto e o sistema construtivo com base nos requisitos de desempenho previstos no LEED NC, versão 2.2 (USGBC, 2009b).

O sistema LEED NC, apesar de não ser adequado ao Brasil, funciona como um ponto de partida para avaliações ambientais que considerem aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais. Para aplicação no Brasil, as questões ligadas à qualidade do ambiente interno e à energia devem ser consideradas com uma atenção especial, pois, em um país de clima quente quase todo ano, tais assuntos

são primordiais. Levando-se em consideração as colocações de Silva (2003), podem-se apontar outras dificuldades de aplicação do método LEED NC no Brasil, a saber: não é adaptado aos dados nacionais; não é adaptado ao mercado nem às práticas de construção locais; e, como os itens avaliados não são ponderados, não reflete as prioridades e os interesses sociais.

Uma crítica ao método diz respeito à forma de pontuação, pois lhe falta ponderação, que também não se apresenta por níveis de cumprimento de questões.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois da elaboração do ensaio projetual baseado em conceitos sustentáveis e adequado ao clima da Grande Vitória, conforme demonstrado e comentado no capítulo anterior, pode-se dizer que esse tema é complexo e motivador, pois leva a refletir sobre o futuro da construção civil no Brasil.

Depois da elaboração do ensaio projetual, foram tecidas as seguintes considerações:

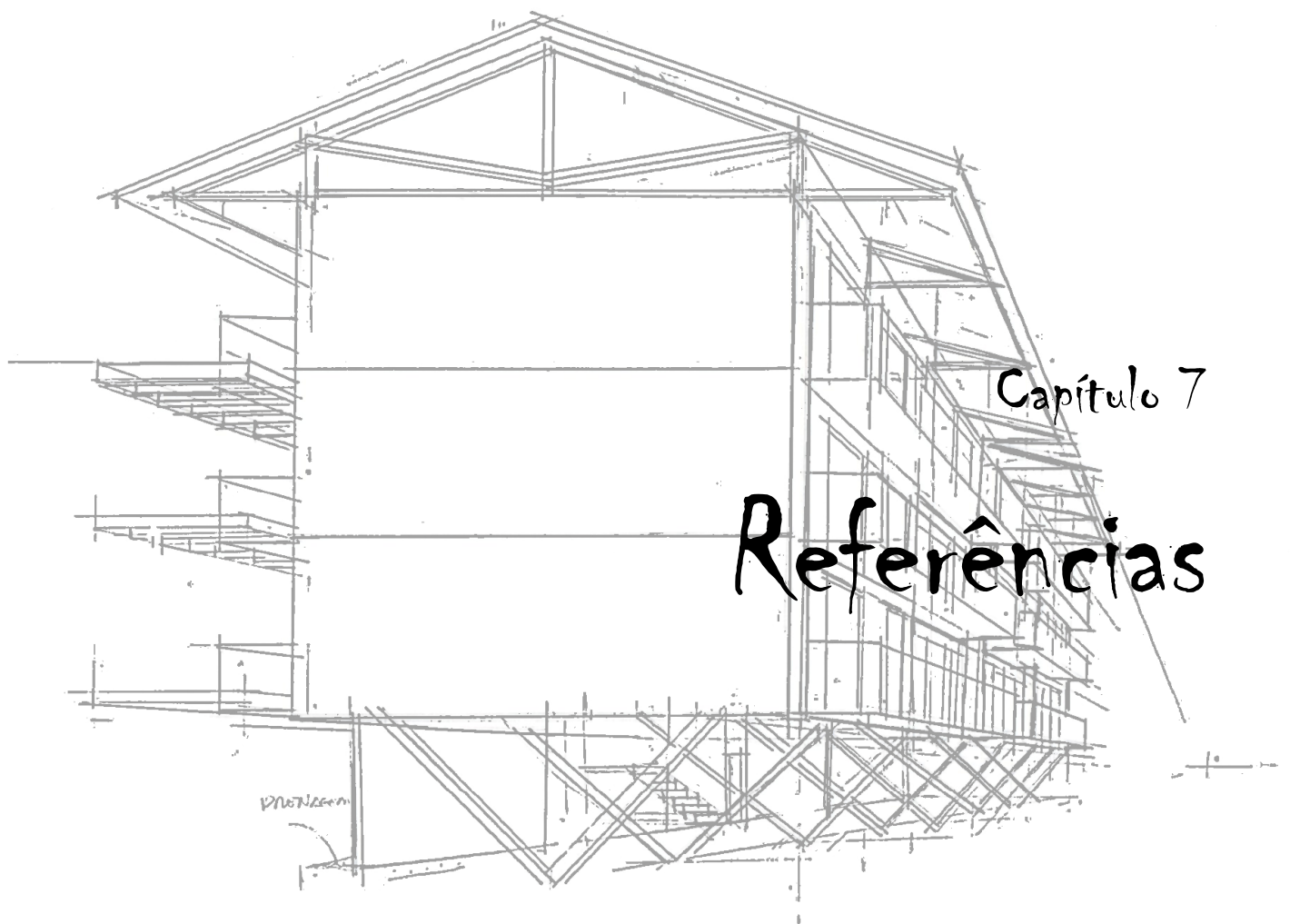
- o ensaio projetual apresentou aspectos qualitativos, a saber: permitiu o convívio social entre os moradores, proporcionou segurança, utilizou soluções técnicas inovadoras e pouco agressivas ao meio ambiente com um custo compatível, adotou princípios adequados ao clima e às questões sociais e culturais da Grande Vitória;
- para alcançar um resultado satisfatório, optou-se por ignorar a forma tradicionalmente solicitada pelo mercado imobiliário, qual seja, a de empreendimentos cujo foco central é a viabilidade financeira de implantação, priorizando-se os aspectos qualitativos e ambientais;
- o custo de execução de construções com características sustentáveis é um pouco maior, porém deve-se levar em conta a economia, no que diz respeito à

devastação da natureza e à necessidade futura de reconstrução dos edifícios que foram projetados sem nenhum cuidado nesse sentido;

- existe uma potencial valorização do empreendimento relacionada ao *marketing* que pode ter um edifício considerado ecológico.

Como temas para novas pesquisas relacionadas a esse assunto, sugere-se:

- um ensaio projetual experimentando a versão do LEED para casas;
- a realização de pesquisas de campo em edificações já existentes por meio de questionários para melhor entendimento dos pontos negativos e positivos das edificações residenciais que vêm sendo construídas na Grande Vitória;
- a certificação de um edifício existente em operação pelo sistema LEED residencial.



7 Referências

AGENDA 21 for sustainable construction in developing countries, a discussion document. Pretoria, South Africa: CSIR Building and Construction Technology, 2002. Disponível em: <http://www.buildnet.co.za/akani/2003/jul/07_cduplessis.pdf>. Acesso em: 1.º fev. 2008.

AHO, I. Environmental classification of properties. In: GREEN BUILDING CHALLENGE INTERNATIONAL FRAMEWORK COMMITTEE MEETING, 2001, Warsaw. **Communication...** Helsinki, Finland: Motiva OY, 2002.

ALVARENGA, A. **Habitação em estrutura de aço leve e componentes reciclados**: um ensaio projetual. 2002. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

ARAÚJO, L. da S. **Desempenho ambiental em unidades de saúde na cidade de Vitória**: ensaio projetual e recomendações para certificação LEED-NC 2.2. 2009. 305 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: projeto de estrutura de aço em edifícios. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 5735**: cimento portland de alto forno. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 5461**: iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações - mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15220-2**: desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes das edificações. Rio de Janeiro, 2005.

BISSOLI, M. **Recomendações para a sustentabilidade da habitação de interesse social**: uma abordagem ao Conjunto Social Barreiros, Vitória (ES). 2007. 234 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

BRUNTLAND, G. H. (Ed.). **Our common future**: the world commission environment and development. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CARMODY, J. et al. **Minnesota sustainable design guide**: version 1.0. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 2000.

CASADO, M. Aplicação e certificação LEED NC: version 3. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 5., 2010, Vitória. Minicurso. Disponível em: <www.creaes.org.br/educ/evento.aspx?id=2044>. Acesso em: 3 jan. 2011.

COHEN, R. et al. Assessing building performance in use 1: the probe process. **Building Research & Information**, v. 29, n. 2, p. 85-102, Mar. 2001.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 15., 2009, Copenhagen, Dinamarca. **Anais...** Copenhagen: [s.n.]. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE AMBIENTE. **Conferência das partes da convenção**. São Paulo, 2009.

CUCHÍ, A.; LÓPEZ, F. Estratégias para a melhoria ambiental da construção. In: CONCRETA - FEIRA INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 21., 2005, Matosinhos. **Jornal de Notícias** - Suplemento. Porto: Exponor, 2005.

DAVIDSON, J. **The complete home lighting book**: contemporary interior & exterior lighting for the home. London: Cassell Book, 1997.

EARTH PLEDGE. **About green roofs**. Disponível em: <<http://www.earthpledge.org/gr>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

EDWARDS, B. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 2004.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação "Edifícios do setor de serviços – Processo AQUA"**: escritórios e edifícios escolares. São Paulo: FCVA, 2007.

GEISSLER, S. **Comprehensive renovations**. Vienna: Austrian Institute for Applied Ecology, 2002.

GLAUMAN, M. **Eco-effect**: environmental assesment of built environmental. Gävle: KTH/HIG, 1999.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem...** Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GOOGLE EARTH. **Carapebus no município da Serra - ES**. Disponível em: <<http://earth.google.com.br>>. Acesso em: 1.º jan. 2009.

GREEN BUILDING COUNCIL do BRASIL. **Página institucional**. 2008. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br>>. Acesso em: dia 12 set. 2010.

GUINÊE, J. B.; HAES, H. A. U.; HUPPES, G. Quantitative life cycle assessment of products goal definition and inventory. **Journal of Cleaner Production**, v. 1, n. 1, p. 3-13, 1993.

HERNANDES, T. Z.; DUARTE, D. H. LEED-NC como sistema de avaliação na sustentabilidade: questionamentos para uma aplicação local. In: ENCONTRO NACIONAL, 4.; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2007, Campo Grande, MS. **Trabalhos apresentados**. Campo Grande, MS: ELECS, 2007. 1 CDROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2006 para a cidade de Serra - ES**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 1.º fev. 2009.

JONH, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para os construbusines brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL, 2.; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 2001, Canela, RS. **Trabalhos apresentados...** Canela, RS: ELECS, 2001. 1 CDROM.

JONH, V. M. Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006. p. 1-10.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. **Desempenho térmico de edificações**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Mimeografado.

LAMBERTS, R. et al. **Regulamentação para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos**. Santa [S.I.]: LABEEE-UFSC; ELETROBRÁS, 2008.

OSRAN DO BRASIL Ltda. **Luminárias comerciais e residenciais**: catálogo. São Paulo, 1988.

PETTERSON, T. D. **Ecoprofile**. In: certificazione energetico-ambientale degli edifici e politiche per la prospettive la promozione dell'edilizia sostenibile: esperienze internazionale e prospettive italiane. Oral Presentation. Environmental Park, GBC. 2002. iISPE, Torino, 2002.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. **Ecohouse**: a casa ambientalmente sustentável. Tradução de Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. 2. ed. Porto Alegre: Armtd, 2006.

SÃO PAULO. (Cidade) Lei n.º 14.459, de 25 de junho de 2007. Estabelece o Plano Diretor Municipal da Cidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.ibape-sp.org.br/forum/forum_topicos_ver.asp?cod_topico=97>. Acesso em: 12 nov. 2010.

SATTTLER, M. A. Uso de estratégias mais sustentáveis no projeto da nova sede da Agapan, Porto Alegre, RS. In: ENCONTRO NACIONAL, 4.; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2007, Campo Grande, MS. **Trabalhos publicados**. Campo Grande, MS: ELECS, 2007. 1 CDROM.

SERRA. (cidade). Lei n.º 2.100, de 3 de julho de 1998. Dispõe sobre o Plano Diretor Urbano do Município da Serra, ES. Disponível em: <<http://www.serra.es.gov.br/ecp/files.do?evento=download&urlArqPlc=Lei-2100.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

SILVA, J. G. da; SILVA, M. E. G. **Metodologia life cycle assessment (ACA)**: revisão bibliográfica. Palestra ministrada na disciplina de Estudos Especiais I do Curso de Mestrado em Engenharia Civil – UFES em 2001.

SILVA, V. G. da. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. 2003. 198 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOLSTÍCIO. In: Enciclopédia Wikipedia. Disponível em: <www.wikipedia.org.br>. Acesso em: dia 12 set. 2010.

SOUSA, A. D. S. **Ferramenta ASUS**: proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBtool. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, 2009.

SPERB, R.; SATTTLER, A. M.; SPERB, M. R. Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção. In: ENCONTRO NACIONAL, 2.; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS, 1., 2001, Canela, RS. **Trabalhos apresentados**. Canela, RS: ELECS, 2001. 1 CDROM

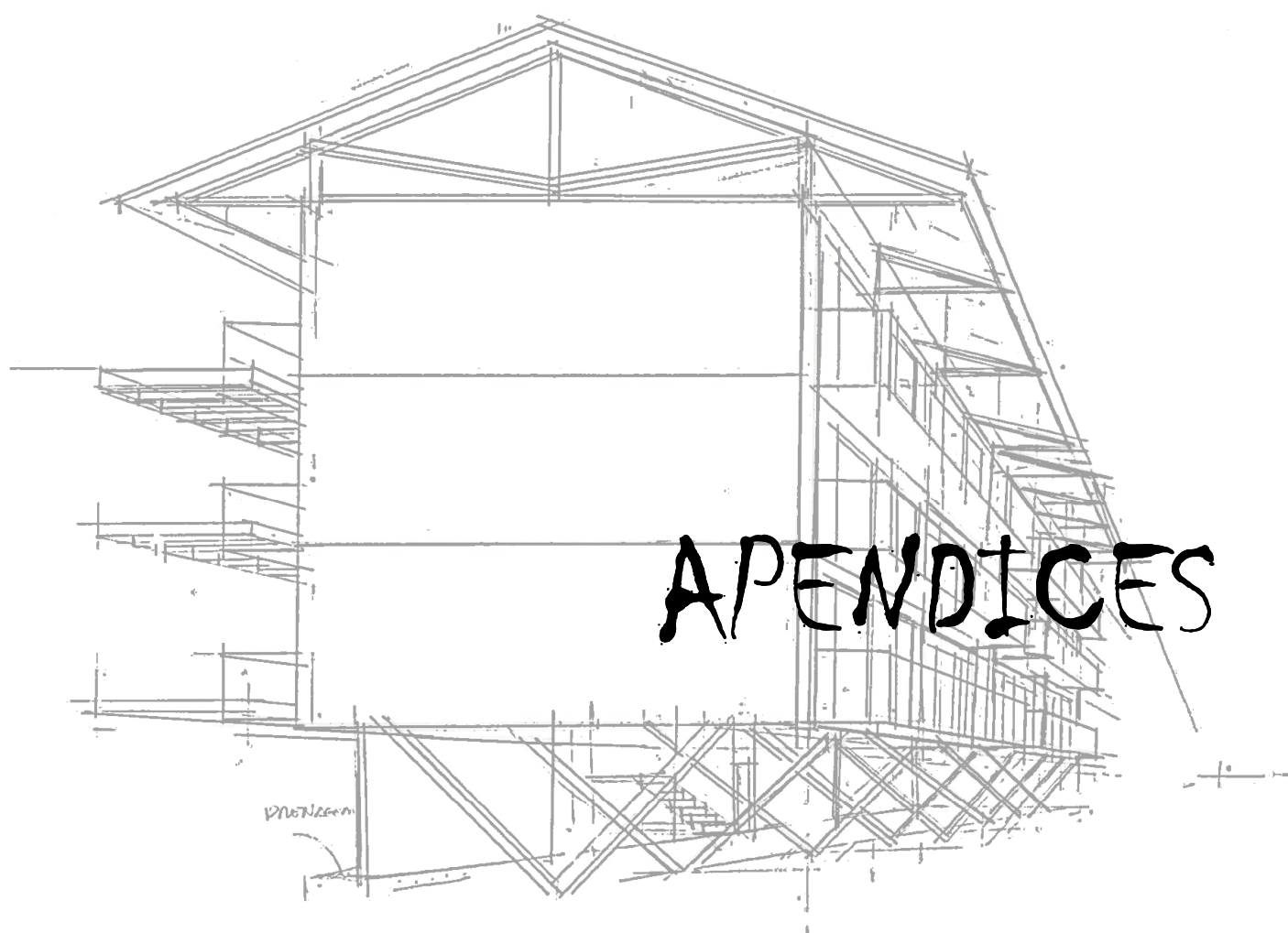
UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **Página institucional**. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/>>. Acesso em: 1.º mar. 2009a.

_____. **LEED for new construction**. Disponível em:
<<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=220>>. Acesso em: 1.º mar.
2009b.

VASCO, Celine. **Green Buildings**. Anais do Seminário para o Programa de Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2007.

YEANG, K. **Proyectar con la naturaleza**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1999.

_____. Editt tower, edifício residencial – Singapura: espacio de sustentabilidad – visión de futuro. **Habitat Futura**, Barcelona, v. 7, p. 36-40, marzo 2007.



Apêndice A - Ensaio Projetual

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANCA - SERRAVES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PROEC

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPIRITO SANTO

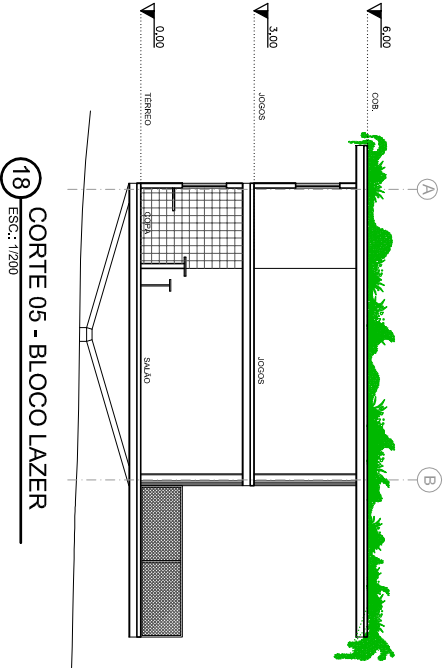
Aluna:	
Orientador:	
Autor do projeto:	
Desenho:	
Data:	
Escala:	

ARQUITETURA

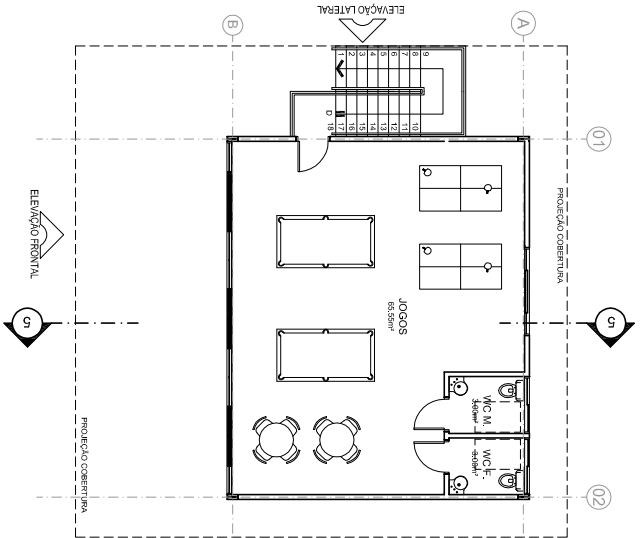
Ensaio Projetual

ARQ - 23/23

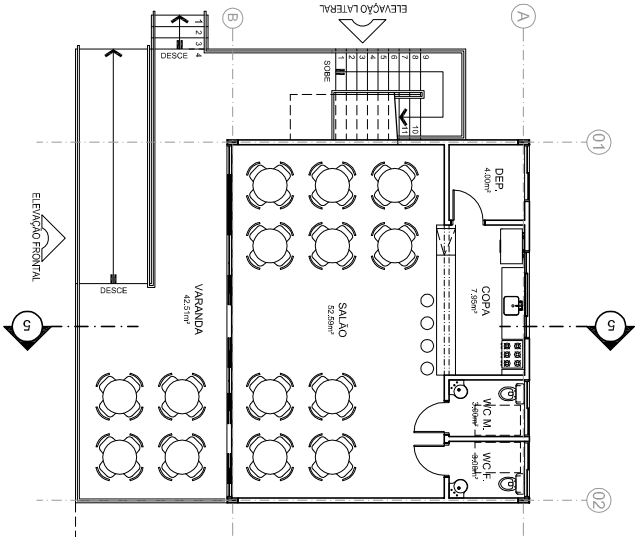
Conteúdo:
PLANTAS/CORTES/VISTAS
BLOCO LAZER



