

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE  
DESEMPENHO AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS ADAPTADA Á REALIDADE DO  
NORDESTE BRASILEIRO**

**Por**

**RAFAELA MARIA RIBEIRO PATRICIO**

ARQUITETA E URBANISTA, UFRN, 2002

TESE SUBMETIDA AO PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE

**MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**DEZEMBRO, 2005**

© 2005 **RAFAELA MARIA RIBEIRO PATRICIO**  
TODOS DIREITOS RESERVADOS.

O autor aqui designado concede ao Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte permissão para reproduzir, distribuir, comunicar ao público, em papel ou meio eletrônico, esta obra, no todo ou em parte, nos termos da Lei.

Assinatura do Autor: \_\_\_\_\_

APROVADO POR:

\_\_\_\_\_  
Prof. Reidson Pereira Gouvinhas, Dr. – Orientador, Presidente

\_\_\_\_\_  
Prof. Manoel Lucas Filho, Dr. – Membro Examinador

\_\_\_\_\_  
Profª. Gisele Cristina Sena da Silva, Drª. – Membro Examinador Externo

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Patricio, Rafaela Maria Ribeiro.

Desenvolvimento de metodologia para avaliação de desempenho ambiental em edifícios adaptada à realidade do Nordeste brasileiro. / Rafaela Maria Ribeiro Patricio. – Natal [RN], 2005.

159 p. : il.

Orientador : Reidson Pereira Gouvinhas.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Engenharia de Produção.

1. Metodologia de Avaliação Ambiental - Tese. 2. Construção Civil - Tese. 3. Edifícios - Tese. 4. Nordeste do Brasil – Tese. I. Gouvinhas, Reidson Pereira .II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU xxx.x(xxx.x)

*A minha família que em todos os momentos me incentivou, amigos e a Deus que sempre esteve ao meu lado.*

## AGRADECIMENTOS

À Sandra Patrício (mãe) e Antonio Patrício (Pai), por mostrar que embora tenhamos dificuldades a busca pelos objetivos, sonhos e a determinação devem sempre estar presentes;

À Rachel e Antonio Alberto (irmãos) por sempre acreditarem em todas as minhas atividades, científicas e profissionais, além da compreensão e incentivo em diversos momentos.

Às minhas grandes amigas, e sempre presentes, arquitetas Bianca Dantas, Anylk Petronilo e Silvana Rosado, além de Cristiane Garcia, Dayse Karenine e Nara Sancha constante importância em minha vida.

Às minhas avós Diva Figueiredo e Arlinda Patrício por continuarem nesta batalha diária da vida, mostrando a força feminina para a família.

À todos que compõem o PEP / UFRN – Programa de Engenharia de Produção, pela oportunidade cedida.

À Reidson Gouvinhas, meu orientador e amigo, pela competência, pelo incentivo e segurança em todos os momentos.

À todos meus amigos conquistados no PEP, tais como: Ana Paula, Caroline Werner, Tatiana Queiroz, Andréa Vianna, além de Cláudia.

À EC, pelo apoio na realização da pesquisa de campo e pela disposição em contribuir para o desenvolvimento acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao “Instituto Fábrica do Milênio” – IFM/CNPq, pelo apoio e financiamento desta pesquisa, permitindo a finalização deste estudo.

## CURRICULUM

Rafaela Maria Ribeiro Patrício é Arquiteta e Urbanista, formada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) em 2002, especialista em Gestão Ambiental, em 2003, também pela UFRN, e em 2005 conclui o mestrado em Ciências em Engenharia de Produção pela mesma Universidade.