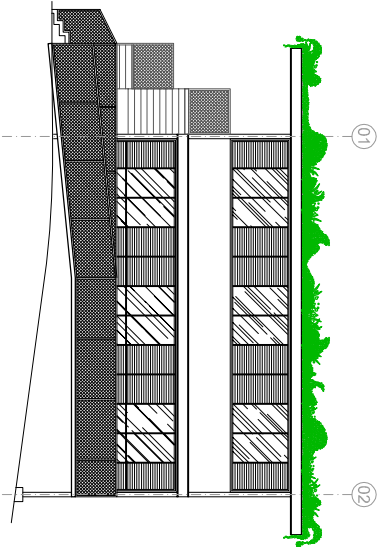
18 CORTE 05 - BLOCO LAZER
ESQ.: 1/200



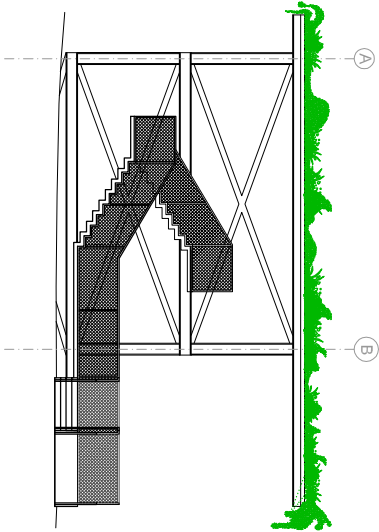
17 PLANTA BAIXA SUPERIOR - BLOCO LAZER
ESQ.: 1/200
ÁREA CONSTRUIDA: 189,00m²



16 PLANTA BAIXA TÉRREO - BLOCO LAZER
ESQ.: 1/200
ÁREA CONSTRUIDA: 76,80m²



20 ELEVACÃO FRONTAL - BLOCO LAZER
ESQ.: 1/200



19 ELEVACÃO LATERAL - BLOCO LAZER
ESQ.: 1/200



1 Vista 3D 1

Considerações Gerais		
No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil

PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama

Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:
Author

Data:
Setembro/2009

Escala:
Sem escala

ARQUITETURA

Ensaio Projetual

ARQ - 01/23

Conteúdo:
Vista 3D 01



2 Vista 3D 2



3 Vista 3D 3
ESCALA 1 : 1

Considerações Gerais		
No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

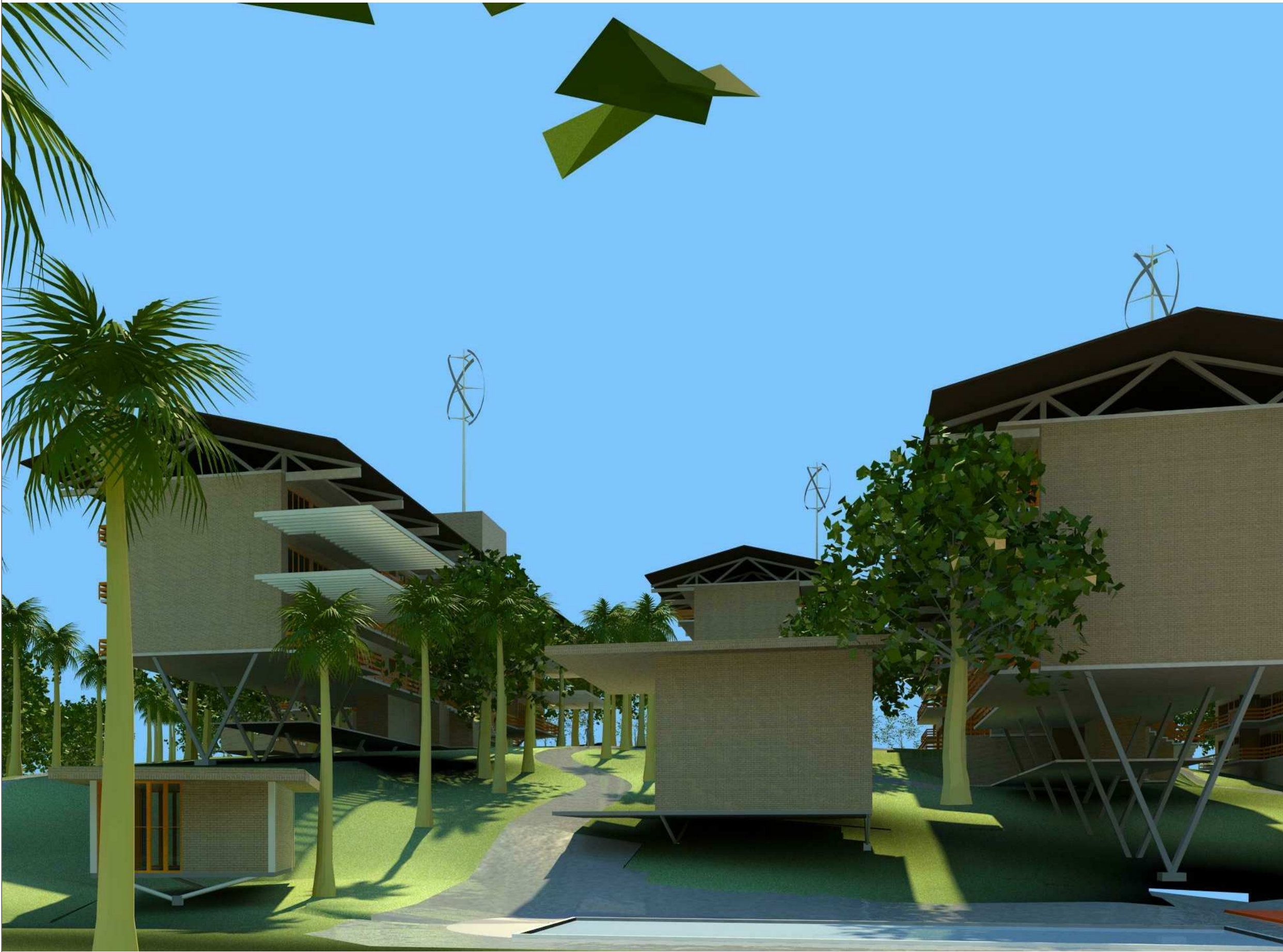
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281
Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama
Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES
Desenho:
Adriane Alvarenga
Data:
Setembro/2009
Escala:
Sem escala

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 02/23

Conteúdo:
Vista 3D 02
Vista 3D 03



Considerações Gerais		
No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil

PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama

Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:
Adriane Alvarenga

Data:
Setembro/2009

Escala:
Sem escala

ARQUITETURA

Ensaio Projetual

ARQ - 03/23

Conteúdo:
Vista 3D 04



5 Vista 3D 5



6 Vista 3D 6

Considerações Gerais		
No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil

PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:

Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama

Autor do projeto:

Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:

Adriane Alvarenga

Data:

Setembro/2009

Escala:

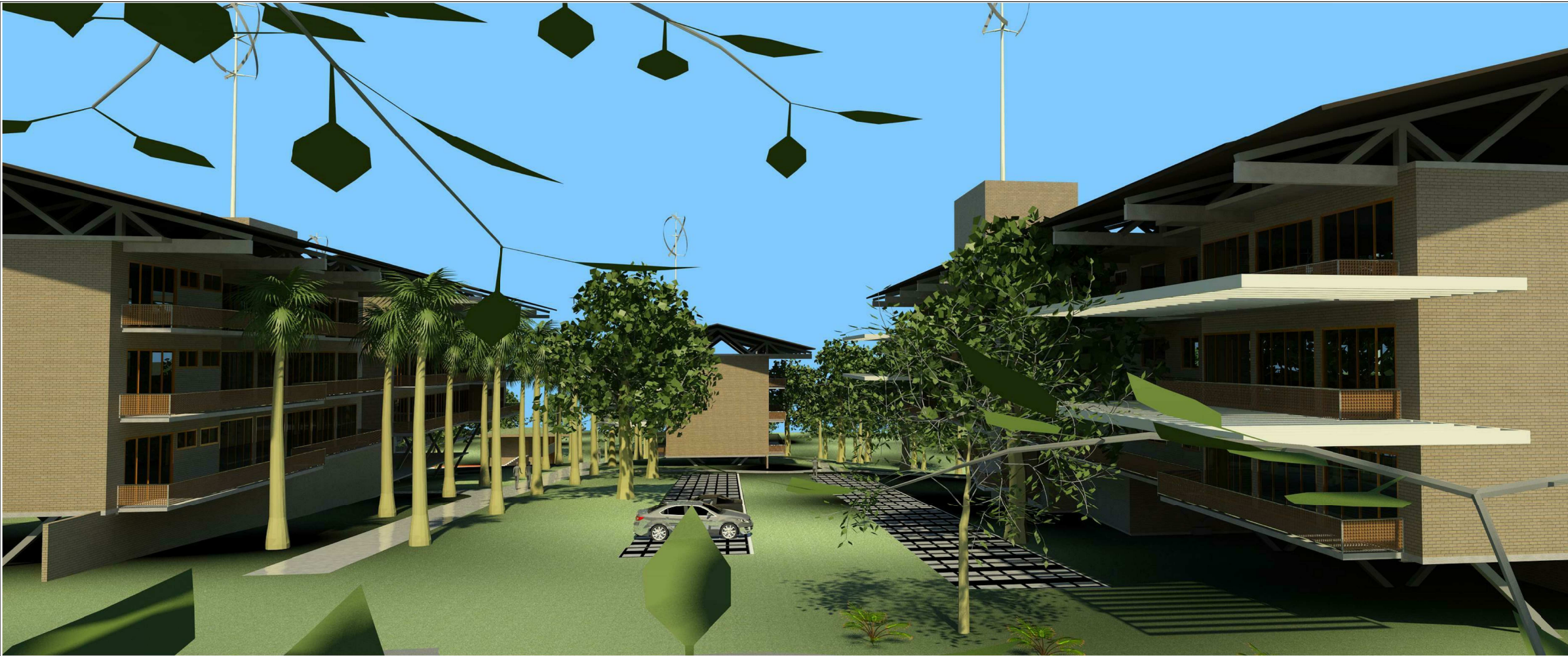
Sem escala

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 04/23

Conteúdo:

Vista 3D 05
Vista 3D 06



7 VISTA 3D 7



8 VISTA 3D 8

Considerações Gerais		
No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL
BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil

PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama

Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:
Adriane Alvarenga

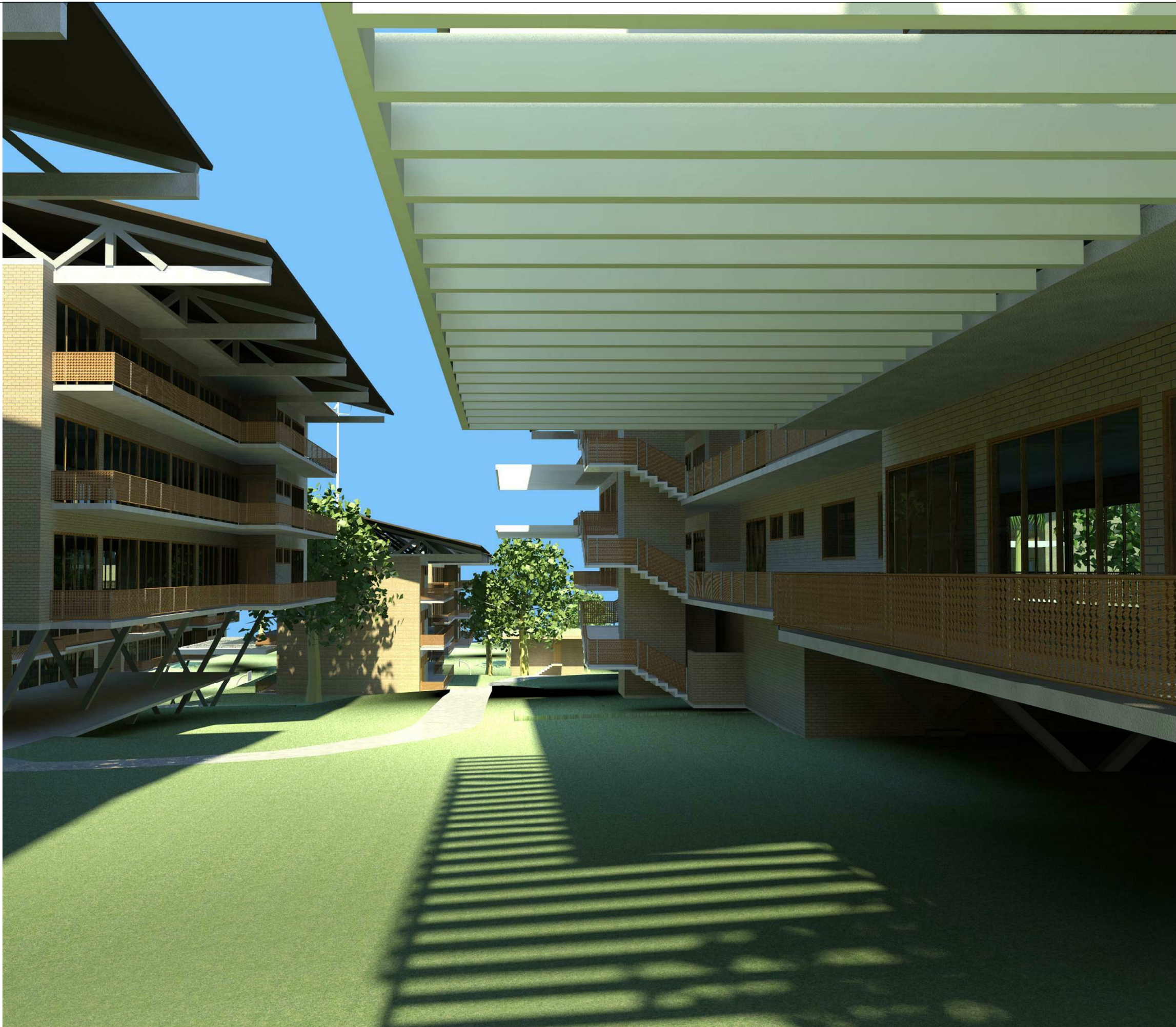
Data:
Dezembro/2010

Escala:
Sem escala

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 05/23

Conteúdo:
Vista 3D 07
Vista 3D 08



9 VISTA 3D 09

Considerações Gerais		
No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da
Gama

Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:
Adriane Alvarenga

Data:
Setembro/2009

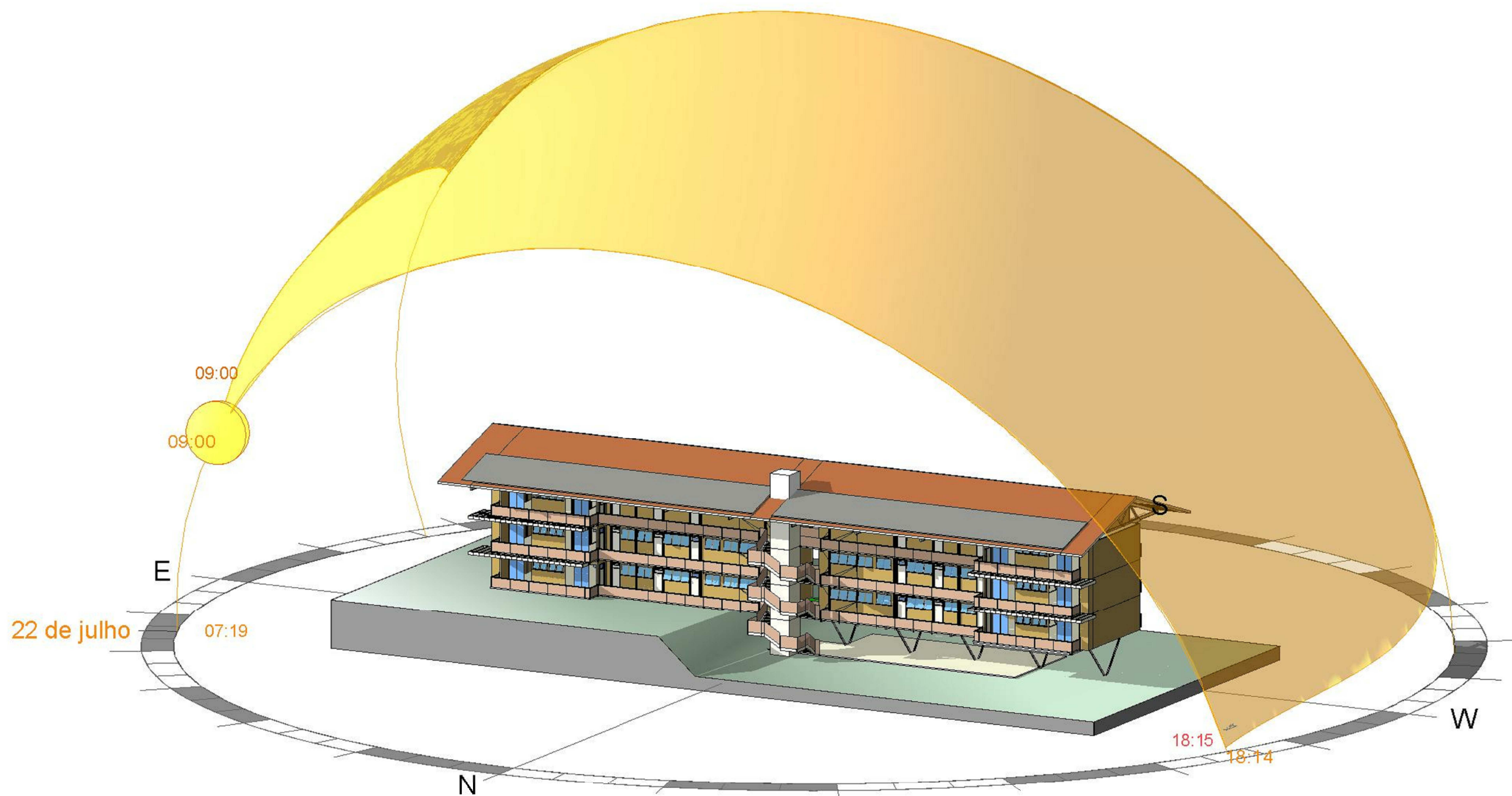
Escala:
1 : 1

ARQUITETURA

Ensaio Projetual

ARQ - 06/23

Conteúdo:
Vista 3D 09



10

Representação da abóbada celeste

Considerações Gerais

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:

Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da
Gama

Autor do projeto:

Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:

Adriane Alvarenga

Data:

Dezembro/2010

Escala:

1 : 1

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 07/23

Conteúdo:

Representação da
abóbada celeste



ÍNDICES URBANÍSTICOS					
ZONAMENTO	ZB-302				
ÁREA DO TERRENO	40.000,00 m²				
ÁREA EDIFICANTE	20.000,00 m²				
Nº DE PAVTOS	3 PAVIMENTOS	MÁXIMO PAVTOS			3 PAVIMENTOS
PARÂMETROS	PREVISTO NA LEI		ADOTADOS		
CA (m/s)	1,3	51.500,00 m²	0,25	10.047,44 m²	
TO (m/s)	60%	14.000,00 m²	10%	4.078,00 m²	
TP (m/s)	10%	4.000,00 m²	82%	33.000,00 m²	
ALTURA (m/s)	15 m		15 m		
Nº DE VAGAS	-		1 VAGA POR RESIDÊNCIA		
QUADRO DE ÁREAS					
PAVIMENTO TERREO		289,51 m²			
PAVIMENTO TIPO		546,27 m²			
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA DA TORRE		2.435,56 m²			
ÁREA PRIVATIVA APTO 30		139,02 m²			
ÁREA PRIVATIVA APTO 30		91,50 m²			
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA DA TORRE		1.377,12 m²			
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA (7 TORRES)		9.539,34 m²			
Nº TOTAL DE APARTAMENTOS		84			
Nº DE APARTAMENTOS POR TORRE		12			
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA		336,00 m²			
CÁFE		75,00 m²			
BLOCO LAZER		245,00 m²			
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA DO EMPREENDIMENTO		17.705,66 m²			

Considerações Gerais

No

Revisão

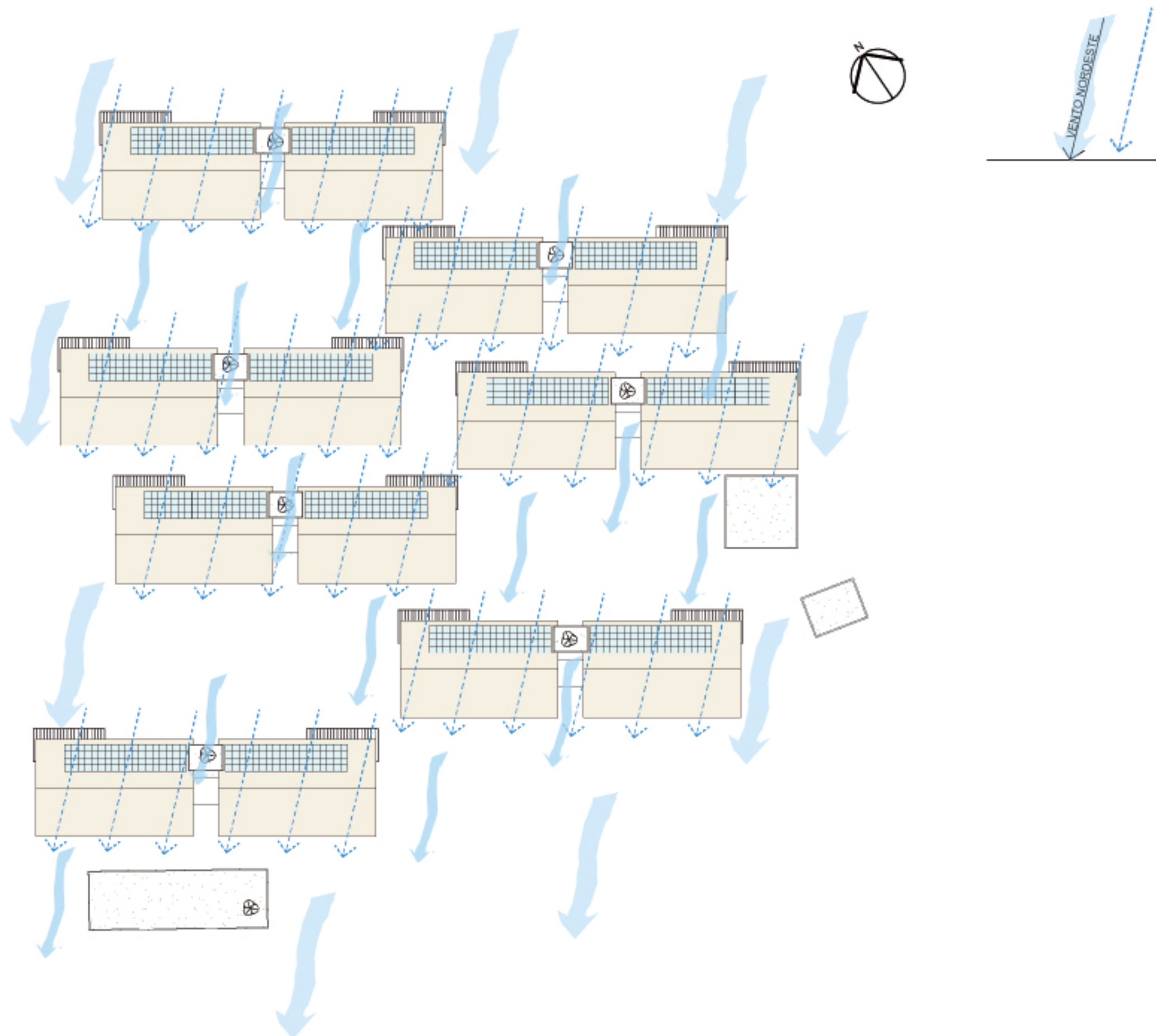
Data

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARQUITETURA

ARQ - 08/23

IMPLANTAÇÃO



Considerações Gerais

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANCA - SERRAIES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