### Publicações:

- PATRICIO, Rafaela M. R.; GOUVINHAS, Reidson Pereira. **Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios:** Diretrizes para o desenvolvimento de uma nova metodologia adaptada à realidade do Nordeste. **In:** Conferência Latino Americana de Ambiente Construído/ ENTAC, 2004, São Paulo.
- PATRICIO, Rafaela M. R.; GOUVINHAS, Reidson Pereira. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação de desempenho ambiental em edifícios adaptada à realidade do Nordeste brasileiro.** **In:** Encontro Nacional de Engenharia de Produção/ENEGEP/ 2005, Porto Alegre.
- PATRICIO, Rafaela M. R.; GOUVINHAS, Reidson Pereira. **The development of a design model to support the production environmental buildings appropriate to the reality of northeast part of brazil.** **In:** International Conference on Engineering Design/ ICED 2005, Melbourne.
- PATRICIO, Rafaela M. R.; GOUVINHAS, Reidson Pereira. Edifícios ecologicamente corretos: em direção a um futuro sustentável. **Revista Eletrônica Ecodesign News**, 2005.

Resumo da Tese apresentada à UFRN/PEP como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências em Engenharia de Produção

## **DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS ADAPTADA À REALIDADE DO NORDESTE BRASILEIRO.**

**RAFAELA MARIA RIBEIRO PATRICIO**

Dezembro, 2005

Orientador: Reidson Pereira Gouvinhas, PhD.

Curso: Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção

Esta pesquisa refere-se à produção de edifícios ecologicamente corretos, definidos, principalmente, a partir da utilização de fontes de energias alternativas, menor emissão de poluentes, uso de materiais recicláveis, sistemas de reciclagem das águas, maximização da iluminação natural, preservação de áreas verdes ou nativas, e adequada qualidade do ar interno. A partir da concepção desses empreendimentos, surge a necessidade de avaliá-los, dando origem às metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios. Dessa forma, este trabalho pode ser dividido em dois momentos: o primeiro quando identifica as metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios existentes na literatura, definindo as categorias, critérios e sub-critérios a serem adequados à realidade do Nordeste brasileiro; e o segundo quando a partir da análise dos sistemas de avaliação existentes, define uma base metodológica e gera um novo sistema de avaliação, denominado de MEDACNE (Metodologia de Avaliação de Desempenho Ambiental para Construção no Nordeste). Neste momento, é verificado o processo de enquadramento do setor da construção civil nos padrões de sustentabilidade, estimulado principalmente pelas pressões da sociedade – conferências, protocolos e acordos. Por fim, a metodologia proposta foi aplicada em um estudo de caso, um edifício residencial denominado Maria José Gurgel, dentro de uma empresa de Construção Civil, localizada em Natal-RN, para validação do sistema. Esta proposição metodológica deverá aumentar os padrões ambientais locais para a produção de novos empreendimentos, e será um guia de referência para arquitetos, engenheiros e projetistas desenvolverem suas edificações considerando os critérios da sustentabilidade. Este estudo fez uso de pesquisa bibliográfica em livros e revistas especializadas e a análise dos dados foi realizada de forma interpretativa.

**Palavras Chaves:** Metodologia, Avaliação, Desempenho, Ambiental, Edifícios, Nordeste.

Abstract of the Thesis presented to UFRN/PEP as part of the required elements to attain the master's degree of science in Production Engineering.

## **THE DEVELOPMENT OF A DESIGN MODEL TO SUPPORT THE PRODUCTION ENVIRONMENTAL BUILDINGS APPROPRIATE TO THE NEEDS OF NORTHEAST PART OF BRAZIL**

**RAFAELA MARIA RIBEIRO PATRICIO**

December, 2005

Thesis Supervisors: Reidson Pereira Gouvinhas, PhD.

Program: Master of Science in Production Engineering

This research refers to the production of green buildings, defined, mainly, based on the use of sources of alternative energies, smaller emission of pollutant, use of recyclable materials, systems of recycling of the waters, maximization of the natural illumination, preservation of green areas or native, and appropriate quality of the internal air. From the conception of those buildings, it appears the needs of evaluating them, creating the methodologies for the evaluation of environmental performance of buildings. In that way, this work can be divided in two moments: the first one when it identifies the methodologies for the evaluation of environmental performance for buildings existents in the literature, defining their categories, criteria and sub-criteria to be appropriate to the reality of the Brazilian Northeast; and the second one when starting from the analysis of the systems of existent evaluation. It defines a methodological base and it generates a new evaluation system, denominated MEDACNE (Methodology of Evaluation of Environmental Acting for Construction in the Northeast). In that moment, the process of framing of the section of the building site is verified under the maintainable optics, stimulated mainly by the pressures of the society - conferences, protocols and agreements. Finally, the proposed methodology was applied in a case study, a residential building, called "Maria José Gurgel", located in Natal-RN, Brazil, for its validation. This methodological proposition should increase the patterns environmental places for the production of new buildings, and it will be a reference guide for architects, engineers and planners to develop their constructions considering the criteria of the sustainability. This study made use of bibliographical research in books and specialized magazines and the analysis of the data was realized in an interpretative way.