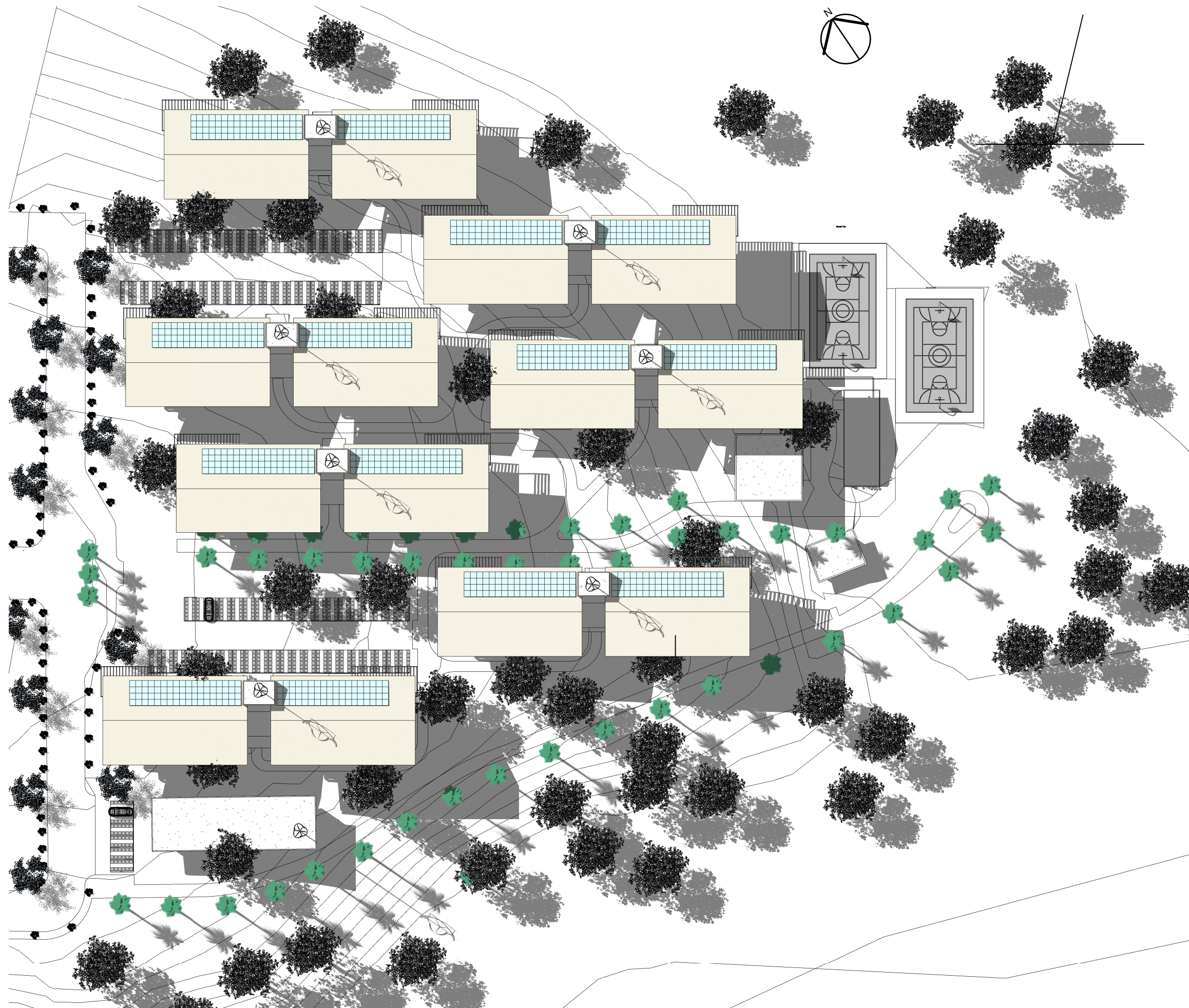
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvares de Paula Almeida
Mat. 2006130281
Orientador:
Prof. Dr. Eng. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama
Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES
Desenho:
Adriane Alvares
Data:
Setembro/2009
Escala:
1 : 750

ARQUITETURA
Ensino Projeto

ARQ - 09/23

Conteúdo:
Implantação com
estudo de ventilação



11

IMPLANTAÇÃO - SOLSTÍCIO DE INVERNO, ÀS 13h

ESCALA 1 : 750

Considerações Gerais

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:
Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat. 2006130281
Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama
Autor do projeto:
Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:
Adriane Alvarenga

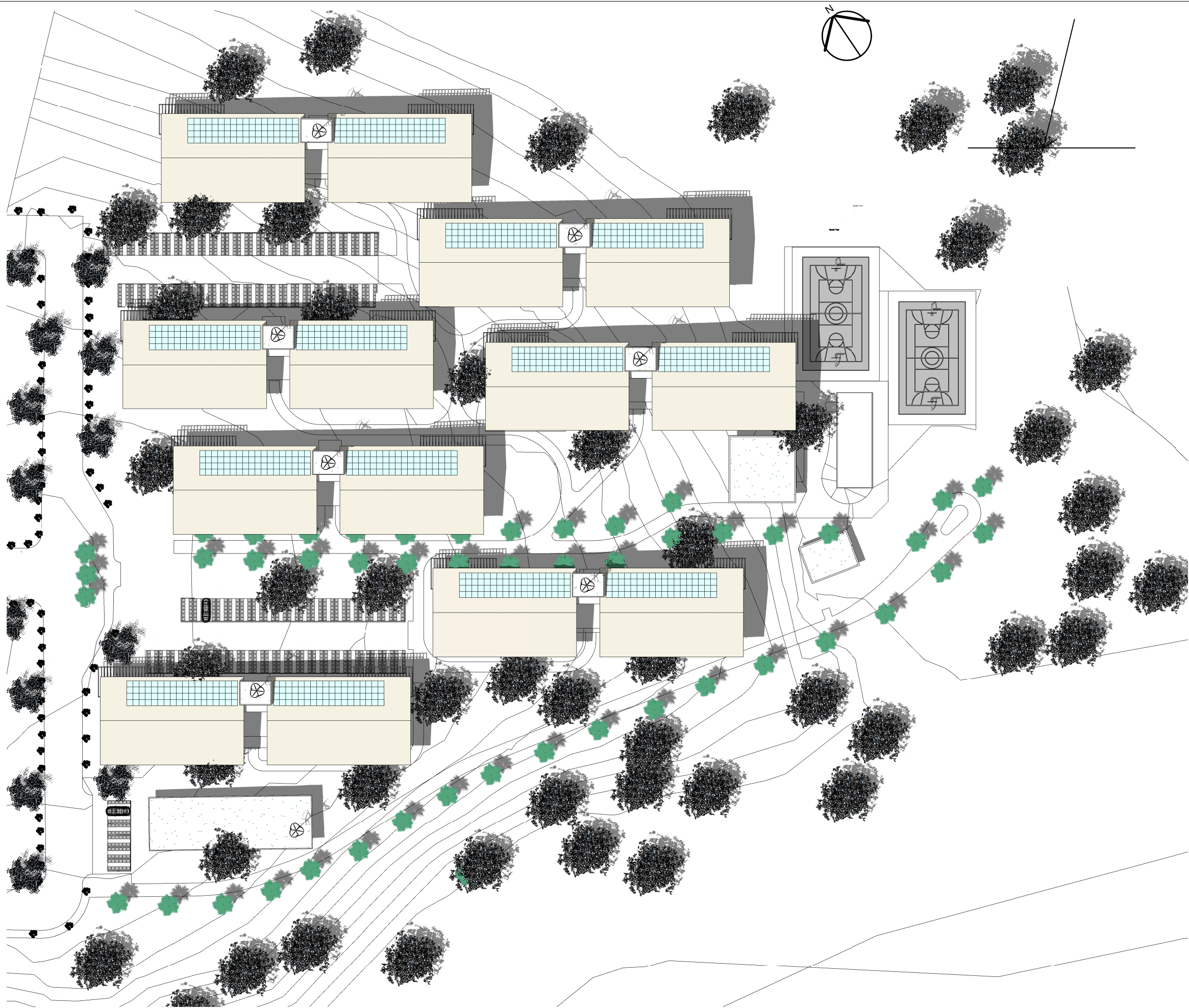
Data:
Setembro/2009

Escala:
1 : 750

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 10/23

Conteúdo:
Implantação -
solstício de inverno



12

IMPLANTAÇÃO - SOLSTÍCIO DE VERÃO, ÀS 13h

ESCALA 1 : 750

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:

Adriane Alvarenga de Paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama

Autor do projeto:

Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:

Adriane Alvarenga

Data:

Setembro/2009

Escala:

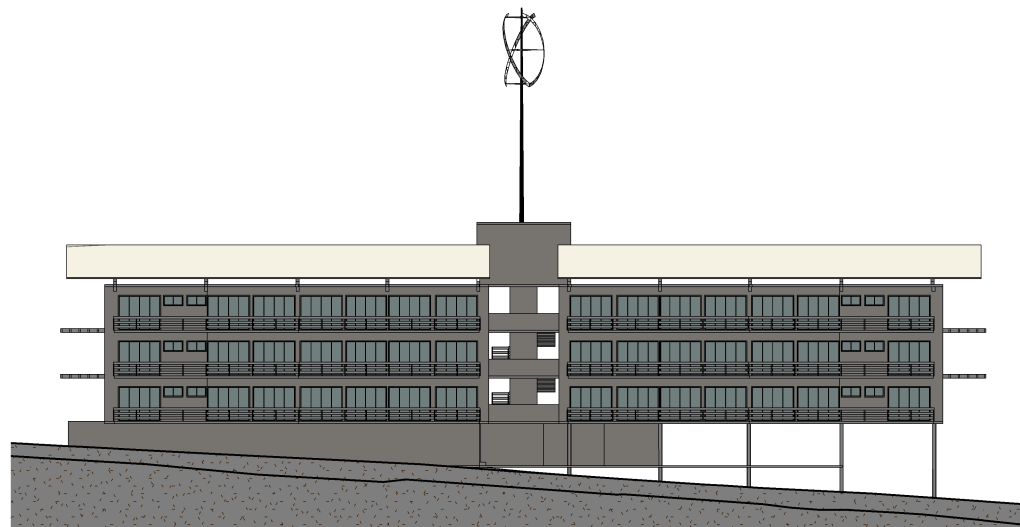
1 : 750

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 11/23

Conteúdo:

Implantação -
solstício de verão



15

FACHADA SOMBREADA - RESIDENCIAL - SOLSTÍCIO DE VERÃO, ÀS 6h

ESCALA 1 : 500



16

ELEVAÇÃO GERAL 01

ESCALA 1 : 750



17

ELEVAÇÃO GERAL 02

ESCALA 1 : 750

Considerações Gerais

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRA/ES

NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVILUFES
Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia CivilPROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGEUNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:

Adriane Alvarenga de paiva Almeida
Mat.2006130281

Orientador:

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama

Autor do projeto:

Arquiteta - CREA 5901 / D-ES

Desenho:

Adriane Alvarenga

Data:

Setembro/2009

Escala:

As indicated

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 12/23

Conteúdo:

Fachada sombreada
- Residencial
Elevação geral 01
Elevação geral 02

Considerações Gerais			
No	Revisão	Data	

INÍCIO DE DESENVOLVIMENTO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Aluno: _____

Orientador: _____

Autor do projeto: _____

Desenhista: _____

Data: _____

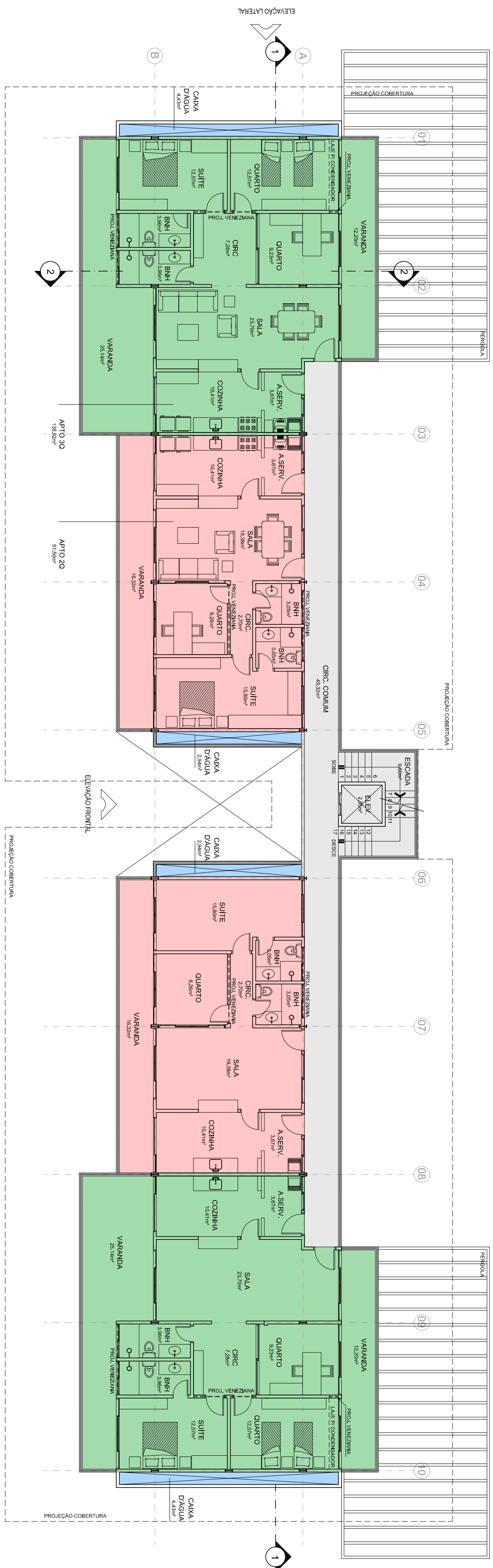
Escala: _____

ARQUITETURA

Ensino Profissional

ARQ - 14/23

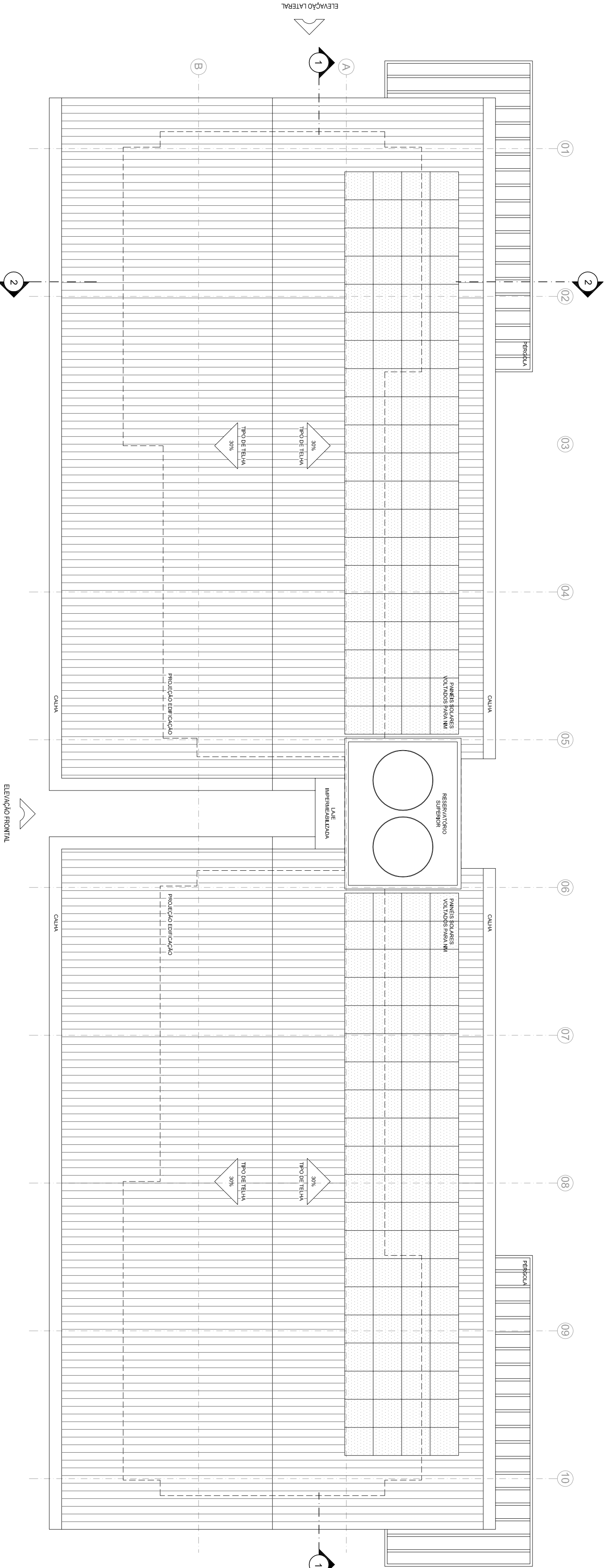
Conteúdo:
PLANTA BAIXA
TÉRREO - BLOCO
RESIDENCIAL



PLANTA BAIXA PAV. TIPO - BLOCO RESIDENCIAL

ESC.: 1/125

ÁREA CONSTRUÍDA.: 546,27m²



PLANTA DE COBERTURA

ESQ.: 1/125

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR SUSTENTÁVEL

BICANCA - SERENES

UFES
Centro Tecnológico
Engenharia Civil
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Aluno: _____

Orientador: _____

Autor do projeto: _____

Desenho: _____

Data: _____

Escala: _____

ARQUITETURA

Enslab Populal

ARQ - 15/23

Conteúdo:
PL. DE COBERTURA

Considerações Gerais

Nº	Revisão	Data

BICANGA - SERRAVALLES

CONSTRUÇÃO CIVIL

UFES



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PGEC

ESPÍRITO SANTO

Aluna:

Orientador:

Autor do projeto:

Desenho: _____

Data: _____

Escala:

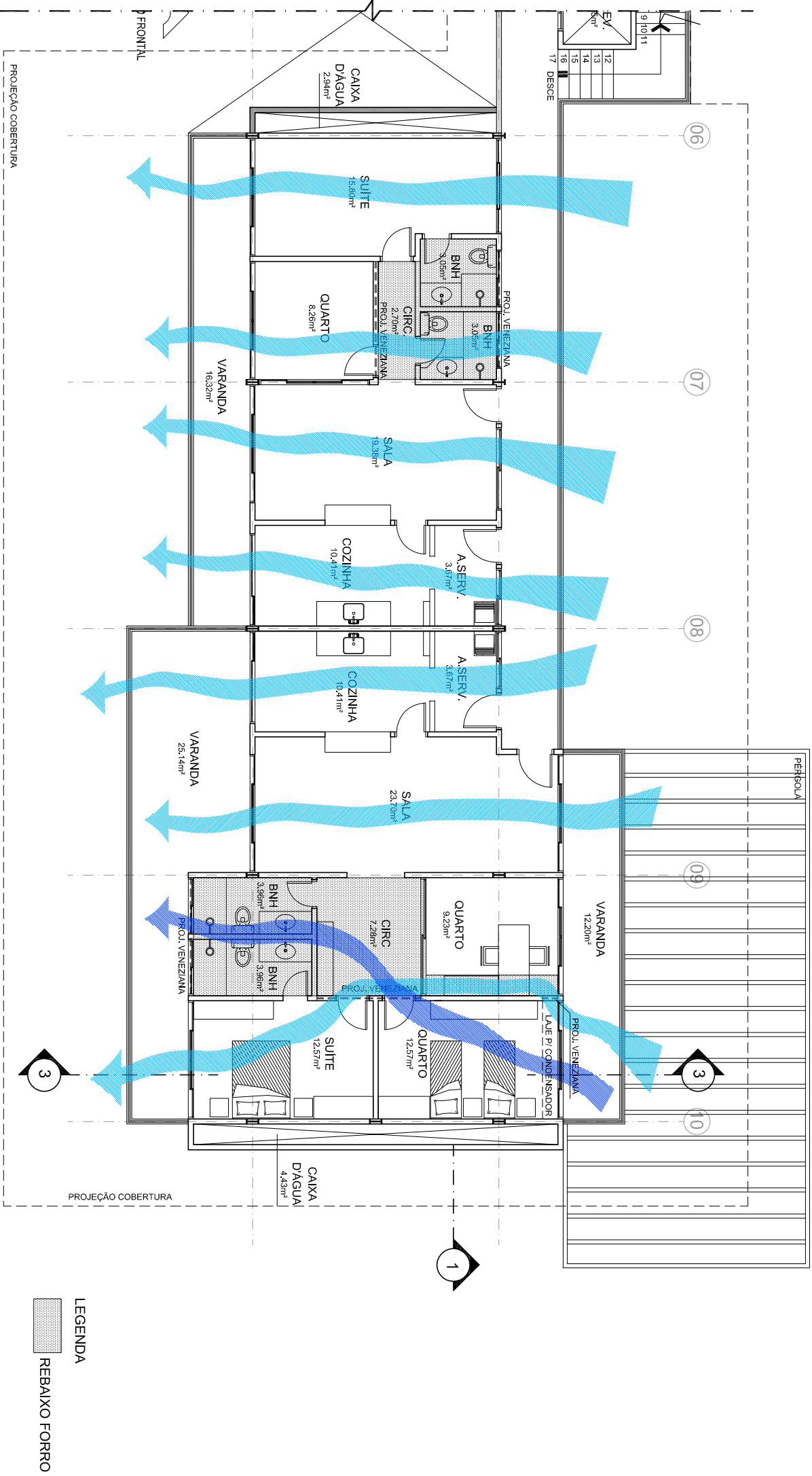
ARQUITETURA

Ensaio Projetual

ARQ - 16/23

Conteúdo:

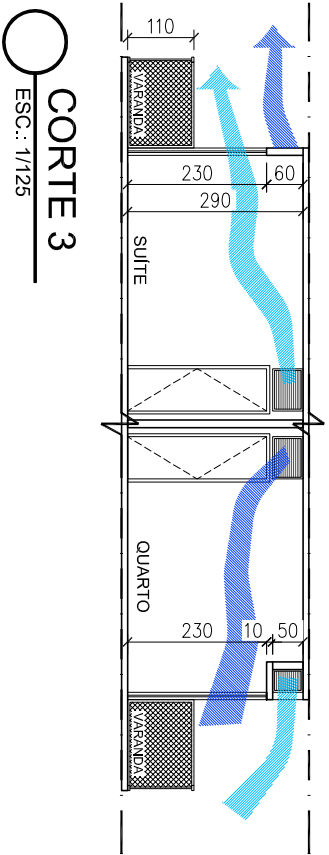
PLANTA BAIXA TIPO -
BLOCO RESIDENCIAL



PLANTA BAIXA PAV. TIPO - BLOCO RESIDENCIAL

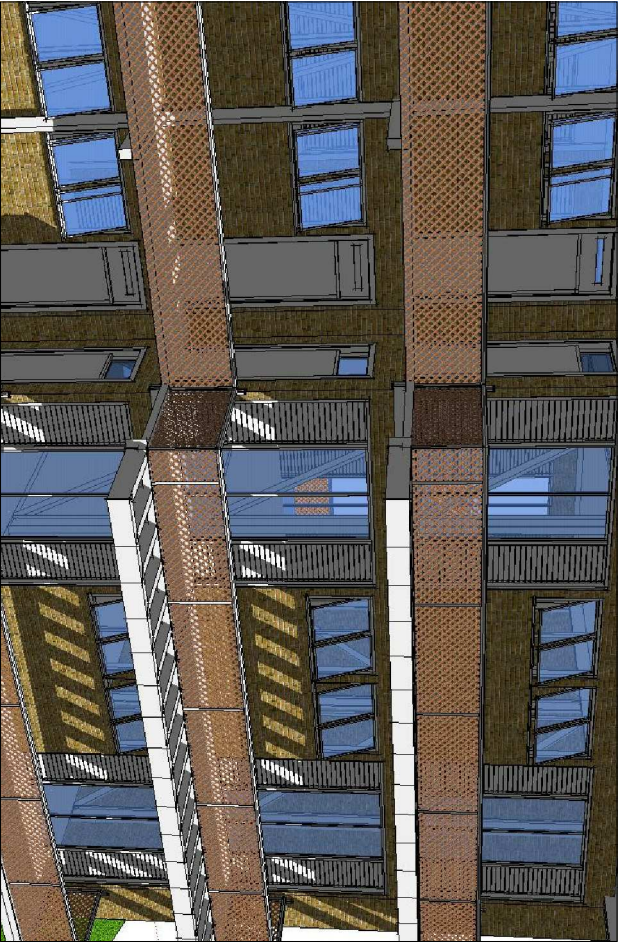
ESC.: 1/125

ÁREA CONSTRUIDA.: 546,27m²



CORTE 3

ESC.: 1/125



PERSPECTIVA - ACABAMENTO FACHADA

S/ ESC.

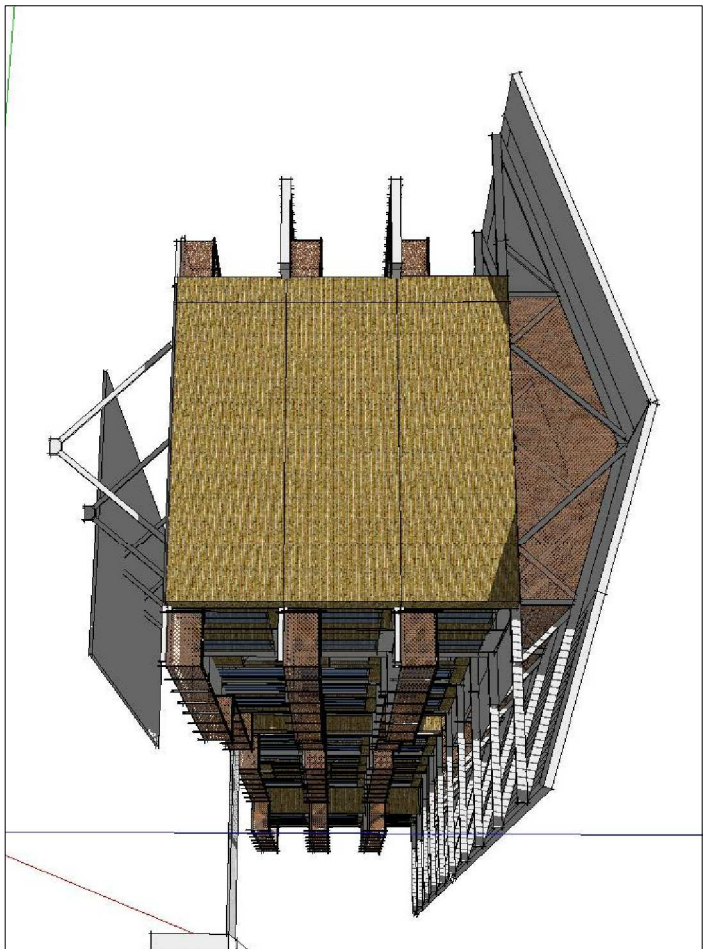
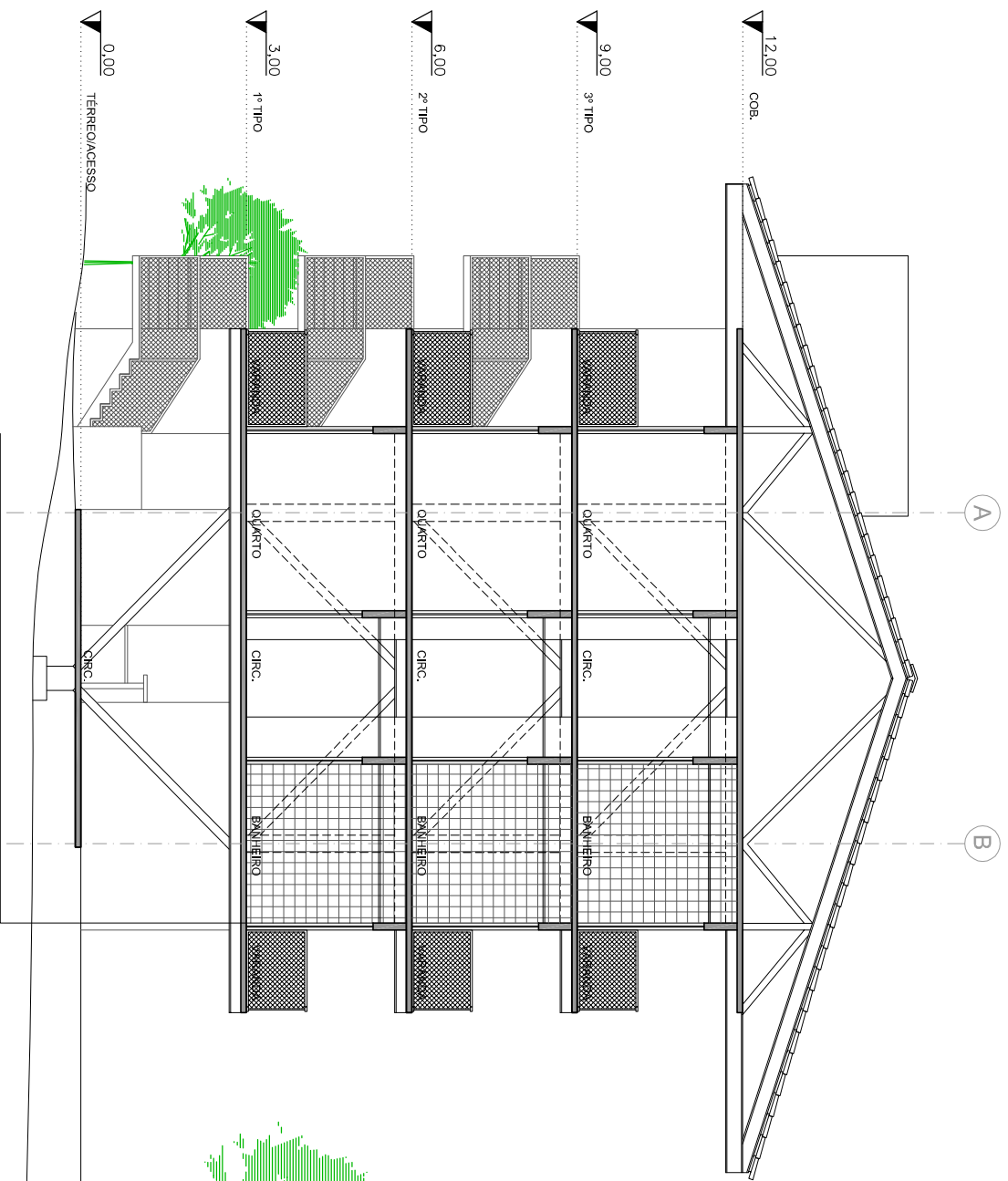
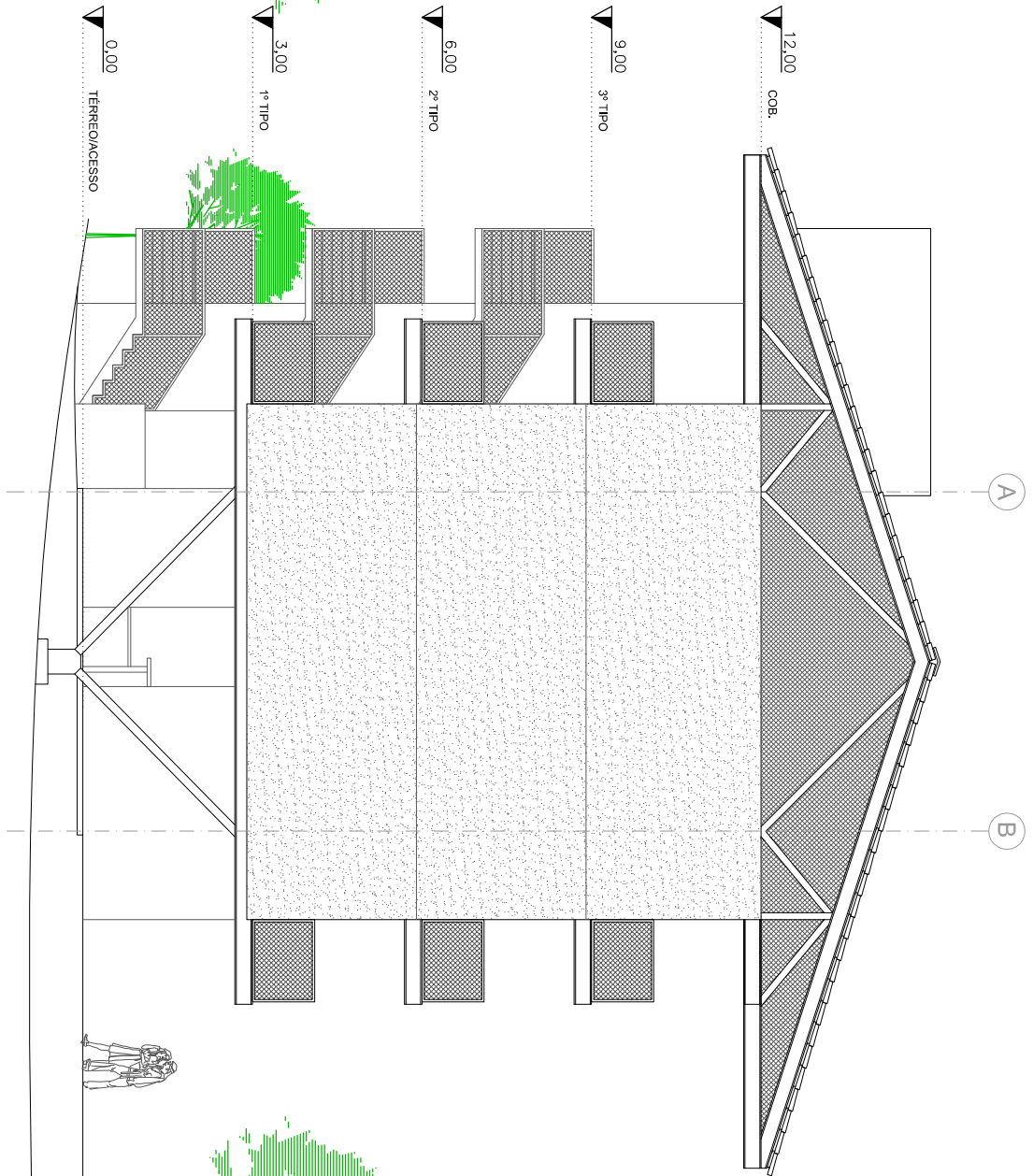


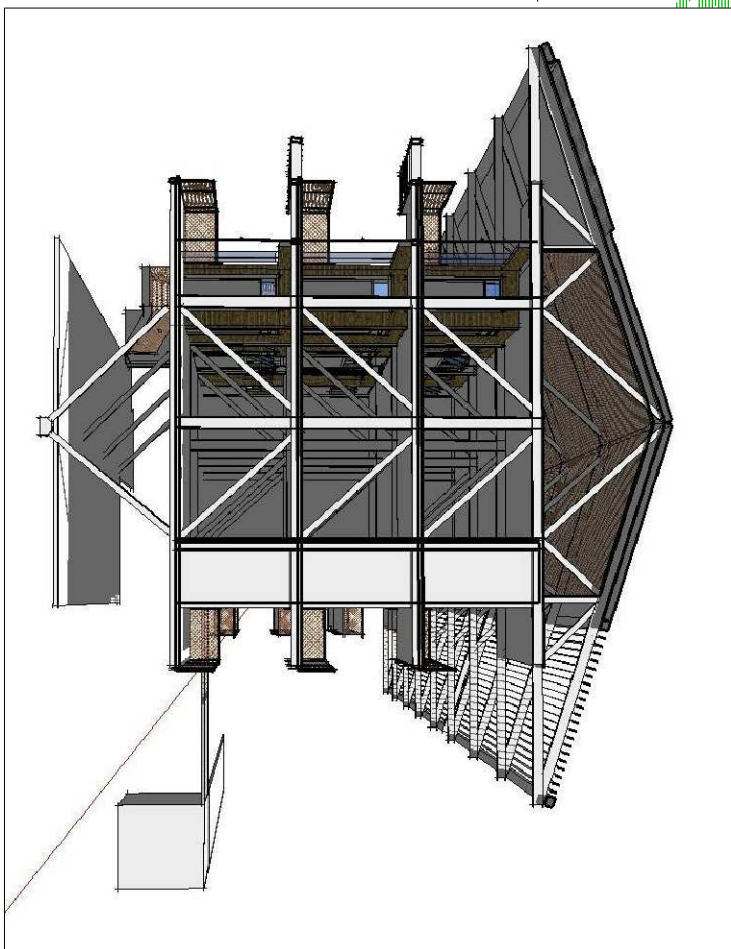
IMAGEM FACHADA LATERAL



CORTE 02 - BLOCO RESIDENCIAL



ELEVACÃO LATERAL - BLOCO RESIDENCIAL



CORTE PERSPECTIVADO

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANCA - SERENES

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPIRITO SANTO

UFES
Centro Tecnológico
Engenharia Civil
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL - PROPEC



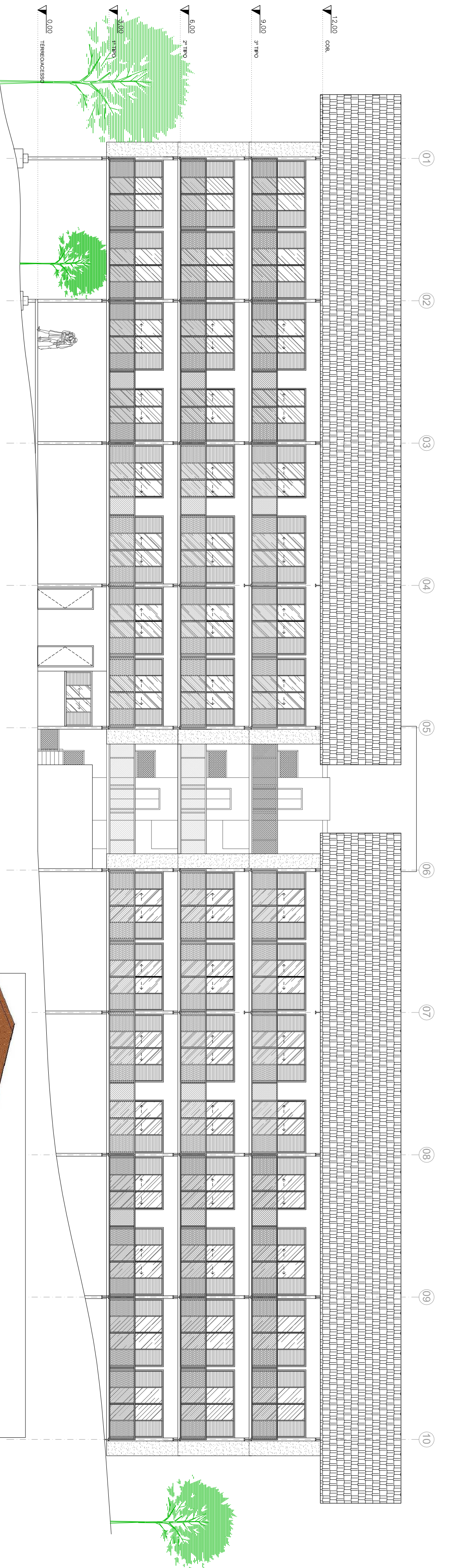
Aluno: _____
Orientador: _____
Asser do projeto: _____
Desenho: _____
Data: _____
Escala: _____

ARQUITETURA

Ensaio Populal

ARQ - 17/23

Conteúdo:
CORTE 2 - BLOCO
RESIDENCIAL
ELEVACÃO LATERAL -
BLOCO RESIDENCIAL



ELEVACÃO FRONTAL - BLOCO RESIDENCIAL

ESC.: 1/125



PERSPECTIVA - EDIFÍCIO RESIDENCIAL

S/ESC.