**Key-words:** Methodology, Evaluation, Environmental, Performance, Buildings, Northeast.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 Introdução .....</b>	<b>01</b>
1.1 Contextualização do problema.....	01
1.2 Objetivo Geral .....	04
1.3 Objetivos Específicos.....	05
1.4 Relevância .....	05
1.4.1 Científica.....	05
1.4.2 Relevância Prática .....	06
1.5 Definição do Problema.....	06
1.6 Estrutura da Dissertação.....	07
<b>Capítulo 2 Desenvolvimento Sustentável e Construção Civil .....</b>	<b>09</b>
2.1 Problemática Ambiental.....	09
2.2 Conceituação e Situação dos Principais Impactos Ambientais Gerados na Construção Civil.....	13
2.2.1 Poluição do ar .....	13
2.2.2 Esgotamento de matérias primas.....	14
2.2.3 Consumo de energia .....	14
2.2.4 Poluição das águas.....	16
2.2.5 Poluição por ruídos.....	17
2.2.6 Redução da camada de ozônio .....	17
2.2.7 Aquecimento global e efeito estufa .....	19
2.3 Construção Civil e Meio Ambiente.....	20
2.3.1 Construção civil no Nordeste .....	23
2.4 Sustentabilidade na Construção Civil.....	25
2.4.1 Histórico dos edifícios ecologicamente corretos .....	26
2.4.2 Características dos edifícios ecologicamente corretos .....	28
2.5 Considerações Finais .....	30

<b>Capítulo 3 As Diversas Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios .....</b>	<b>32</b>
3.1 O Estado da Arte das Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios.....	32
3.2 Análise das Metodologias.....	34
3.2.1 BREEAM ( <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i> ).....	35
3.2.2 LEED™ ( <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> ).....	37
3.2.3 GBC ( <i>Green Building Challenge</i> ).....	38
3.2.4 NABERS ( <i>National Australian Building Environmental Rating System</i> ).....	40
3.2.5 PIMWAQ .....	41
3.2.6 <i>Green Globes</i> .....	42
3.2.7 Características Gerais dos Métodos Abordados .....	44
3.3 Utilização das Metodologias e Conceitos dos Edifícios Sustentáveis.....	45
3.3.1 <i>Cambria Office Building</i> .....	45
3.3.2 <i>Telus Office Building</i> .....	47
3.3.3 <i>Rochaverá Plaza</i> .....	49
3.4 Considerações Finais .....	50
<b>Capítulo 4 Metodologia da Pesquisa.....</b>	<b>51</b>
4.1 Tipologia da Pesquisa .....	51
4.2 Área de Abrangência .....	52
4.3 Coleta de Dados.....	52
4.4 Análise dos Dados.....	55
4.5 Descrição das Etapas Metodológicas da Pesquisa.....	55
4.6 Limitações do Trabalho.....	58
4.7 Considerações Finais .....	58
<b>Capítulo 5 MEDACNE – Metodologia de Avaliação de Desempenho Ambiental para o Nordeste.....</b>	<b>59</b>

5.1 Definição da Metodologia Base.....	59
5.2 Características da Região Nordeste: clima, materiais e processos de construção .....	60
5.3 Estrutura .....	60
5.3.1 Localização Sustentável.....	60
5.3.2 Eficiência do Uso da Água.....	63
5.3.3 Energia e Atmosfera.....	65
5.3.4 Materiais e Recursos.....	68
5.3.5 Qualidade Interna do Ar.....	72
5.3.6 Inovação e Processo de Design.....	75
5.4 Adaptação ao Nordeste do Brasil .....	76
5.4.1 Adaptação de normas e outras Referências .....	76
5.4.2 Alteração de exigências .....	77
5.4.3 Inclusão ou exclusão de Pré-Requisitos.....	77
5.4.4 Avaliação e classificação .....	78
5.5 Formatação Guia de Aplicação .....	79
5.6 Quadro Comparativo: LEED™ x MEDACNE .....	80
5.7 Considerações Finais .....	81
<b>Capítulo 6 Estudo de Caso: Residencial Maria José Gurgel.....</b>	<b>83</b>
6.1 Edifício Maria José Gurgel.....	83
6.2 Avaliação do Estudo de Caso.....	85
6.2.1 Localização Sustentável.....	86
6.2.2 Eficiência do Uso da Água.....	87
6.2.3 Energia e Atmosfera.....	87
6.2.4 Materiais e Recursos.....	89
6.2.5 Qualidade Interna do Ar.....	89
6.2.6 Inovação e Processo de Design.....	90
6.3 Resultado da Avaliação do Estudo de Caso.....	90
6.4 Considerações Finais.....	91

<b>Capítulo 7 Conclusões e Propostas Futuras.....</b>	<b>92</b>
7.1 Conclusões.....	92
7.1.1 Ampliar conhecimento quanto à problemática ambiental e o desenvolvimento projetal das edificações.....	92
7.1.2 Conhecer, conceituar e identificar os principais elementos e objetivos que caracterizam os edifícios ecologicamente corretos.....	93
7.1.3 Avaliação das proposições metodológicas existentes para avaliação de desempenho ambiental em edifícios.....	93
7.1.4 Desenvolvimento da MEDACNE .....	94
7.1.5 Utilizar a metodologia desenvolvida para fazer uma análise crítica do projeto de um edifício localizado na região a fim de validar a metodologia proposta .....	97
7.1.6 Fornecer um guia auxiliatório ao desenvolvimento de edificações sustentáveis para arquitetos e engenheiros .....	98
7.2 Análise Crítica do Trabalho.....	98
7.3 Recomendações .....	99
<b>Referências.....</b>	<b>101</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Destruição da camada de ozônio e penetração da radiação UV .....	18
Figura 2.2	Esquema de funcionamento do Efeito Estufa.....	19
Figura 2.3	Palácio de <i>Crystal</i> em Londres.....	26
Figura 2.4	<i>Galleria Vittorio Emanuele</i> em Milão.....	26
Figura 3.1	Escala de desempenho do <i>GBTTool</i> .....	40
Figura 3.2	Importância de cada categoria na avaliação do <i>Green Globes</i> .....	43
Figura 3.3	Esquema de Avaliação do <i>Green Globes</i> .....	44
Figura 3.4	<i>Cambria Office Building</i> : classificado como selo ouro pelo sistema LEED.....	46
Figura 3.5	<i>Tellus Office Building</i> antes da reforma.....	48
Figura 3.6	<i>Tellus Office Building</i> após a reforma.....	48
Figura 3.7	<i>Tellus Office Building</i> após a reforma.....	48
Figura 3.8	Intervalo para circulação de ar quente utilizado durante o inverno.....	48
Figura 3.9	Relação das quatro torres do <i>Rochaverá Plaza</i> com a área central.....	49
Figura 3.10	Relação das quatro torres do <i>Rochaverá Plaza</i> com o entorno (cidade).....	49
Figura 3.11	Primeiro edifício dentro das normas da USGBC no Brasil, composto por quatro torres.....	49
Figura 4.1	Esquema representativo da seqüência metodológica executada.....	57
Figura 6.1	Vista frontal do Edifício Maria José Gurgel.....	84
Figura 6.2	Vista em perspectiva do edifício em estudo.....	84
Figura 6.3	Vista em perspectiva do edifício em estudo.....	84
Figura 6.4	<i>Checklist</i> utilizado na avaliação do edifício em estudo .....	86
<b>Anexos</b>		
Figura 01	Tipos de veículos mais usados no Brasil.....	115
Figura 02	Comparação de desempenho dos veículos.....	115
Figura 03	Esquema de fechamento dos estômatos nas plantas para evitar a perda d'água.	122
Figura 04	Peças utilizadas para a captação de águas das chuvas.....	126
Figura 05	Esquema de funcionamento de um sistema de tratamento de resíduos.....	127
Figura 06	Consumo de água dos ambientes de uma residência: banheiro, área de serviço, e cozinha.....	129
Figura 07	Consumo em m <sup>3</sup> /mês dos compartimentos hidráulicos.....	130
Figura 08	Piso Ecocerâmico.....	145