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILAR
SUSTENTÁVEL

BICANCA - SERENES



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluno:	_____
Orientador:	_____
Autor do projeto:	_____
Desenho:	_____
Data:	_____
Escala:	_____

ARQUITETURA

Ensaio Populair

ARQ - 19/23

Conteúdo:
ELEVACÃO FRONTAL -
BLOCO RESIDENCIAL

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

**CONDOMÍNIO RESIDENCIA
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL**

BICANGA - SERRA/ES

**NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO EM
CONSTRUÇÃO CIVIL**

CONSTRUÇÃO CIVIL



Centro Tecnológico
Departamento de
Engenharia Civil



PROGRAMA DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL - PGEC

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna:

Orientador:

Autor do projeto:

Desenho: _____

Data:

Escala:

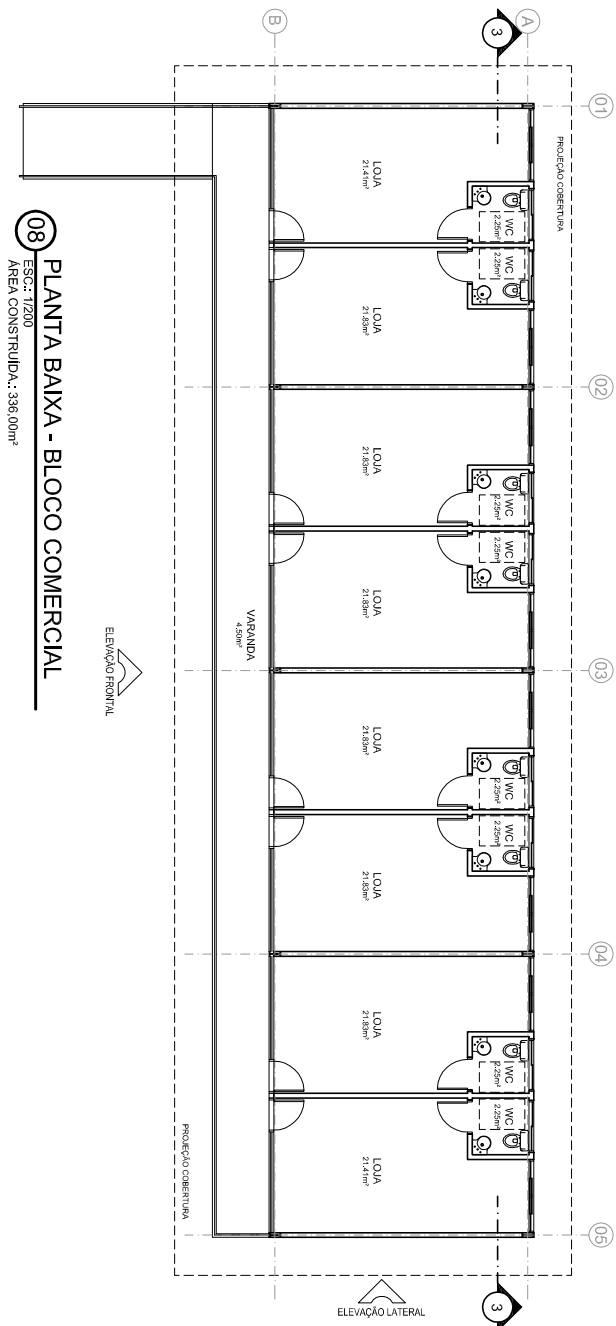
ARQUITETURA

Ensaio Projetual

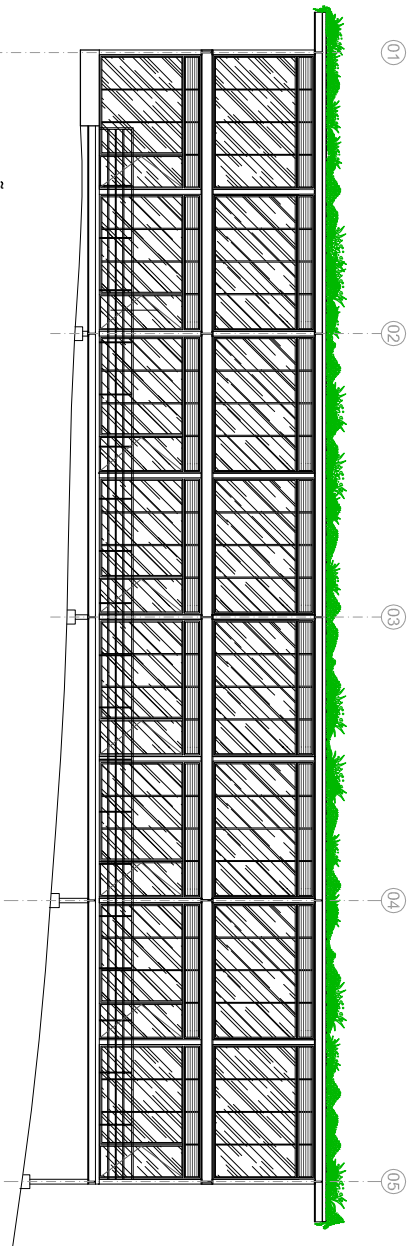
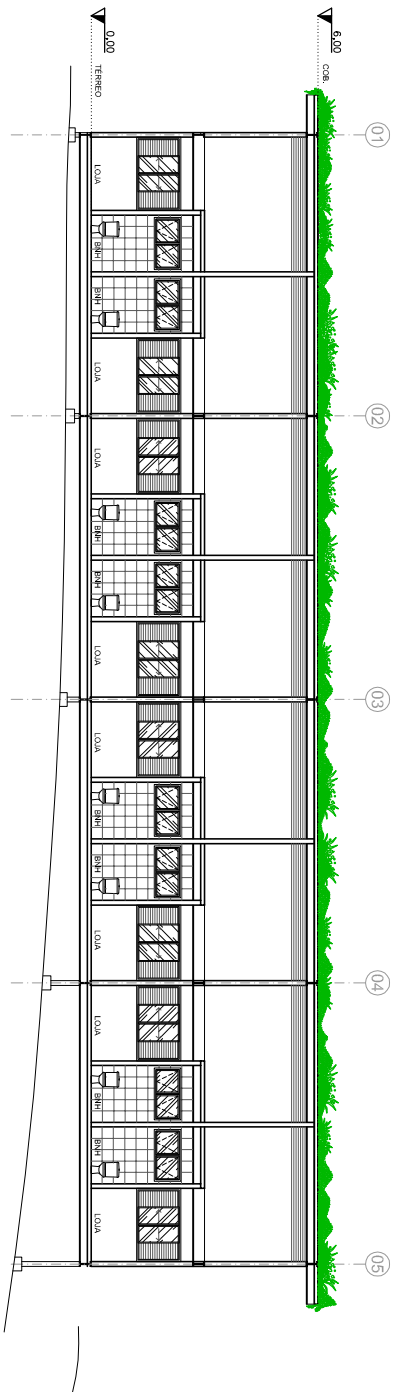
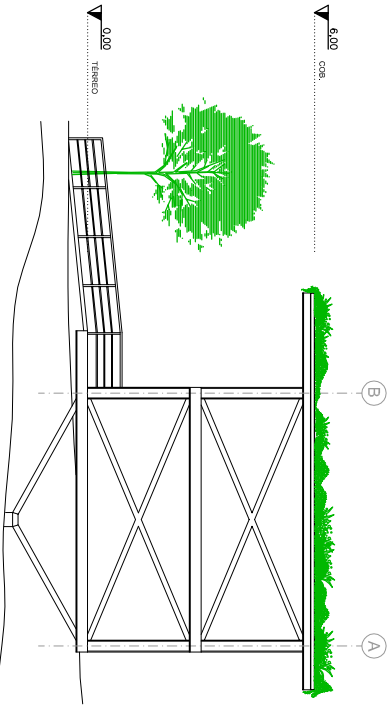
ARQ - 20/23

Conteúdo:

PLANTA BAIXA
TÉRREO - BLOCO
RESIDENCIAL



ELEVÇÃO FRONTAL



Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL

BICANGA - SERRAVES



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO
ESPÍRITO SANTO

Aluna: _____

Orientador: _____

Autor do projeto: _____

Desenho: _____

Data: _____

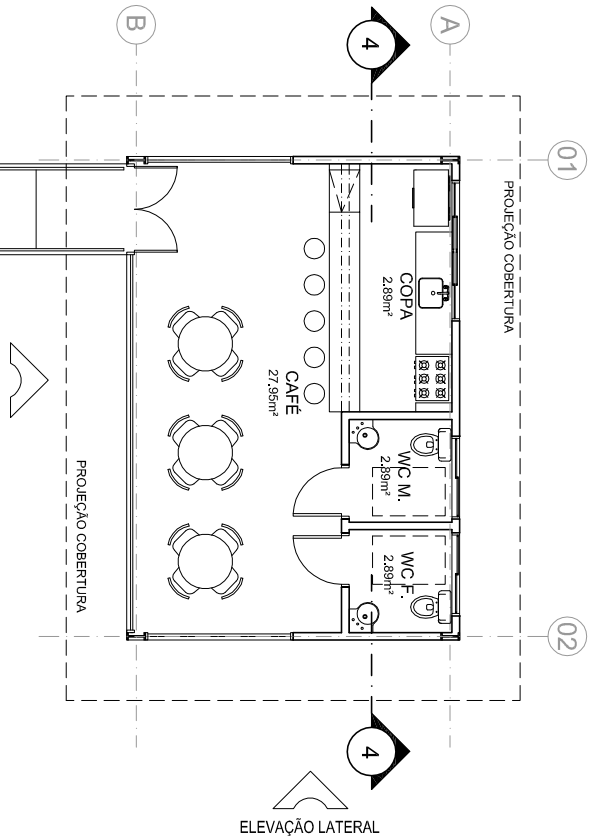
Escala: _____

ARQUITETURA

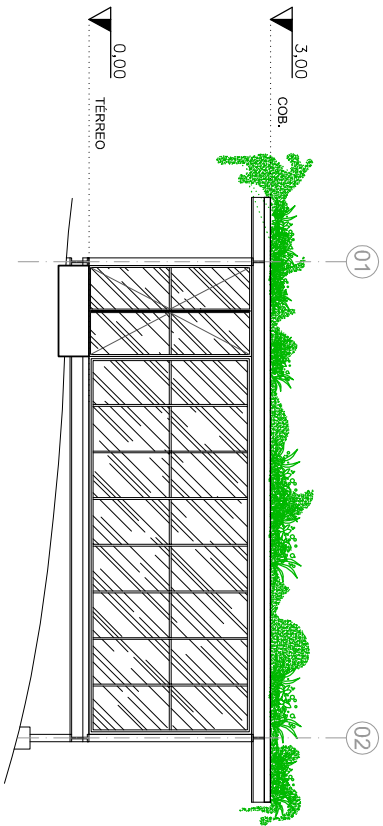
Ensaio Projetual

ARQ - 21/23

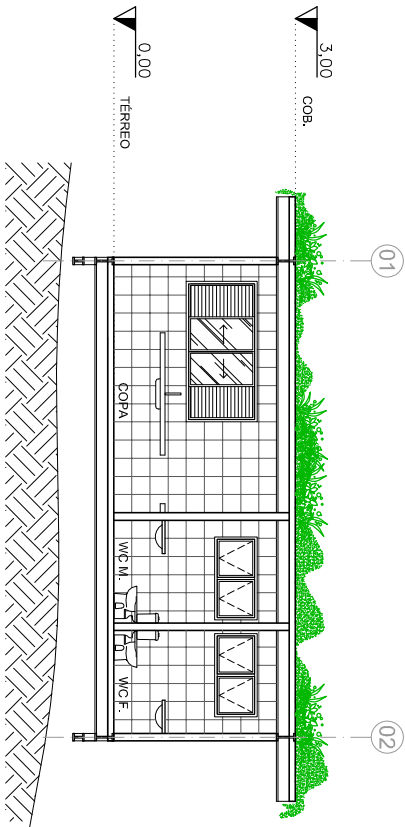
Conteúdo:
PLANTAS/CORTES/VISTAS
BLOCO COMERCIAL



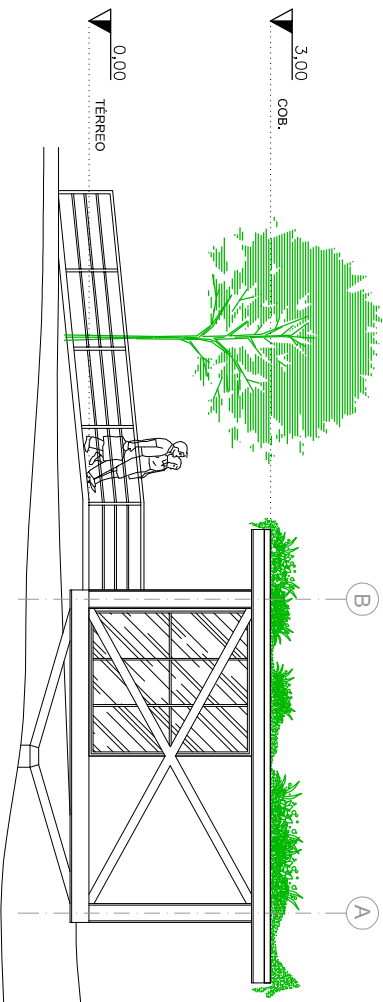
12 PLANTA BAIXA - CAFÉ
ESC.: 1/125
ÁREA CONSTRUIDA: 75,00m²



14 ELEVACÃO FRONTAL - CAFÉ
ESC.: 1/125



13 CORTE 04 - CAFÉ
ESC.: 1/125



15 ELEVACÃO LATERAL - CAFÉ
ESC.: 1/125

Considerações Gerais

No	Revisão	Data

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR
SUSTENTÁVEL
BICANGA - SERRAVAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

UFES

Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

Aluna: _____

Orientador: _____

Autor do projeto: _____

Desenho: _____

Data: _____

Escala: _____

ARQUITETURA
Ensaio Projetual

ARQ - 22/23

Conteúdo:
PLANTAS/CORTES/VISTAS
BLOCO CAFÉ

Apêndice B - Comprovação do Atendimento aos Créditos do LEED NC pelo Ensaio Projetual

Serão apresentados cada categoria, com seus respectivos pré-requisitos e os créditos e as medidas tomadas para atendimento de cada item que foram considerados neste projeto. Os créditos não mencionados nesse trabalho não têm relação com o objeto de estudo.

B.1 Categoria Sítio Sustentável (SS – Sustainable Sites)

B.1.1 Pré-Requisito 1 - Prevenção da poluição causada pela construção

Observa-se no quadro B1 com os objetivos, exigências e estratégias para o pré-requisito 1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

1 Pré-Requisito 1 - Prevenção da poluição causada pela construção	
Objetivo	Redução de impacto por atividades de construção através do controle de erosão do solo, sedimentação e redução de geração de pó em suspensão.
Exigência	Criar e implantar um controle de erosão e sedimentação através da prevenção de perda de solo durante a construção por cortes, pelo escoamento ou por ventos. Outra forma possível é através do reuso da terra retirada para implantação dos edifícios.
Estratégia adotada	Elaborar um plano de gerenciamento e controle da erosão e sedimentação de acordo com o programa de licenças gerais para Construção Civil de 2003 da USEPA – Agência Americana de Proteção Ambiental.

Quadro B1 – Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Sítio Sustentável.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 - tradução nossa).

Para a implantação de um plano de controle de poluição erosão e sedimentação, inicia-se com a avaliação e planejamento do solo, definindo as melhores práticas para o controle de erosão e sedimentação. Depois se selecionam as melhores práticas para armazenamento e estocagem, assim como de manutenção do sítio (USGBC, 2008, tradução nossa).

Não foi elaborado um plano completo com todas as etapas das atividades a serem desenvolvidas no canteiro de obras. Limitou-se a apresentar os aspectos e impactos e apresentar um plano para amenizar esses impactos.

Documentação a ser anexada:

- licenças e aprovações;
- dados do sítio: topografia, dados climáticos, chuvas, planejamento do canteiro, planejamento do projeto no terreno;
- informações relativas a contratos;

Conteúdo do projeto relativo aos impactos poluentes

- objetivos, mapa do entorno, identificação de fontes poluidoras, inventário de materiais causadores de poluição;
- identificação dos principais impactos, considerando o entorno e as atividades desenvolvidas no canteiro.

Aspectos sociais e econômicos

Dentre os aspectos sociais e econômicos que serão alterados mediante a implantação de um empreendimento dessa natureza estão:

- A contratação de trabalhadores locais;
- Incentivo ao mercado local de reciclagem;\
- Incentivo ao mercado de reuso; e
- Deslocamento de pessoas de outras regiões para o local;

B.1.2 Crédito 1 – Seleção do Sítio

Observa-se no quadro B2 com os objetivos, exigências e estratégias para o critério 1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 1 – Seleção do Sítio

Objetivo	Evitar implantações que causam muito impacto ambiental no terreno.
Exigência	Não local edifícios nas seguintes condições: em zonas rurais, em cotas inferiores a 5 m de pontos que já foram inundados nos últimos 100 anos, em terrenos identificados como habitat de espécies em extinção, a menos de 30 m da água, e terrenos que tem prioridade para a construção de parques ou outras atividades de interesse público.
Estratégia Adotada	Dar preferência a locais sem restrições que causam impacto ambiental.

Quadro B 2 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas tomadas:

Em nosso caso específico, foi selecionada uma área que tem uma lagoa, então os edifícios foram afastados 30m da água, conforme recomendado pelo Plano Diretor Urbano Municipal. As árvores existentes no local são frutíferas e serão preservadas em sua maioria. Para as novas espécies serão previstas espécies típicas de restinga, já que o local encontra-se próximo ao mar. Para a elaboração do projeto, foram realizadas visitas ao local, análise da topografia do terreno, e análise do entorno através de fotos e observação.

B.1.3 Crédito 2 - Desenvolvimento urbano

Observa-se no quadro B3 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 2 - Desenvolvimento urbano

Objetivo	Tirar proveito do desenvolvimento urbano existente.
Exigência	Construir ou renovar o desenvolvimento existente, que em condições ideais deve conter: banco, local de culto, mercearias, jornaleiro, metro, salão de beleza, lava-jato, hardware, lavanderia, biblioteca, posto de saúde, creche, play, farmácia, correios, restaurante, escola, supermercado, teatro, centro comunitário, academia e museu.
Estratégia Adotada	Dar preferência a locais sem restrições que causam impacto ambiental.

Quadro B 3 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

O local encontra-se munido de infra-estrutura de apoio aos moradores com parte dos itens mencionados acima (local de culto, mercearias, jornaleiro, salão de beleza, farmácia, restaurante, escola, supermercado). Foram criadas áreas de lazer e recreação no condomínio e um centro comercial que servirá de suporte para o mesmo e para o entorno.

B.1.4 Crédito 4 – Transporte alternativo

Relacionados a transporte alternativo podem-se enumerar os seguintes itens: público, bicicletas e veículos eficientes, veículos menos poluentes e com combustíveis menos poluentes, e previsão de estacionamento.

Crédito 4.1 Transporte público

Observa-se no quadro B4 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 4.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 4.1 Transporte público	
Objetivo	Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel.
Exigência	Escolher um terreno que é atendido por transportes públicos a uma distância máxima de 800 m; prever bicicletário a uma distância máxima de 200 m da entrada e com capacidade para pelo menos 15 % dos moradores em edifícios residenciais; fornecer estacionamento preferencial para veículos com combustível menos poluente; e em edifícios residenciais não colocar estacionamento além do exigido pelo código de obras local e prever áreas para desembarque de pessoas provenientes do uso do transporte coletivo.
Estratégia Adotada	Realizar pesquisas sobre a demanda futura; prever duchas e vestiários próximos aos locais para bicicletários para funcionários; incentivar postos de abastecimento de combustíveis menos poluentes; minimizar o tamanho da garagem, incentivar o estacionamento rotativo.

Quadro B 4 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Crédito 4.2 Transporte através de bicicletas e veículos eficientes

Observa-se no quadro B5 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 4.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 4.2 Transporte através de bicicletas e veículos eficientes

Objetivo	Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel.
Exigência	Escolher um terreno que é atendido por transportes públicos a uma distância máxima de 800 m; prever bicicletário a uma distância máxima de 200 m da entrada e com capacidade para pelo menos 15 % dos moradores em edifícios residenciais; fornecer estacionamento preferencial para veículos com combustível menos poluente; e em edifícios residenciais não colocar estacionamento além do exigido pelo código de obras local e prever áreas para desembarque de pessoas provenientes do uso do transporte coletivo.
Estratégia Adotada	Realizar pesquisas sobre a demanda futura; prever duchas e vestiários próximos aos locais para bicicletários para funcionários; incentivar postos de abastecimento de combustíveis menos poluentes; minimizar o tamanho da garagem, incentivar o estacionamento rotativo.

Quadro B 5 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Crédito 4.4 Previsão de estacionamento

Observa-se no quadro B 6 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 4.4 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 4.4 Previsão de estacionamento

Objetivo	Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel.
Exigência	Em edifícios residenciais não colocar estacionamento além do exigido pelo código de obras local e prever áreas para desembarque de pessoas provenientes do uso do transporte coletivo
Estratégia Adotada	Minimizar o tamanho da garagem, incentivar o estacionamento rotativo.

Quadro B 6- Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4.4 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Foi previsto estacionamento para apenas um carro por morador, a fim de não incentivar a pessoas que tenham mais de um veículo a morar no local, tornando o entorno mais poluído. Foi previsto uma área de desembarque e bicicletário para moradores e funcionários com vestiário. Procurou-se um terreno que fosse suprido por transporte público.

B1. 5 Crédito 5 – Desenvolvimento do sítio

Relacionados ao desenvolvimento do sítio pode-se citar os seguintes aspectos: proteção ou recuperação do habitat; e maximização dos espaços abertos.

Crédito 5.1 Proteção e recuperação do habitat - previsão de estacionamento

Observa-se no quadro B7 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 5.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 5.1 Proteção e recuperação do habitat - previsão de estacionamento	
Objetivo	Restaurar e preservar áreas degradadas para fornecer um habitat natural e promover a biodiversidade
Exigência	Restaurar e preservar áreas degradadas para fornecer um habitat natural e promover a biodiversidade
Estratégia Adotada	Preservar zonas verdes com as seguintes distâncias mínimas: 40 m dos edifícios, 3 m das áreas pavimentadas, e 15 m das pistas para veículos.

Quadro B7 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 5.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Observa-se no quadro B 8 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 5.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 5.2 Maximizar os espaços abertos

Objetivo	Proporcionar a interação da sociedade com as áreas de preservação a fim de preservá-las.
Exigência	- Opção 1 - Prever área de 25% destinada à visitação pública; - Opção 2 – Prever áreas abertas ao público adjacentes aos edifícios; - Opção 3 – Controle de acesso através de uma portaria com área externa verde de 20% do terreno.
Estratégia Adotada	Prever estacionamento de visitantes e um plano diretor para o Condomínio a fim de controlar as visitas

Quadro B 8 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 5.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

O terreno foi dividido em duas porções, uma privativa e outra pública. A pública foi criada para que a comunidade pudesse usufruir do contato com a lagoa existente. Assim, foi criado um calçadão margeando parte da lagoa com um Centro Comercial e um Café que serve também como mirante. A porção privativa tem o acesso controlado através de uma guarita.

B1.6 Crédito 6 - Gestão de água da chuva (quantidade controlada e qualidade controlada).

Observa-se no quadro B 9 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 6 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 6.1 Gestão de água da chuva – quantidade controlada

Objetivo	Limitar a drenagem natural do terreno, evitando a execução de grandes áreas impermeáveis
Exigência	Prever áreas impermeáveis de no máximo 50%, com um plano de gestão de águas da chuva
Estratégia Adotada	Preservar os fluxos naturais através de áreas permeáveis, usar telhados verdes e pavimentações que recebem grama parcialmente.