Figura 09	Telha produzida a partir de plásticos reciclados.....	146
Figura 10	Tábuas produzidas a partir de plásticos reciclados dando origem à madeira plástica.....	146
Figura 11	Tinta produzida a base de água sem pigmentos derivados de metais pesados....	147

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Consumo de energia na indústria/PIB.....	15
Tabela 2.2	Consumo total de eletricidade por habitante (KWh/hab.).....	16
Tabela 2.3	Perdas de materiais em processos construtivos convencionais.....	22
Tabela 2.4	Composição dos resíduos da construção civil em Salvador.....	25
Tabela 3.1	Crítérios de desempenho e questões atribuídas por categoria.....	36
Tabela 3.2	Categorias e pontuação atribuídas.....	37
Tabela 3.3	Níveis de classificação.....	38
Tabela 3.4	Categorias de desempenho e as questões atribuídas.....	39
Tabela 3.5	Áreas abordadas para atribuição de créditos e principais objetivos.....	41
Tabela 3.6	Crítérios adotados para atribuição de créditos a edificações por categoria.....	42
Tabela 3.7	Categorias de avaliação do <i>Green Globes</i> .....	43
Tabela 5.1	Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Localização Sustentável.....	62
Tabela 5.2	Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Eficiência do Uso da Água.....	64
Tabela 5.3	Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Energia e atmosfera.....	67
Tabela 5.4	Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Materiais e Recursos.....	71
Tabela 5.5	Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Qualidade Ambiental Interna....	74
Tabela 5.6	Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Inovação e Processo de <i>Design</i>	76
Tabela 6.1	Avaliação final do edifício Maria José Gurgel.....	91
<b>Anexos</b>		
Tabela 01	Frota estimada de bicicletas no Brasil por região.....	117

## LISTA DE MAPAS

### Anexos

Mapa 01 Rede de gasodutos no Nordeste.....	118
Mapa 02 Mapa de ventos do Brasil .....	136

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 Principais metodologias existentes desenvolvidas por cada país.....	33
Quadro 3.2 Resumo das principais características dos métodos apresentados.....	45
Quadro 5.1 Método de Avaliação e Classificação do MEDACNE .....	79
Quadro 5.2 Resumo das principais características do LEED™ e MEDACNE.....	81

## LISTA DE SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
AVAC & R	Aquecimento, Ventilação, Bases dos Edifícios & Refrigeração
BRE	<i>Building Research Establishment</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CERF	<i>Civil Engineering Research Foundation</i>
CCC	<i>Corus Construction Center</i>
CIB	<i>Conseil International du Batiment</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPDS	Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável
CSTB	<i>Centre Scientifique et Technique du Bâtiment</i>
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	<i>US Environmental Protection Agency</i>
EXACT	Excelência Ambiental na Construção Civil
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
GBC	<i>Green Building Challenge</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Espacial
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
LEED™	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MEDACNE	Metodologia de Desempenho Ambiental para Construção no Nordeste
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NABERS	<i>National Australian Building Environmental Rating System</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PEP	Programa de Engenharia de Produção
PPA	Programa do Plano Plurianual
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROERNE	Programa de Energia Renovável para o Nordeste

QAI

QFD

RIMA

USGBC

WWF

Qualidade Ambiental Interna

Desdobramento da Função Qualidade

Relatório de Impacto Ambiental

*United States Green Building Council*

*World Wildlife Fund*

# Capítulo 1

## Introdução

A fim de caracterizar as questões ambientais e a indústria da construção civil, foi realizada uma contextualização do problema, evidenciando cronologicamente a evolução dos seus impactos, o problema abordado, objetivos, o processo geral utilizado na metodologia, como também a estruturação da dissertação.

Este capítulo apresenta uma evolução histórica dos principais marcos e eventos relacionados ao meio ambiente, e a participação da construção civil neste contexto, até o surgimento dos edifícios ecologicamente corretos, que são produtos da inserção dos conceitos sustentáveis dentro da indústria imobiliária.

### 1.1 Contextualização do Problema

O processo de desenvolvimento projetual das edificações e a conseqüente ocupação do espaço urbano vêm seguindo ao longo da história um procedimento fechado. Isto significa que a indústria imobiliária não se ateu às mudanças ocorridas em vários âmbitos no mundo e desenvolvia, até então, seus produtos desconhecendo as necessidades ambientais e os novos padrões de conforto e bem estar dos usuários dos empreendimentos.

Embora a construção civil não tenha desenvolvido seus projetos, considerando parâmetros de qualidade ambiental e humana, os pensadores responsáveis pelo espaço urbano há muitos já refletiam sobre o tema. Na antiguidade encontram-se resquícios documentais de preocupações pela relação entre o entorno e o natural, e através de Vitruvius – um dos principais arquitetos da história antiga, e mesmo recente – é possível verificar as suas recomendações sobre temas como localização, orientação e iluminação natural das edificações (Cimino, 2002).

Desde o final do século XVIII, com o advento da revolução industrial, a migração do homem do campo em busca de melhores condições de vida na cidade vem aumentando expressivamente. Paradoxalmente, esse processo civilizatório resultou em situações onde sobressaem as desigualdades sociais, expondo brutalmente a degradação e a desvalorização humana e gerando um ambiente com péssima qualidade de vida (Freitas, 2001, p.01).

Em tempos mais recentes, nas décadas de 50 e 60 do século passado, caracterizadas por um período pós-guerra e ainda utilizando a energia nuclear para fins civis, teve início uma investigação sobre fontes de energia que pudessem substituir mais tarde os combustíveis fósseis. Foi a primeira vez que a ciência e a tecnologia moderna foram aplicadas na exploração de energias solar, térmica, eólica, das marés e outros tipos renováveis de energia, significando tempos de otimismo tecnológico, de significativas e importantes inovações em todos os campos (Cimino, 2002).

A questão ambiental tornou-se realmente uma preocupação mundial na década de 70 quando, frente à crise do Petróleo, foram retomadas as investigações sobre fontes energéticas não fósseis. Porém, foi a década de 90 a mais significativa para o movimento ambiental. Conferências como a ECO' 92 - Conferência Mundial para Desenvolvimento e Meio Ambiente - com a participação de 170 países, incorporaram a preocupação com as transformações ambientais como fruto do desenvolvimento sócio-econômico (Brasil, Ministério das Relações Exteriores, 2004) e, atualmente a “Agenda 21” marca este final de século, constituindo um programa estratégico e universal para o alcance do desenvolvimento sustentável (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2003).

Ainda em um estágio distante de atender as reivindicações mais exigentes dos defensores do meio ambiente, no fim dos anos 90, os governos despertaram para os constantes problemas ambientais e a eminência de exaustão de recursos naturais essenciais - decorrentes do crescimento descontrolado das cidades - definindo normas e procedimentos para a proteção e preservação ambiental. Embora recente, a indústria da construção civil sentiu-se então pressionada e vem buscando a reformulação de seu processo de desenvolvimento de projetos, sob a ótica da competitividade, estabelecendo padrões de qualidade ambiental e humana, introduzindo novas tecnologias de menor impacto e que finalmente possam ser desmontadas para aumentar a vida útil dos componentes através de suas reutilização ou reciclagem (Secovi, 2001). Este último conceito faz referência ao ciclo de vida do produto que a norma ISO 14040 – *International Organization for Standardization* (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001) conceitua como:

*“estados consecutivos e interligados de um produto, desde a extração de matérias-primas ou transformações de recursos naturais, até a deposição final do produto”.*

As necessidades de mudanças uniram-se ao ideal sustentável, definido oficialmente como sendo: *“aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”* (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, CMMAD, 1991), buscando desde então,

conciliar o desenvolvimento econômico e a exploração sustentável do meio-ambiente pela construção civil. Este fato deu origem ao conceito de “construção sustentável” que conforme (Corbella, 2003), consiste na produção de empreendimentos que visem aumento da qualidade de vida do ser humano quanto ao ambiente construído e ao seu entorno, integrado com as características da vida e do clima locais, além da redução do uso dos recursos naturais.

Com a difusão dos empreendimentos verdes foram estabelecidos, também, sistemas de avaliação de desempenho dessas edificações. De acordo com Silva (2003), “o primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de *green design* não possuíam meios para verificar o quão “verdes” eram de fato os seus edifícios”.

Ainda segundo Silva (2003), os pesquisadores e as agências governamentais concluíram que a *classificação de desempenho* associada aos sistemas de certificação seria um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental tanto dos empreendimentos construídos quanto das novas edificações.

Dentro desse contexto, alguns esquemas de avaliação de desempenho ambiental dos edifícios foram analisados neste estudo.

O BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* - foi a primeira metodologia de classificação ambiental, lançada pelo *Building Research Establishment* (BRE) na Inglaterra em 1990 e disponibilizada em nível mundial pelo *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, CSTB.

Um segundo esquema é o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), criado pela USGBC (*United States Green Building Council*) em 1996, que avalia as edificações através da classificação de projetos de acordo com o seu grau de comprometimento com os critérios pré-estabelecidos. De acordo com Usgbc (2002), o sistema certifica edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos e em então atribui crédito baseado em uma lista de objetivos pré-selecionada. Quatro diferentes níveis de certificação de edifícios verdes são concedidos, baseados em um total de pontos obtidos em 06 categorias.

Foi ainda analisado o GBC (*Green Building Challenge*) que possui o GBTool como a ferramenta de avaliação do *Green Building Challenge*, e foi desenvolvida através de um processo internacional iniciado em 1996. A proposta consiste em um sistema hierárquico de critério de avaliação ambiental de edifícios, buscando um comparativo internacional, ou seja, é um tipo de consórcio com a participação de mais de 20 países, que seleciona e analisa o desempenho ambiental, além dos impactos gerados por edifícios.

Outra metodologia pesquisada foi o NABERS (*National Australian Building Environmental Rating System*), sendo este um projeto australiano, desenvolvido por *Auckland Services Limited*, Universidade da Tasmânia e *Exergy Australia Pty Ltda*, e deriva dos métodos BREEAM e LEED™, além da experiência australiana em sistemas energéticos e ambientais (Raia, 2003).

Avaliou-se ainda PIMWAQ que consiste em um sistema desenvolvido na Finlândia, apresentado em 1998, elaborado inicialmente para novos edifícios residenciais localizados na área Viikki. Este local é uma das quatro áreas da Universidade de *Helsinki*, caracterizando um espaço de testes. Em Viikki, todos os projetos devem reunir os requisitos básicos desta metodologia de avaliação para conseguir permissão para a construção (Bequest Toolkit, 2001).

Por fim estudou-se o Green Globes, que é um complemento para o BREEAM/*Green Leaf Suite*, programa desenvolvido em 1998 e já derivado do BREEAM, desenvolvida pela ECD –*Energy and Environment Canada*, e consiste em uma ferramenta de avaliação de desempenho ambiental de edifícios *on-line*. Os critérios são baseados nas categorias de análise do BREEAM e o resultado é um detalhado relatório baseado em um questionário confidencial (Green Globes, 2004). Tais metodologias serão analisadas em mais detalhes.