Quadro B9 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Observa-se no quadro B10 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 6.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 6.2 Gestão de água da chuva – qualidade controlada (1 ponto)

Objetivo	Proteger regiões alagadas de contaminações provenientes da construção.
Exigência	Prever sistemas de tratamento da água
Estratégia Adotada	Separar as águas negras das que podem ser reaproveitadas com pouco tratamento

Quadro B 10 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Todos os edifícios foram dispostos soltos em relação ao terreno para que a drenagem natural do terreno não fosse muito prejudicada. Para as áreas destinadas ao estacionamento, foi especificado concre-grama, que é uma pavimentação vazada com grama e concreto. Nas coberturas dos edifícios residenciais a água da chuva será captada, tratada e reaproveitada.

B1. 7 Crédito 7 – Redução de ilhas de calor (através de cobertura ou de outras maneiras)

Observa-se no quadro B11 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 7.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 7.1 Redução de ilhas de calor de formas diferentes do uso de cobertura reflexiva (3 pontos)	
Objetivo	Reduzir as ilhas de calor para minimizar o impacto no micro clima natural.
Exigência	Utilizar pavimentação reflexiva ou semipermeável e estacionamentos limitados ao pilotis
Estratégia Adotada	Utilizar áreas de grama no lugar de áreas pavimentadas para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor

Quadro B 11 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 7.1 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Observa-se no quadro B12 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 7.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 7.2 Redução de ilhas de calor através de cobertura	
Objetivo	Reduzir as ilhas de calor para minimizar o impacto no micro clima natural.
Exigência	Coberturas reflexivas
Estratégia Adotada	Utilizar tetos verdes para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor.

Quadro B 12 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 7.2 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor foram tomadas as seguintes medidas: nos estacionamentos foi usado concregrama (placas de concreto vazadas com grama no interior) e grandes áreas gramadas de

jardim, visando reduzir as áreas pavimentadas; e sobre os edifícios secundários (Centro Comercial, Guarita, Café e Lazer), foram utilizados também tetos verdes.

B1. 8 Crédito 8 – Redução de poluição luminosa

Observa-se no quadro B13 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 8 da categoria Sítio Sustentável do LEED NC.

Crédito 8 Redução de poluição luminosa	
Objetivo	Minimizar o impacto da luz em ambientes noturnos.
Exigência	O impacto da luz não pode prejudicar o habitat natural do terreno; todas as luzes das áreas comuns devem ser desligadas através de sensores de presença; e o paisagismo e as fachadas devem receber iluminação restrita a proporcionar segurança e conforto.
Estratégia Adotada	Utilizar postes baixos ou iluminação junto ao piso.

Quadro B 13 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 8 da categoria Sítio Sustentável.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

As luminárias definidas para as áreas externas são postes baixos para que os mesmos não prejudiquem o *habitat* natural do terreno.

B2 Categoria Eficiência de Água (WE – Water Efficient)

B2. 1 Pré-requisito 1 – Redução do consumo de água (25%)

Observa-se no quadro B14 com os objetivos, exigências e estratégias para o pré-requisito 1 da categoria Eficiência da Água do LEED NC.

Pré-requisito 1 Redução do consumo de água com redução de 25%	
Objetivo	Maximizar a eficiência no suprimento de água no empreendimento de modo a reduzir a sobrecarga (fornecimento de água servida) do sistema de águas e esgoto da concessionária.
Exigência	Implantar estratégias que reduzem o consumo de água usados em vasos, mictórios, lavatórios, chuveiros e cubas de cozinha.
Estratégias:	Adotar medidas para redução do consumo de água potável para descarte no esgoto, através do reuso de água da chuva ou água de lavagem. Conforme o uso a que se destina a água a ser reusada, haverá necessidade de tratamento e higienização da mesma.

Quadro B14 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Eficiência de Água do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas tomadas:

A utilização de equipamentos para redução do desperdício doméstico; o reaproveitamento das águas da chuva para irrigação, incêndio e descargas; recomenda-se a conscientização dos moradores através de orientações pós ocupação.

B2. 2. Crédito 1 - Paisagismo com uso eficiente de água

Observa-se no quadro B15 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 1.1 da categoria Eficiência da Água do LEED NC.

Crédito 1.1 Paisagismo com uso eficiente de água com redução de 50%

Objetivo	Limitar o uso da água potável.
Exigência	Tomar as seguintes medidas: reutilizar a água das chuvas, irrigação do paisagismo racional, uso de espécies vegetais resistentes, reciclar as águas provenientes das torneiras e chuveiros, utilização da água pública para usos não potáveis.
Estratégias:	Prever espécies que precisam de pouca irrigação e a mesma deve ser mecanizada e controlada.

Quadro B 15 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1.1 da categoria Eficiência de Água do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Observa-se no quadro B16 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 1.2 da categoria eficiência da água do LEED NC.

Crédito 1.2 Paisagismo com uso eficiente de água com uso não potável e com uso diferente de para irrigação

Objetivo	Reduzir as ilhas de calor para minimizar o impacto no micro clima natural
Exigência	Coberturas reflexivas
Estratégia Adotada	Utilizar tetos verdes para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor.

Quadro B 16 – Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1.2 da categoria Eficiência de Água da do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Definiu-se que a água a ser reusada no projeto servirá para jardinagem onde serão utilizadas espécies que necessitam de pouca água (sem nenhum tratamento); para prevenção de incêndio (com cuidados para estocagem e distribuição da mesma em condições de uso) e para descarga de banheiros, lavagem de louças e carros (com a realização de um tratamento higiênico, com a instalação de uma estação para

tratamento desta água, antes de sua utilização). Não será utilizada a água para banhos, consumo humano e no preparo de alimentos, pois para tanto, o tratamento seria mais sofisticado e não foi considerado viável. Como a abundância de chuvas no Estado do ES não tem ocorrido em todo ano de maneira uniforme, serão previstas caixas de água reserva para os períodos de pouca chuva.

B 2.3 Crédito 2 – Tecnologias inovadoras para evitar o desperdício de água

Observa-se no quadro B17 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 2 da categoria Eficiência da Água do LEED NC.

Crédito 2 Tecnologias inovadoras para evitar o desperdício de água	
Objetivo	Eliminar o uso da água potável para irrigação.
Exigência	Utilizar água das chuvas ou reaproveitada das residências para irrigação.
Estratégia Adotada	Usar equipamentos que facilitem esse procedimento.

Quadro B 17 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1.2 da categoria Eficiência da Água do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Já foi explicado no item anterior.

B 2.4 Crédito 3 – Redução do uso de água (20% de redução ou 30% de redução)

Observa-se no quadro B18 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 3 da categoria Eficiência da Água do LEED NC.

Crédito 3 Redução do uso de água (20% de redução ou 30% de redução)	
Objetivo	Maximizar o uso da água
Exigência	Entre toda a água necessária no edifício (exceto para irrigação) reutilizar 20 a 30%.
Estratégia Adotada	Utilizar equipamentos eficazes no tratamento das águas e na redução do desperdício, tais como válvulas e torneiras inteligentes.

Quadro B 18 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Eficiência de Água do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Foram especificadas torneiras, válvulas e outros equipamentos inteligentes para redução do desperdício de água.

B3 Categoria Energia e Atmosfera (EA – *Energy & Atmosphere*)

B3. 1 Pré-requisito 1 - Verificação de conformidade pré-entrega

Observa-se no quadro B 19 com os objetivos, exigências e estratégias para o Pré-requisito 1 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Pré-requisito 1 Verificação de conformidade pré-entrega	
Objetivo	Formular ou utilizar um <i>checklist</i> padrão relativo à verificação de itens tais como a poluição e o desperdício.
Exigência	Fazer verificações durante toda a obra.
Estratégia Adotada	Controlar de forma efetiva os procedimentos visando reduzir a poluição, a contaminação e o desperdício.

Quadro B 19 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o Pré-requisito 1 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Adoção de um procedimento rigoroso de controle de qualidade e de eliminação de riscos quanto à poluição, contaminação e desperdício. Essa verificação se realiza ao longo da obra e ao final da mesma.

B3. 2 Pré-requisito 2 - Eficiência ecológica mínima

Observa-se no quadro B 20 com os objetivos, exigências e estratégias para o Pré-requisito 2 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Pré-requisito 2 Eficiência ecológica mínima	
Objetivo	Estabelecer um nível mínimo de eficiência energética para os sistemas prediais propostos.
Exigência	Projetar o edifício para atender requisitos mínimos de desempenho previstos pelas normas americanas indicadas pelo LEED.
Estratégia	Apresentação de memoriais confirmando que os edifícios atendem esses requisitos.

Quadro B 20 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o Pré-requisito 2 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Recomenda-se que no projeto executivo sejam apresentados os memoriais relativos à comprovação da eficiência ecológica mínima.

B 3.3 Pré-requisito 3 - Redução do uso de equipamentos de ar condicionado e ventilação artificial

Observa-se no quadro B 21 com os objetivos, exigências e estratégias para o Pré-requisito 3 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Pré-requisito 3 Otimização do desempenho energético	
Objetivo	Gerenciamento do uso de gases refrigerantes, utilizados em aparelhos de ar condicionado.
Exigência	Ventilação passiva eficiente visando à redução da necessidade de refrigeração artificial.
Estratégia Adotada	Promover a ventilação passiva satisfatória, considerando o posicionamento dos ventos e da insolação.

Quadro B 21 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o Pré-requisito 3 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Todos os ambientes foram pensados visando permitir a ventilação passiva satisfatória, considerando o posicionamento dos ventos e da insolação.

B3. 4 Crédito 1 - Otimização do desempenho energético (de 10,5% a 52% em novos edifícios , e 3,5% em edifícios existentes restaurados a 52% em edifícios existentes restaurados).

Observa-se no quadro B 22 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 1 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Crédito 1 Otimização do desempenho energético	
Objetivo	Planejar um sistema eficiente para redução de desperdício, custos operacionais mais baixos e conformidade com as necessidades dos proprietários.
Exigência	O sistema deve prever as condições ideais para resfriar, aquecer, ventilar, transmitir e controlar a iluminação dos edifícios
Estratégia Adotada	Prever ventilação passiva e cruzada e prever sistemas móveis para controle da iluminação natural.

Quadro B 22 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

O uso de esquadrias com vidro e veneziana, paredes e vidros duplos, ventilação cruzada, esquadrias sombreadas por varandas, beirais e pergolas.

B3. 5 Crédito 2 – Uso de energia renovável (2,5% a 12,5% de energia renovável)

Observa-se no quadro B 23 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 2 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Crédito 2 Uso de energia renovável	
Objetivo	Alcançar níveis crescentes de desempenho energético acima da condição padrão visando reduzir o desperdício de energia e os ambientais associados ao uso excessivo de energia.
Exigência	Prever a simulação do desempenho energético.
Estratégia Adotada	Prever a simulação do desempenho energético.

Quadro B 23 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 2 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Será usada a energia solar captadas por painéis fotovoltaicos colocados sobre o telhado dos Edifícios Residenciais dispostos para o Norte. Foram previstas também turbinas eólicas dispostas ao longo da lagoa a fim de contribuir para a geração de energia alternativa.

B 3.6 Crédito 6 – Uso de tecnologias renováveis e da poluição zero: solar, eólica, geométrica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto.

Observa-se no quadro B 24 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 6 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Crédito 6 Uso de tecnologias renováveis e da poluição zero: solar, eólica, geométrica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto.	
Objetivo	Incentivar o uso de energias renováveis e não poluentes
Exigência	Reduzir o consumo de energia não renovável 35%.
Estratégia Adotada	Identificar a exigência de energia para o edifício e identificar as possibilidades de fontes de energia renovável utilizar.

Quadro B 24 – Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6 da categoria Energia e Atmosfera do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Adotadas:

Foram utilizado duas fontes de energia renovável: a solar no telhado dos edifícios residenciais e a eólica através de turbinas colocadas também no topo dos edifícios residenciais.

B4 Categoria Materiais e Recursos (MR – *Materials & Resources*)

B 4.1 Pré-Requisito 01 – Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários

Observa-se no quadro B 25 com os objetivos, exigências e estratégias para o Pré-requisito 1 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Pré-Requisito 01 – Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários	
Objetivo	Coletar e armazenar os resíduos a fim de permitir a reciclagem futura.
Exigência	Coletar separadamente os resíduos da construção e no pós uso.
Estratégia Adotada	Promover a orientação da mão de obra durante a construção e dos moradores no pós uso.

Quadro B 25 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medida Adotada:

Será previsto orientações no projeto executivo para coleta e armazenagem dos materiais reciclados durante a obra. O manual do proprietário a ser elaborado no projeto executivo também conterá orientações para que os usuários possam depositar seu lixo separadamente.

B 4.2 Crédito 2 – Redução de resíduos de construção e demolição (eliminação de 50% a 75% dos resíduos)

Observa-se no quadro B 26 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 2 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Crédito 2 Redução de resíduos de construção e demolição	
Objetivo	Recuperar os resíduos transformando os mesmos novamente em recursos através da reciclagem
Exigência	Reciclar pelo menos 50% a 75% dos resíduos da construção.
Estratégia Adotada	Estabelecer finalidades para minimização de resíduos. Considerar a reciclagem dos seguintes materiais: metal, tijolo, revestimento acústico, azulejo, plástico, madeira, vidro, gesso, e tapete. Projetar e planejar a reciclagem do começo até ao fim a construção

Quadro B 26 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

O canteiro de obras deve ser organizado e planejado de forma tal, que seja possível a separação dos resíduos resultantes em recipientes diferentes, para posterior encaminhamento para reciclagem.

B 4.3 Crédito 3 – Reutilização de materiais (reutilização de 5% a 10% de todos os materiais)

Observa-se no quadro B 27 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Crédito 3 Reutilização de materiais	
Objetivo	Reciclar os materiais e produtos de construção a fim de diminuir procura de materiais virgens e diminuir a perda, dessa forma reduzindo impacto associada com a extração e processando dos recursos.
Exigência	Usar com segurança, renovar ou reciclar 5% a 10% dos materiais utilizados na construção.
Estratégia Adotada	Identificar oportunidades para incorporar materiais reciclados.

Quadro 27 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Entre os materiais que podem ser reutilizados pode-se citar: os restos alumínio das esquadrias para confecção de outros produtos em alumínio, os resíduos do concreto das fundações como agregado para pavimentações e enchimentos, e os resíduos de madeira para confecção de lâminas de compensado ou aglomerado.

B 4.4 Crédito 4 – Materiais com conteúdos reciclados ou com baixa emissão de CO² (10% a 20 % depois da obra e durante a obra)

Observa-se no quadro B 28 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 4 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Crédito 4 Materiais com conteúdos reciclados ou com baixa emissão de CO²	
Objetivo	Incrementar a procura de produtos que incorporam materiais com conteúdo reciclado, reduzindo impacto resultante de extração e processando de materiais virgens.
Exigência	Estabelecer um projeto com a finalidade de incorporar materiais com conteúdo reciclado. Considerar os ganhos ambientais, econômicos e o desempenho dos atributos dos materiais.
Estratégia Adotada	Estabelecer um projeto com a finalidade de incorporar materiais com conteúdo reciclado. Considerar os ganhos ambientais, econômicos e o desempenho dos atributos dos materiais.

Quadro B 28 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 4 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Dentre os materiais com conteúdo reciclado utilizados podem-se citar: o alumínio utilizado em esquadrias; concreto utilizando escória de alto forno como agregados; e compensados provenientes de resíduos de madeira certificada.

B 4.5 Crédito 5 – Matérias regionais e locais (10% a 20 %)

Observa-se no quadro B 29 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 5 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Crédito 5 Matérias regionais e locais (10% a 20 %)

Objetivo	Aumento da procura de materiais de construção e produtos que são extraídos e fabricados na região, reduzindo os impactos ao meio ambiente resultante do transporte.
Exigência	Usar 10% a 20% dos materiais ou produtos que tenham sido extraídos, colhidos ou recuperados, bem como, fabricados próximo ao local da obra.
Estratégia Adotada	Estabelecer uma meta para a utilização de materiais locais.

Quadro B 29 – Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 5 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Entre os materiais locais disponíveis foi feita a opção pelo uso da estrutura em aço, proveniente da indústria local; e para as alvenarias externas foi usado o bloco de solo cimento, que além de ter um custo baixo, tem a vantagem de não requerer o uso de argamassa de assentamento.

B 4.6 Crédito 6 – Materiais rapidamente renováveis

Observa-se no quadro B 30 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 6 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Crédito 6 – Materiais rapidamente renováveis

Objetivo	Reduzir o uso e esgotamento de matérias-primas finitas e longo ciclo de vida dos materiais, substituindo os mesmos por materiais rapidamente renováveis.
Exigência	Usar 2,5% dos materiais renováveis
Estratégia Adotada	Estabelecer uma meta para a utilização de materiais renováveis.

Quadro B 30 – Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 6 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Como material renovável foi usado a madeira certificada utilizada no madeiramento do telhado, treliças para fechamento do frontão, guarda corpo das varandas e decks.

B 4.7 Crédito 7 – Uso de madeira certificada

Observa-se no quadro B 31 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 7 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Crédito 7 – Uso de madeira certificada	
Objetivo	Preservar as reservas naturais de madeira.
Exigência	Usar madeira certificada (no mínimo 50% do total). Não estão incluídas as madeiras destinadas ao mobiliário.
Estratégia Adotada	Identificar os fornecedores que podem atender o objetivo.

Quadro B 31 – Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 7 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Definiu-se o uso da madeira certificada Liptus (eucalipto tratado modificado em laboratório a fim de melhorar suas propriedades) para os guarda-corpos, grelhas de fechamento dos frontões, decks, pisos dos quartos, e esquadrias internas.

B 5 Categoria Qualidade do Ambiente Interno (EQ – Indoor Environmental Quality)

B 5.1 Pré-requisito 1 – Qualidade do ambiente interno mínimo

Observa-se no quadro B 26 com os objetivos, exigências e estratégias para o pré-requisito 1 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Pré-requisito 1 – Qualidade do ambiente interno mínimo

Objetivo	Estabelecer o desempenho mínimo de qualidade do interior dos edifícios e com isso contribuir para o conforto e bem estar dos usuários.
Exigência	Caso 1 – áreas ventiladas mecanicamente devem atender as normas locais (código de obras local) ou conforme a legislação americana definida no LEED. Caso 2 – áreas ventiladas naturalmente devem atender a critérios quanto à localização e tamanho de aberturas de vãos conforme legislação local ou conforme a legislação americana definida no LEED.
Estratégia Adotada	Tomar como referência a legislação local, ou seja o código de obras da Prefeitura Municipal da Serra.

Quadro B32 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o pré-requisito 1 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Utilizar na maior parte dos casos grandes vãos de ventilação e promover a ventilação cruzada nos ambientes principais.

B 5.2 Pré-requisito 2 – Conforto ambiental livre de fumaça de cigarros

Observa-se no quadro B 27 com os objetivos, exigências e estratégias para o pré-requisito 2 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Pré-requisito 2 – Conforto ambiental livre de fumaça de cigarros

Objetivo	Minimizar a exposição dos ocupantes do espaço de locação.
Exigência	Minimizar a exposições de não fumantes a fumaça.
Estratégia Adotada	Proibir o fumo no edifício ou criar salas designadas para fumantes.

Quadro B33 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

B 5.3 Crédito 2 – Aumento da eficiência da ventilação

Observa-se no quadro B 28 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 2 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 3 – Aumento da eficiência da ventilação	
Objetivo	Providenciar suplementos de ventilação para melhorar a qualidade do ar interno e proporcionar aos ocupantes o conforto e bem-estar.
Exigência	Evitar o uso de ventilação mecânica e garantir uma ventilação natural mínima eficiente.
Estratégia Adotada	Utilizar recursos técnicos para proporcionar uma melhor ventilação natural, tais como: ventilação cruzada, zenitais e outros

Quadro B34 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Para melhorar a ventilação natural ou passiva foram utilizados os seguintes recursos: ventilação cruzada em todos os ambientes de longa permanência; fachada pouco profunda com os apartamentos voltados para um dos lados; colchão de ar nas paredes com blocos vazados, abaixo do telhado, nas esquadrias principais que receberam vidro duplo; aberturas entre os ambientes a fim de melhorar a flexibilidade e permitir a ventilação entre os ambientes; o uso de esquadrias com venezianas; e o uso de beirais e brises para proteger as aberturas da incidência do sol que aquece as esquadrias e paredes, e conseqüentemente o ambiente interno.

B 5.4 Crédito 3 – Plano de gestão de qualidade do ar interno (durante o processo de construção ou depois da ocupação)

Observa-se no quadro B 29 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 3 Plano de gestão de qualidade do ar interno	
Objetivo	Reduzir ou garantir a qualidade do ar interior e reduzir problemas resultantes da construção e processo de renovação, a fim de contribuir para manter o conforto e o bem-estar de trabalhadores da construção civil.
Exigência	Durante a construção atender ou exceder as recomendadas medidas de controle de ventilação. Fazer uma limpeza criteriosa no término da construção, anterior a ocupação do edifício e fazer testes quanto à qualidade do ar.
Estratégia Adotada	Assegurar o bem-estar de trabalhadores da construção civil e dos ocupantes. A partir dos testes podem ser corrigidas eventuais falhas na qualidade do ar.

Quadro B35 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

O planejamento de uma obra limpa, onde a poeira não prejudica os trabalhadores, e com os compartimentos destinados as áreas fechadas do canteiro, munidas de ventilação natural; e através de testes para verificar a qualidade do ar antes da entrega das unidades residenciais.

B 5.5 Crédito 5 – Material com baixa liberação de compostos orgânicos voláteis

Observa-se no quadro B 30 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 5 Material com baixa liberação de compostos orgânicos voláteis	
Objetivo	Reduzir a quantidade de contaminantes do ar que são odoríferos, irritantes ou prejudiciais ao conforto e bem-estar dos instaladores e ocupantes.
Exigência	As madeiras e compostos como MDF não devem conter adição de resinas a base de uréia e formol. As tintas utilizadas devem ser não tóxicas.
Estratégia Adotada	Especificar tintas e vernizes com base de produtos naturais, solúveis em água.

Quadro E36 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Adotadas:

Foi especificado tintas, vernizes não tóxicos. As madeiras e o MDF utilizado não contem uréia e formol. Dentre as opções mais conhecidas pode-se citar: a linha de esmaltes sintéticos da Coral, que usa garrafas PET em sua fórmula; a Suvinil apresenta tintas sem cheiro, à base de água, que emitem menos poluentes na atmosfera em sua produção; a *Sherwin-Williams* tem uma tinta repelente sem pesticidas; e a *Green Varnish* é uma marca de vernizes ecológicos à base de água destinado a madeiras e metais.

B 5.6 Crédito 5 – Controle de poluição interna de origem química

Observa-se no quadro B 31 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 5 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 5 – Controle de poluição interna de origem química

Objetivo	Minimizar a exposição dos ocupantes do edifício a produtos químicos potencialmente perigosas partículas e poluentes
Exigência	Projetar para minimizar a entrada de poluentes e contaminantes no edifício. É aceitável utilizar produtos de limpeza em locais como áreas de serviço e garagens, desde que existam grelhas ou ralos
Estratégia Adotada	Caso exista ventilação mecânica, a mesma deve ter seu filtro limpo ou renovado periodicamente. Assegurar também a renovação de ar de todos os ambientes.

Quadro B 37 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Adotadas:

Todos os ambientes projetados poderão ser ventilados naturalmente, sem a necessidade de ventilação ou refrigeração mecânica.

B 5.7 Crédito 6 – Controle dos sistemas pelos usuários (controle da iluminação e controle relativo a conforto térmico)

Observa-se no quadro B 32 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 5 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 6 – Controle dos sistemas pelos usuários	
Objetivo	Proporcionar um elevado nível de sistema de iluminação por controle dos ocupantes individuais ou por grupos; e proporcionar um elevado nível de conforto térmico.
Exigência	Fornecer controle da iluminação para 90% (mínimo) de ocupantes do edifício a fim de permitir ajustes para se adaptar às necessidades e preferências individuais; e proporcionar conforto individual e coletivo com controle de 50% a fim de permitir ajustes para se adaptar às necessidades e preferências individuais. As exigências de conforto térmico contam com fatores relativos à temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade.
Estratégia Adotada	Considerar e integrar sistemas de iluminação controlados na concepção global de iluminação, visando economia na utilização de energia do edifício; e identificar os fatores de conforto térmico para a construção de espaços adequados às necessidades dos ocupantes envolvidos em suas atividades diárias.

Quadro B 38 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Utilizar sensores para acendimento automático dos ambientes públicos ao escurecer e de sensores de presença no caso de ambientes pouco utilizados; e permitir o controle da iluminação e ventilação dos ambientes internos das residências através do uso de esquadrias duplas, com vidro e venezianas.

B 5.8 Crédito 7 - Conforto térmico (projeto e verificação)

Observa-se no quadro B 33 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 7 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 7 - Conforto térmico (projeto e verificação)	
Objetivo	Fornecer um conforto térmico edifício a fim de proporcionar bem estar a seus ocupantes; e fornecer subsídios para a avaliação do conforto térmico do edifício ao longo do tempo.
Exigência	Projetar os sistemas para o conforto térmico do edifício de forma a satisfazer os requisitos das normas. Aplicar um questionário para os moradores do edifício de 6 a 18 meses depois do término do edifício para avaliar seu desempenho. Depois, aplicam-se correções, se necessário.
Estratégia Adotada	Usar uma norma para fornecer orientações para o estabelecimento de critérios e de conforto térmico a documentação e validação do edifício

Quadro B 39 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Cada ambiente foi pensado considerando o conforto térmico, através de medidas como: a orientação solar, a posição e o tipo de aberturas, a ventilação cruzada, o sombreamento das esquadrias, e a ligação entre os ambientes. Com relação ao questionário, não foi aplicado.

B 5.9 Crédito 8 – Vista para o exterior e Iluminação Natural (iluminação natural em 75% dos espaços e vista natural para 90% dos espaços).

Observa-se no quadro B 34 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 8 da categoria Qualidade do Ambiente Interno do LEED NC.

Crédito 8 Vista para o exterior e Iluminação Natural

Objetivo	Integrar os ocupantes do edifício e aproveitar ao máximo a iluminação natural.
Exigência	Proporcionar para 75 % de todos os ambientes o convívio com exterior e com os pontos visuais. Proporcionar para 90 % de todos os ambientes o convívio com exterior e com os pontos visuais.
Estratégia Adotada	Conseguir um aproveitamento máximo da vista externa e a iluminação natural.

Quadro B 40 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 3 da categoria Materiais e Recursos do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

A exploração das belezas naturais do entorno trata-se de um ponto forte do projeto, para tanto foram previstas grandes varandas nos edifícios, caminhos circundantes, e grandes aberturas, que também garantem a iluminação natural.

B6 Categoria Inovação de Processos de Projeto (ID – *Innovation & Design Process*)
B 6.1 Crédito 1 – Inovação quanto a estratégias e projeto e uso de tecnologias (item específico e envolvimento de profissional habilitado pelo LEED).

Observa-se no quadro B 35 com os objetivos, exigências e estratégias para o crédito 1 da categoria Inovação de Processos de Projeto do LEED NC.

Crédito 1 Inovação quanto a estratégias e projeto e uso de tecnologias

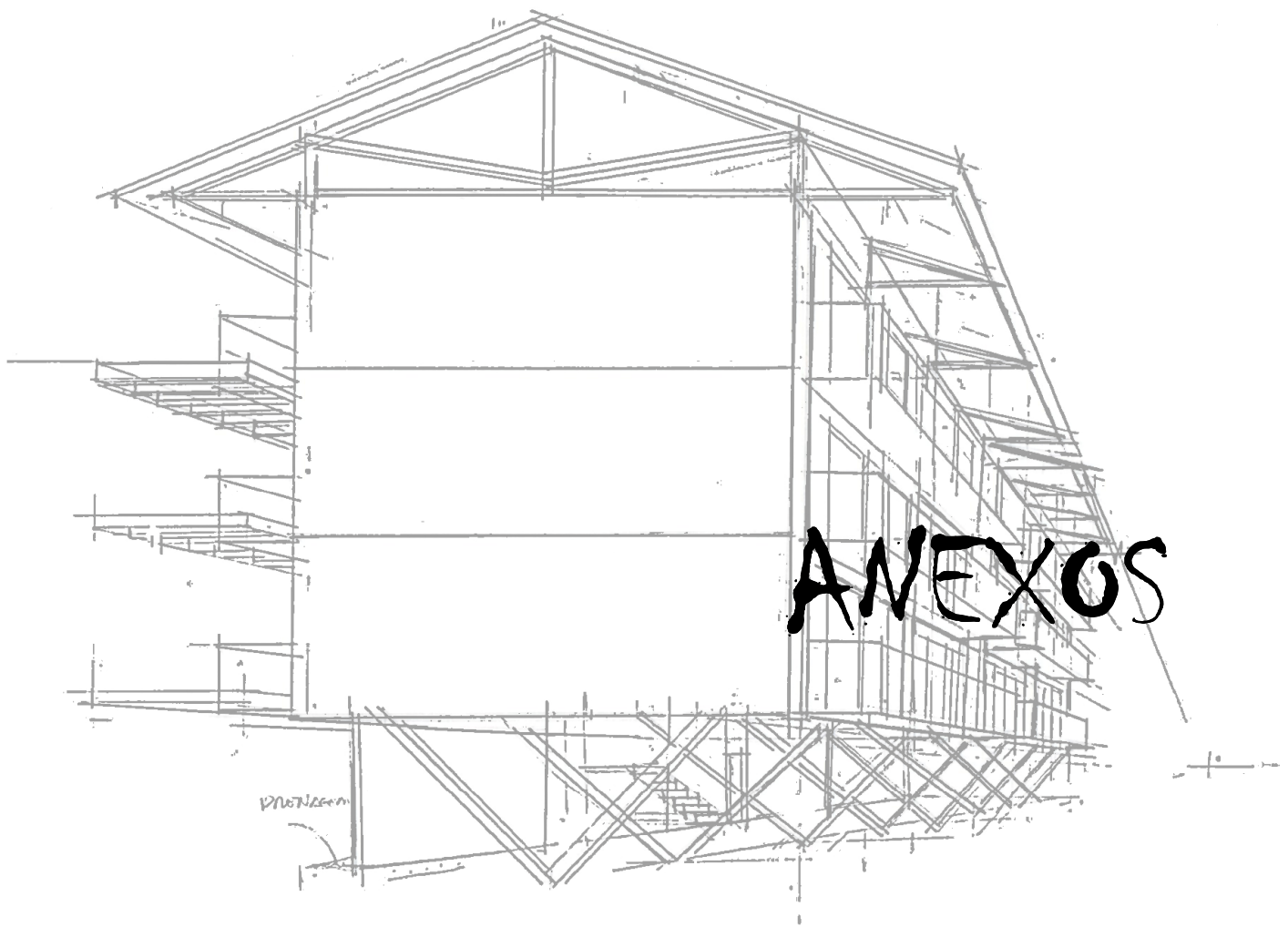
Objetivo	Promover os projetos que alcançam um excelente desempenho quanto à sustentabilidade.
Exigência	Identificar claramente aspectos inovadores no processo de projetos. Estratégias: Dar prioridade aos aspectos, ligadas à água e a energia
Estratégia Adotada	Propor inovações tecnológicas utilizando materiais de construção disponíveis no mercado.

Quadro B 41 - Objetivo, exigência e estratégia adotada para atender o crédito 1 da categoria Inovação de Processo de Projeto do LEED NC.

Fonte: Baseado em USGBC, (2009 tradução nossa).

Medidas Tomadas:

Como pontos inovadores, observam-se o uso das caixas d'água nas paredes laterais para armazenagem de água da chuva, que também contribui para melhorar o conforto térmico; e a integração dos ambientes através de portas de correr para melhorar a flexibilidade das residências.



Anexo A

Para fornecer uma idéia global do LEED NC 2.2 ao leitor, na tabela A1 apresentam-se os pré-requisitos e critérios e a pontuação do mesmo (USGBC, 2009 a).

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction*: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - Sustainable Sites)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos
Pré-Requisito 1 - Prevenção da poluição causada pela construção		01 a 03 pontos
Crédito 1 – Seleção de áreas	Objetivo: Evitar implantações que causam muito impacto ambiental no terreno. Exigências: Não local edifícios nas seguintes condições: em zonas rurais, em cotas inferiores a 5 m de pontos que já foram inundados nos últimos 100 anos, em terrenos identificados como habitat de espécies em extinção, a menos de 30 m da água, e terrenos que já foram parques. Estratégias: Dar preferência a locais sem restrições que causam impacto ambiental.	01
Crédito 2 - Desenvolvimento urbano	Objetivo: Tirar proveito do desenvolvimento urbano existente. Exigências: Construir ou renovar o desenvolvimento existente, que em condições ideais deve conter: banco, local de culto, mercearias, jornaleiro, metro, salão de beleza, lava-jato, hardware, lavanderia, biblioteca, posto de saúde, creche, play, farmácia, correios, restaurante, escola, supermercado, teatro, centro comunitário, academia e museu. Estratégias: Dar preferência a locais onde exista uma variedade de serviços.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - Sustainable Sites)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Crédito 3 – Desenvolvimento das áreas contaminadas	Objetivo: Reabilitar locais contaminados. Exigências: Elaborar uma norma sobre cuidados na construção e ocupação do local baseada em legislações existentes. Estratégias: dar preferência a instalações abandonadas	01
Crédito 4 – Transporte alternativo		01 a 03 pontos
Crédito 4.1 – Transporte público	Objetivo: Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel. Exigência: Escolher um terreno que é atendido por transportes públicos a uma distância máxima de 800 m. Estratégias: Realizar pesquisas sobre a demanda futura.	01
Crédito 4.2 - Bicicletas e veículos eficientes	Objetivo: Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel. Exigência: Prever bicicletário a uma distância máxima de 200 m da entrada e com capacidade para pelo menos 15 % dos moradores em edifícios residenciais. Estratégias: Prever duchas e vestiários próximos aos locais para bicicletários para funcionários.	01
Crédito 4.3 - Veículos menos poluentes e com combustíveis menos poluentes	Objetivo: Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel. Exigência: Fornecer estacionamento preferencial para veículos com combustível menos poluente. Estratégias: Incentivar postos de abastecimento de combustíveis menos poluentes.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - <i>Sustainable Sites</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Crédito 4.4 - Previsão de estacionamento	Objetivo: Reduzir o impacto e a poluição causada pelo uso do automóvel. Exigência: Em edifícios residenciais não colocar estacionamento além do exigido pelo código de obras local e prever áreas para desembarque de pessoas provenientes do uso do transporte coletivo. Estratégias: Minimizar o tamanho da garagem, incentivar o estacionamento rotativo.	01
Crédito 5 – Desenvolvimento do sítio		01 a 02 pontos
Crédito 5.1 – Proteção ou recuperação do habitat	Objetivo: Restaurar e preservar áreas degradadas para fornecer um habitat natural e promover a biodiversidade. Exigência: Preservar zonas verdes com as seguintes distâncias mínimas: 40 m dos edifícios, 3 m das áreas pavimentadas, e 15 m das pistas para veículos. Estratégias: Em terrenos com áreas verdes importantes, investigar cuidadosamente seus limites de preservação.	01
Crédito 5.2 – Maximizar os espaços abertos	Objetivo: Proporcionar a interação da sociedade com as áreas de preservação a fim de preservá-las. Exigência: - Opção 1 - Prever área de 25% destinada a visitação pública; - Opção 2 – Prever áreas abertas ao público adjacentes aos edifícios; - Opção 3 – Controle de acesso através de uma portaria com área externa verde de 20% do terreno. Estratégias: prever estacionamento de visitantes e um plano diretor para o Condomínio a fim de controlar as visitas.	01
Crédito 6 – Gestão de água da chuva		01 a 02 pontos

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - Sustainable Sites)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Crédito 6.1 – Quantidade controlada	Objetivo: Limitar a drenagem natural do terreno, evitando a execução de grandes áreas impermeáveis. Exigência: Prever áreas impermeáveis de no máximo 50%, com um plano de gestão de águas da chuva. Estratégias: Preservar os fluxos naturais através de áreas permeáveis, usar telhados verdes e pavimentações que recebem grama parcialmente.	01
Crédito 6.2 – Qualidade controlada	Objetivo: Proteger regiões alagadas de contaminações provenientes da construção. Exigência: Prever sistemas de tratamento da água Estratégias: Separar as águas negras das que podem ser reaproveitadas com pouco tratamento.	01
Crédito 7 – Redução de ilhas de calor		01 a 03 pontos
Crédito 7.1 – de outras formas diferentes do uso de cobertura reflexiva	Objetivo: Reduzir as ilhas de calor para minimizar o impacto no micro clima natural. Exigência: Pavimentação reflexiva ou semi-permeável e estacionamentos limitados ao pilotis. Estratégias: Utilizar áreas de grama no lugar de áreas pavimentadas para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor.	01
Crédito 7.2 – através de cobertura	Objetivo: Reduzir as ilhas de calor para minimizar o impacto no micro clima natural. Exigência: Coberturas reflexivas Estratégias: Utilizar tetos verdes para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Sítio Sustentável: 20% (SS - <i>Sustainable Sites</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Crédito 8 – Redução de poluição luminosa	Objetivo: Minimizar o impacto da luz em ambientes noturnos. Exigência: O impacto da luz não pode prejudicar o habitat natural do terreno; todas as luzes das áreas comuns devem ser desligadas através de sensores de presença; e o paisagismo e as fachadas devem receber iluminação restrita a proporcionar segurança e conforto. Estratégias: Utilizar postes baixos ou iluminação junto ao piso.	01
Categoria Eficiência da Água: 7% (WE - <i>Water Efficient</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 05 pontos
Pré-Requisito 1 – Redução do consumo de água em 25%		
Crédito 1 - Paisagismo com uso eficiente de água		01 a 02 pontos
Crédito 1.1 - Redução de 50%	Objetivo: Limitar o uso da água potável. Exigências: Tomar as seguintes medidas: reutilizar a água das chuvas, irrigação do paisagismo racional, uso de espécies vegetais resistentes, reciclar as águas provenientes das torneiras e chuveiros, utilização da água pública para usos não potáveis. Estratégias: Prever espécies que precisam de pouca irrigação e a mesma deve ser mecanizada e controlada.	01
Crédito 1.2 - Com uso não potável e com uso diferente de para irrigação	Objetivo: Reduzir as ilhas de calor para minimizar o impacto no micro clima natural. Exigência: Coberturas reflexivas Estratégias: Utilizar tetos verdes para reduzir os locais áridos que podem ser chamados como ilhas de calor.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Eficiência da Água: 7% (WE - Water Efficient)			Pontos Até 05 pontos
Crédito 2 – Tecnologias inovadoras para evitar o desperdício de água	Objetivo: Eliminar o uso da água potável para irrigação. Exigências: Utilizar água das chuvas ou reaproveitada das residências para irrigação. Estratégias: Usar equipamentos que facilitem esse procedimento.		01
Crédito 3 – Redução do uso de água	Objetivo: Maximizar o uso da água. Exigências: De toda a água necessária no edifício (exceto para irrigação) reutilizar 20 a 30%. Estratégias: Utilizar equipamentos eficazes no tratamento das águas e na redução do desperdício, tais como válvulas e torneiras inteligentes.		01 a 02 pontos
Crédito 3.1 – 20% de redução	Objetivo: Maximizar o uso da água. Exigências: De toda a água necessária no edifício (exceto para irrigação) reutilizar 20%. Estratégias: Utilizar equipamentos eficazes no tratamento das águas e na redução do desperdício, tais como válvulas e torneiras inteligentes.		01
Crédito 3.2 - 30% de redução	Objetivo: Maximizar o uso da água. Exigências: De toda a água necessária no edifício (exceto para irrigação) reutilizar 30%. Estratégias: Utilizar equipamentos eficazes no tratamento das águas e na redução do desperdício, tais como válvulas e torneiras inteligentes.		01
Categoria Energia e Atmosfera: 25% (EA - Energy & Atmosphere)			Pontos Até 14 pontos
Pré-requisito 1 - Verificação de conformidade pré-entrega			
Pré-requisito 2 - Eficiência ecológica mínima			

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Energia e Atmosfera: 25% (EA - Energy & Atmosphere)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Pré-requisito 1 – Verificação de conformidade pré-entrega		
Pré-requisito 2 – Eficiência ecológica mínima		
Pré-requisito 3 - Redução do uso de equipamentos de ar condicionado e ventilação artificial		
Crédito 1 - Otimização do desempenho energético	Objetivo: Planejar um sistema eficiente para redução de desperdício, custos operacionais mais baixos e conformidade com as necessidades dos proprietários. Exigências: O sistema deve prever as condições ideais para resfriar, aquecer, ventilar, transmissão e controle da iluminação dos edifícios. Estratégias: Prever ventilação passiva e cruzada e prever sistemas móveis para controle da iluminação natural.	01 a 10 pontos
Credito 1.1 – 10,5% em novos edifícios /3,5% em edifícios existentes restaurados		01
Credito 1.2 – 14% em novos edifícios /7% em edifícios existentes restaurados		02
Credito 1.3 – 17,5% em novos edifícios /10,5% em edifícios existentes restaurados		03
Credito 1.4 – 21% em novos edifícios /14% em edifícios existentes restaurados		04
Credito 1.5 – 24,5% em novos edifícios /17,5% em edifícios existentes restaurados		05

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Energia e Atmosfera: 25% (EA - <i>Energy & Atmosphere</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Credito 1.6 – 28% em novos edifícios /21% em edifícios existentes restaurados		06
Credito 1.7 – 31,5% em novos edifícios /24,5% em edifícios existentes restaurados		07
Credito 1.8 – 35% em novos edifícios /28% em edifícios existentes restaurados		08
Credito 1.9 – 38,5% em novos edifícios /31,5% em edifícios existentes restaurados		09
Credito 1.10 – 42% em novos edifícios /42% em edifícios existentes restaurados		10
Crédito 2 – Uso de energia renovável	Objetivo: Alcançar níveis crescentes de desempenho energético acima da condição padrão visando reduzir o impacto econômico e ambientais associados ao uso excessivo de energia. Exigências: Prever a simulação do desempenho energético. Estratégias: Através da análise da simulação pode-se chegar a resultados mais eficientes.	1 a 3 pontos
Crédito 2.1 – 2,5% de energia renovável		01
Crédito 2.2 – 7,5% de energia renovável		02
Crédito 2.3 – 12,5% de energia renovável		03

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Energia e Atmosfera: 25% (EA - Energy & Atmosphere)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 14 pontos
Crédito 3 – Verificação de conformidade pré-entrega adicional	Objetivo: Alcançar níveis crescentes de desempenho energético acima da condição padrão visando reduzir o uso de combustíveis fósseis. Exigências: Utilizar fontes de energia renovável. Estratégias: Incluir outras fontes de energia solar, eólica, geotérmica, biomassa, biogás, e geométrica.	01
Crédito 4 – Redução de danos na camada de Ozônio	Objetivo: Iniciar a verificação durante o processo de projeto. Exigências: Verificar através dos parâmetros do LEED de acordo com os materiais empregados. Estratégias: Pode ser empregado um sistema informatizado ou manual de verificação.	01
Crédito 5 – Mensuração e verificação de desempenho	Objetivo: Prever formas de economia de energia ao longo de sua utilização. Exigências: Criar e implementar uma normatização de medição e verificação de desempenho. Estratégias: Utilizar a norma IPMVP, que vem a complementar o LEED quanto a medição e verificação.	01
Crédito 6 – Uso de tecnologias renováveis e da poluição zero: solar, eólica, geométrica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto.	Objetivo: Incentivar o uso de energias renováveis e não poluentes. Exigências: Reduzir o consumo de energia não renovável 35%. Estratégias: Identificar a exigência de energia para o edifício e identificar as possibilidades de fontes de energia renovável utilizar.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Materiais & Recursos: 19% (MR - <i>Materiais & Resources</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 13 pontos
Pré-Requisito 01 – Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários		
Crédito 1- Reutilização do edifício		Até 03 pontos
Crédito 1.1 – Mantêm 75% das paredes, pisos e telhados existentes.	Objetivo: Estender o ciclo de vida do edifício, reduzindo os recursos, causando menos impacto, e evitando gastos energéticos com transporte, mão de obra e outros. Exigências: Preservar 75% do Edifício e renova-lo dando um novo uso. Estratégias: Considerar o reuso, a previsão de ocupação futura, os novos revestimentos e os possíveis reforços estruturais.	01
Crédito 1.2 – Mantêm 95% das paredes, pisos e telhados existentes.	Objetivo: Manter 95% do Edifício e renova-lo dando um novo uso. Exigências: Preservar 95% do Edifício e renova-lo dando um novo uso. Estratégias: Considerar o reuso, a previsão de ocupação futura, os novos revestimentos e os possíveis reforços estruturais.	01
Crédito 1.3 – Mantêm 50% dos elementos, sem interferir na estrutura.	Objetivo: Manter 50% do Edifício e renova-lo com um acréscimo e dando um novo uso. Exigências: Preservar 50% do Edifício e renova-lo com um acréscimo, dando um novo uso. Estratégias: Considerar o reuso, a previsão de ocupação futura, os novos revestimentos e os possíveis reforços estruturais incluindo outras características sustentáveis, como o reuso de água por exemplo.	01
2 – Redução de resíduos de construção e demolição		Até 02 pontos

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Materiais & Recursos: 19% (MR - <i>Materiais & Resources</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 13 pontos
2.1 – Eliminação de 50% dos resíduos	Objetivo: Recuperar os resíduos transformando os mesmos novamente em recursos através da reciclagem Exigências: Reciclar pelo menos 50% dos resíduos da construção. Estratégias: Estabelecer finalidades para minimização de resíduos. Considere reciclagem dos seguintes materiais: cartolina, metal, tijolo, revestimento acústico azulejo, plástico, madeira, vidro, gesso, e tapete. Projetar e planejar a reciclagem do começo até ao fim a construção.	01
2.2 – Eliminação de 75% dos resíduos	Objetivo: Recuperar os resíduos transformando os mesmos novamente em recursos através da reciclagem. Exigências: Reciclar pelo menos 75% dos resíduos da construção. Estratégias: Estabelecer finalidades para minimização de resíduos. Projetar e planejar a reciclagem do começo até ao fim a construção. Prever a doação do material reciclado para instituições de caridade.	01
Crédito 3 – Reutilização de materiais		Até 02 pontos
Crédito 3.1 – reutilização de 5% de todos os materiais	Objetivo: Reciclar os materiais e produtos de construção a fim de diminuir procura de materiais virgens e diminuir a perda , dessa forma reduzindo impacto associada com o extração e processando de recursos Exigências: Usar com segurança, renovar ou reciclar 5% dos materiais utilizados na construção. Estratégias: Identificar oportunidades para incorporar materiais reciclados	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Materiais & Recursos: 19% (MR - <i>Materiais & Resources</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 13 pontos
Crédito 3.2 – reutilização de 10% de todos os materiais	Objetivo: Reciclar os materiais e produtos de construção a fim de diminuir procura de materiais virgens e diminuir as perdas, dessa forma reduzindo impacto associada com o extração e processando de recursos. Exigências: Usar com segurança, renovar ou reciclar 10% dos materiais utilizados na construção. Estratégias: Identificar oportunidades para incorporar materiais reciclados	01
Crédito 4 – Materiais com conteúdos reciclados ou com baixa emissão de CO²		Até 02 pontos
Crédito 4.1 – 10% (depois da obra e durante a obra)	Objetivo: Incrementar a procura de produtos que incorporam materiais com conteúdo reciclado, reduzindo impacto resultante de extração e processando de materiais virgens. Exigências: Usar materiais com conteúdo reciclado em 10% dos materiais especificados. Estratégias: Estabelecer um projeto com a finalidade de incorporar materiais com conteúdo reciclado. Considera os ganhos ambientais, econômicos e o desempenho dos atributos do material.	01
Crédito 4.2 – 20% (depois da obra e durante a obra)	Objetivo: Incrementar a procura de produtos que incorporam materiais com conteúdo reciclado, reduzindo impacto resultante de extração e processando de materiais virgens. Exigências: Usar materiais com conteúdo reciclado, em 20% dos materiais especificados. Estratégias: Estabelecer um projeto com a finalidade de incorporar materiais com conteúdo reciclado, proporcionando ganhos ambientais e econômicos.	01
Crédito 5- Matérias regionais e locais		Até 02 pontos

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – New Constructions: Checklist para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Materiais & Recursos: 19% (MR - <i>Materiais & Resources</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 13 pontos
Crédito 5.1 -10% extraído, processado e fabricado	Objetivo: Aumentar a procura de materiais de construção e produtos que são extraídos e fabricados na região, reduzindo os impactos ao meio ambiente resultante do transporte. Exigências: Usar 10% dos materiais ou produtos que tenham sido extraídos, colhidos ou recuperados, bem como, fabricados próximo ao local da obra. Estratégias: Estabelecer uma meta para a utilização de materiais locais.	01
Crédito 5.2 -20% extraído, processado e fabricado.	Objetivo: Aumentar a procura de materiais de construção e produtos que são extraídos e fabricados na região, reduzindo os impactos ao meio ambiente resultante do transporte. Exigências: Usar 20% dos materiais ou produtos que tenham sido extraídos, colhidos ou recuperados, bem como, fabricados próximo ao local da obra. Estratégias: Estabelecer uma meta para a utilização de materiais locais.	01
Crédito 6 – Materiais rapidamente renováveis	Objetivo: Reduzir o uso e esgotamento de matérias-primas finitas e longo ciclo de vida dos materiais, substituindo os mesmos por materiais rapidamente renováveis. Exigências: Usar 2,5% dos materiais renováveis. Estratégias: Estabelecer uma meta para a utilização de materiais renováveis.	01
Crédito 7 – Uso de madeira certificada	Objetivo: Preservar as reservas naturais de madeira. Exigências: Usar madeira certificada (no mínimo 50% do total). Não estão incluídas as madeiras destinadas ao mobiliário. Estratégias: Identificar os fornecedores que podem atender o objetivo.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Qualidade do Ambiente Interno, 22 % (EQ - <i>Indoor Environmental Quality</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 15 pontos
Pré-requisito 1 – Qualidade do ambiente interno mínimo;		
Pré-requisito 2 – Conforto ambiental livre de fumaça de cigarros.		
Crédito 1 – Monitoramento de Gás Carbônico	Objetivo: Fornecer a capacidade de ventilação para proporcionar conforto e bem estar aos ocupantes. Exigências: Instalar sistemas de monitorização permanente que fornecem o monitoramento sobre o desempenho do sistema de ventilação para garantir sua manutenção. Configurar todos os equipamentos de vigilância com um alarme quando as exigências variam de 10% ou mais. Estratégias: Controlar os níveis de Dióxido de Carbono através das medições	01
Crédito 2 – Aumento da eficiência da ventilação	Objetivo: Providenciar suplementos de ventilação para melhorar a qualidade do ar interno e proporcionar aos ocupantes o conforto, bem-estar e produtividade. Exigências: Evitar o uso de ventilação mecânica e garantir uma ventilação natural mínima eficiente. Estratégias: Utilizar recursos técnicos para proporcionar uma melhor ventilação natural, tais como: ventilação cruzada, zenitais e outros.	01
Crédito 3 – Plano de gestão de qualidade do ar interno		Até 02 pontos

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Qualidade do Ambiente Interno, 22 % (EQ - <i>Indoor Environmental Quality</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 15 pontos
Crédito 3.1 – Durante o processo de construção	Objetivo: Reduzir a qualidade do ar interior e problemas resultantes da construção e processo de renovação, a fim de contribuir para manter o conforto e o bem-estar de trabalhadores da construção civil. Exigências: Durante a construção atender ou exceder as recomendadas medidas de controle de ventilação. Estratégias: Assegurar o bem-estar de trabalhadores da construção civil e dos ocupantes.	01
Crédito 3.2 – Depois da ocupação	Intenções: Garantir a qualidade do ar interno evitando problemas, como contaminações, resultantes da construção a fim de contribuir para manter o conforto e o bem-estar de trabalhadores da construção civil e dos ocupantes. Exigências: Fazer uma limpeza criteriosa no término da construção, anterior a ocupação do edifício e fazer testes quanto à qualidade do ar. Estratégias: A partir dos testes podem ser corrigidas eventuais falhas na qualidade do ar.	01
Crédito 4 – Material com baixa liberação de compostos orgânicos voláteis	Objetivo: Reduzir a quantidade de contaminantes do ar que são odoríferos, irritantes ou prejudiciais ao conforto e bem-estar dos instaladores e ocupantes. Exigências: Ao usar madeiras e compostos como MDF preferir as que não contenham adição de resinas a base de uréia e formol. As tintas utilizadas devem ser não tóxicas. Estratégias: Especificar tintas e vernizes com base de produtos naturais, solúveis em água.	Até 04 pontos
Crédito 4.1 – Adesivos e selantes não tóxicos		01
Crédito 4.2 – Tintas e revestimentos		01
Crédito 4.3 – Carpetes		01
Crédito 4.4 – Madeiras compostas e produtos de fibras		01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Qualidade do Ambiente Interno, 22 % (EQ - <i>Indoor Environmental Quality</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 15 pontos
Crédito 5 – Controle de poluição interna de origem química	Objetivo: Minimizar a exposição dos ocupantes do edifício a produtos químicos potencialmente perigosas partículas e poluentes. Exigências: Projetar para minimizar a entrada de poluentes e contaminantes no edifício. É aceitável utilizar produtos de limpeza em locais como áreas de serviço e garagens, desde que existam grelhas ou ralos. Estratégias: Caso exista ventilação mecânica, a mesma deve ter seu filtro limpo ou renovado periodicamente. Assegurar também a renovação de ar de todos os ambientes.	01
Crédito 6 – Controle dos sistemas pelos usuários		01
Crédito 6.1- Controle da iluminação	Objetivo: Proporcionar um elevado nível de sistema de iluminação por controle dos ocupantes de forma individual ou por grupos Exigências: Fornecer o controle da iluminação para 90% (mínimo) de ocupantes do edifício a fim de permitir ajustes para se adaptar às necessidades e preferências individuais. Estratégias: Integrar sistemas de iluminação controladas na concepção global de iluminação, visando economia na utilização de energia do edifício.	01
Crédito 6.2 – Controle relativo ao conforto térmico	Intenções: Proporcionar um elevado nível de conforto térmico. Exigências: Proporcionar conforto individual e coletivo com controle de 50% a fim de permitir ajustes para se adaptar às necessidades e preferências individuais. As exigências de conforto térmico contam com fatores relativos à temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade. Estratégias: Identificar os fatores de conforto térmico para a construção de espaços adequados às necessidades dos ocupantes envolvidos em suas atividades diárias.	01
Crédito 7- Conforto térmico		Até 02 pontos

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção.
(continuação)

Categoria Qualidade do Ambiente Interno, 22 % (EQ - <i>Indoor Environmental Quality</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 15 pontos
Crédito 7.1 – Projeto quanto ao conforto térmico	Objetivo: Fornecer um conforto térmico edifício a fim de proporcionar bem estar a seus ocupantes Exigências: Projetar os sistemas para o conforto térmico do edifício de forma a satisfazer os requisitos das normas. Estratégias: Usar uma norma para fornecer orientações para o estabelecimento de critérios e de conforto térmico a documentação e validação do edifício.	01
Crédito 7.2 – Verificação do conforto térmico	Objetivo: Fornecer para a avaliação do conforto térmico edifício ao longo do tempo. Exigências: Aplicar um questionário para os moradores do edifício de 6 a 18 meses depois do término do edifício para avaliar seu desempenho. Depois, aplicam-se correções, se necessário. Estratégias: Usar uma norma conhecida para fornecer orientações para o estabelecimento de critérios e de conforto térmico a documentação e validação do edifício.	01
Crédito 8 – Vista para o exterior e Iluminação Natural		Até 02 pontos
Crédito 8.1 – Iluminação natural em 75% dos espaços	Objetivo: Integrar os ocupantes do edifício e aproveitar ao máximo a iluminação natural. Exigências: Proporcionar para 75 % de todos os ambientes o convívio com exterior e com os pontos visuais. Estratégias: Conseguir um aproveitamento máximo da vista externa e a iluminação natural.	01
Crédito 8.2 – Vista natural para 90% dos espaços	Objetivo: Integrar os ocupantes do edifício e aproveitar ao máximo a iluminação natural. Exigências: Proporcionar para 90 % de todos os ambientes o convívio com exterior e com os pontos visuais. Estratégias: Conseguir um aproveitamento máximo da vista externa e a iluminação natural.	01

Fonte: USBC, 2009 b.

Tabela A1 – LEED NC – *New Construction: Checklist* para Registro do Projeto ou Construção. (conclusão)

Categoria Inovação do Processo de Projeto: 7% (<i>ID - Innovation & Design Process</i>)	Objetivo Exigências e Estratégias	Pontos Até 5 pontos
Crédito 1 – Inovação quanto a estratégias e projeto e uso de tecnologias	Objetivo: Promover os projetos que sejam considerados com excelente desempenho quanto à sustentabilidade. Exigências: Identificar claramente aspectos inovadores no processo de projetos. Estratégias: Dar prioridade aos aspectos ligadas à água e energia.	01
Crédito 1.1 - Fornecer título específico		01
Crédito 2 - Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED	Objetivo: Incentivar a integração de um profissional habilitado pelo LEED de integrar as equipes de projetistas. Exigências: Incluir pelo menos um profissional habilitado. Estratégias: Considerar que a inclusão desse profissional trará benefícios compensadores.	01

Fonte: USGBC, 2009 b.

Anexo B

A seguir serão apresentadas informações técnicas sobre a insolação e os ventos da cidade de Vitória, capital do Espírito Santo. Que faz divisa com o município da Serra. Essas informações são úteis para um melhor entendimento do contexto em que se insere o projeto.

A figura B1 e B3 apresenta a Carta solar da capital. A figura B2 apresenta a frequência dos ventos que incidem em Vitória, mostrando a predominância do vento Nordeste, principalmente nas épocas de calor. A figura B4, mostra as variações de radiação solar sobre a capital.

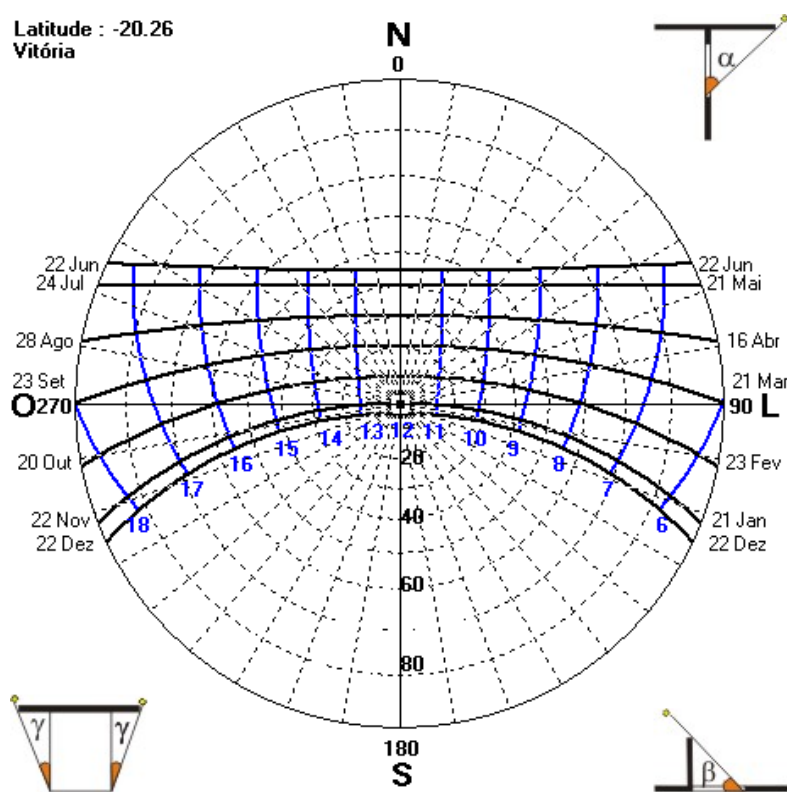


Figura B1 – Carta Solar da Cidade de Vitória.

Fonte: LABEEE, 2008

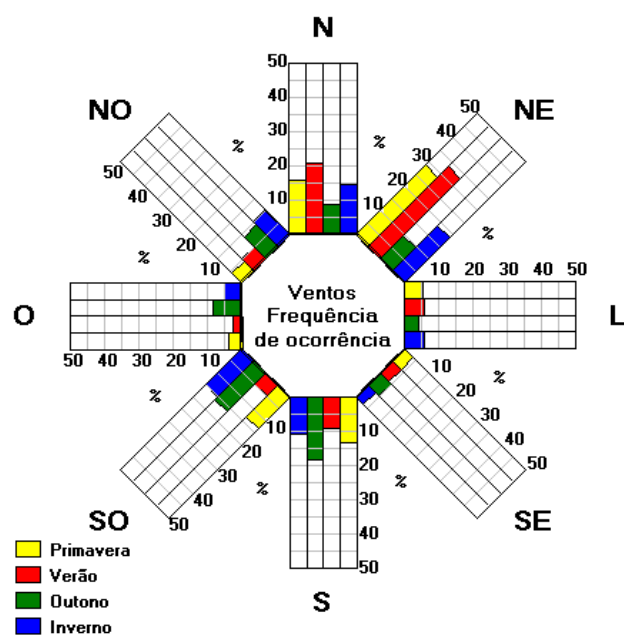


Figura B2 – Rosa dos ventos, com suas freqüências, da cidade de vitória.

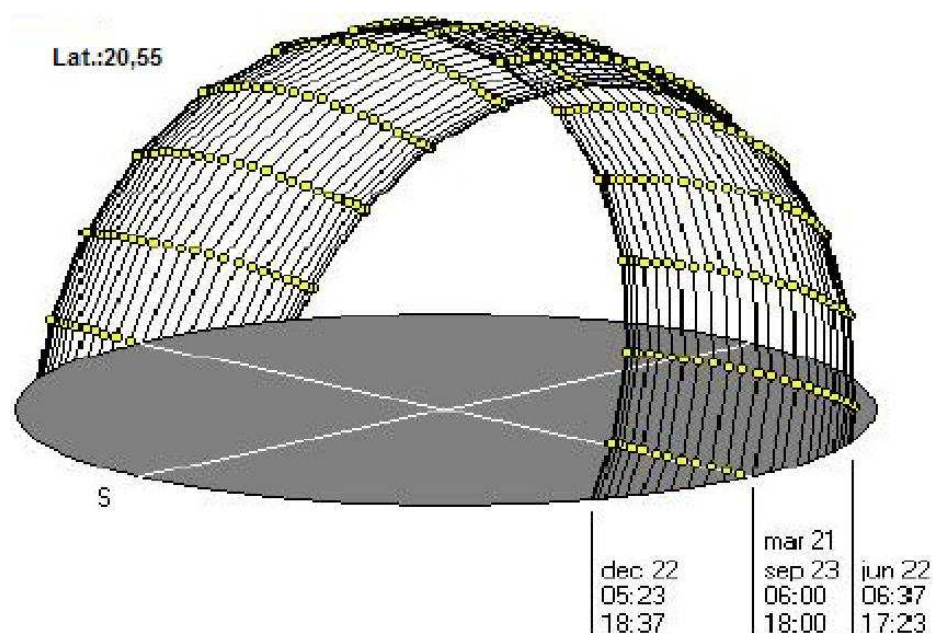


Figura B3– Diagrama solar para a cidade de Vitória.

Fonte: LABEEE, 2008

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: 20,20 Nebulosidade: 00,0 Dia: 20 Mar						
	18	108	198	288	COB	TOTAL
05,99	0	0	0	0	0	0
06,49	115	291	14	14	65	500
06,99	209	466	24	24	168	891
07,49	285	561	31	31	289	1197
07,99	344	598	37	37	415	1430
08,49	387	589	42	42	536	1594
08,99	415	546	45	45	646	1698
09,49	429	479	49	49	742	1747
10,00	433	393	51	51	824	1752
10,50	426	295	53	53	890	1718
11,00	411	188	55	55	940	1649
11,50	386	75	56	56	972	1545
12,00	353	56	56	153	983	1601
12,50	311	56	56	266	972	1661
13,00	264	55	55	372	940	1686
13,50	213	53	53	468	890	1678
14,00	159	51	51	552	824	1637
14,51	104	49	49	620	742	1564
15,01	50	45	45	668	646	1454
15,51	42	42	84	687	536	1390
16,01	37	37	118	671	415	1277
16,51	31	31	137	609	289	1098
17,01	24	24	134	491	168	840
17,51	14	14	95	297	65	486
18,01	0	0	0	0	0	0
TOTAL	5440	4996	1391	6311	13956	32034

Figura B4– Tabela de Radiação Solar para a cidade de Vitória.
Fonte: LABEEE, 2008