Sendo assim, o desenvolvimento de uma proposta metodológica para Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios para o Nordeste, está sendo apresentada nesta dissertação de mestrado, intitulada de MEDACNE, elaborada a partir da análise das metodologias propostas, de onde foram extraídos os principais critérios para adequação à realidade no Nordeste. Foram considerados fatores como capacidade de atendimento do mercado local a tais critérios, bem como consultas a profissionais especializados e bibliografia específica. Tal metodologia será detalhada mais especificamente no capítulo 05 desta dissertação.

## **1.2 Objetivo Geral**

Esta dissertação tem como objetivo desenvolver uma metodologia para avaliação ambiental em edifícios localizados na região Nordeste do Brasil. Como consequência esta metodologia irá funcionar como uma ferramenta auxiliar à produção de empreendimentos imobiliários baseados nos conceitos sustentáveis, como o uso eficiente de água e energia, qualidade ambiental interna, emissões entre outros aspectos. É visto que para a completa adoção dos critérios “verdes” pela construção civil é necessário uma regulamentação e

legislação específica, porém os resultados obtidos com a elaboração deste sistema, e a sua futura introdução no mercado, fornecerão parâmetros de sustentabilidade importantes para a região.

Esta pesquisa tem como objetivo principal: Desenvolver uma metodologia de avaliação de desempenho ambiental em edifícios adaptada à realidade do Nordeste Brasileiro, através da análise das proposições metodológicas existentes para o desenvolvimento de edificações verdes, extraindo das mesmas categorias e critérios que possam ser adequados à região em estudo.

### **1.3 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- ❖ Contribuir para a consolidação de um referencial teórico referente à problemática ambiental e o desenvolvimento projetual de edificações;
- ❖ Conhecer, conceituar e identificar os principais elementos e objetivos que caracterizam os edifícios ecologicamente corretos;
- ❖ Identificar as principais características desse clima e da região que sejam pertinentes à pesquisa;
- ❖ Utilizar a metodologia desenvolvida para fazer uma análise crítica do projeto de um edifício localizado na região a fim de validar a metodologia proposta.
- ❖ Fornecer um guia auxiliatório ao desenvolvimento de edificações sustentáveis para arquitetos e engenheiros.

### **1.4 Relevância**

#### **1.4.1 Científica**

A pesquisa visa fornecer embasamento teórico necessário à introdução da metodologia de projeto dos edifícios ecologicamente corretos ao desenvolvimento de edificações. A inclusão dos conceitos relativos a empreendimentos verdes no setor da construção civil exige um trabalho de pesquisa, que pode ser atingido por meio de duas etapas. Inicialmente buscando o conhecimento produzido acerca do tema, bem como o seu desenvolvimento e sistematização nos setores práticos e teóricos da indústria da construção civil. Em segundo,

visando o conhecimento e a sistematização das práticas do desenvolvimento processo projetual de edificações.

A interseção desses dois aspectos da pesquisa irá determinar as hipóteses sobre a utilização de metodologias de desenvolvimento de edificações ecologicamente corretas, que poderá ser usada na prática, objetivando a sua validação.

É visto que o tema em questão é recente na produção acadêmica e essa pesquisa representa uma contribuição para o desenvolvimento de edificações utilizando esse novo padrão de elaboração projetual.

#### **1.4.2. Prática**

Acredita-se que a metodologia proposta nesta dissertação irá contribuir como uma ferramenta auxiliatória para os arquitetos e engenheiros desenvolverem seus projetos sob a ótica da sustentabilidade. Como mencionado anteriormente, a questão ambiental ainda é recente. Entretanto, aspectos ambientais vêm se tornando cada vez mais relevantes nas discussões políticas e o setor da construção civil não pode ficar ausente deste assunto.

#### **1.5 Definição do Problema**

Os graves e constantes acidentes ambientais, a exaustão de recursos naturais pelos quais a construção civil é responsável por entre 15 e 20%, e a consciência atual de que tais recursos naturais não são ilimitados, apontaram para a necessidade de um crescente investimento em pesquisas que permita a construção do hábitat com menor impacto global.

Estudar as metodologias para avaliação ambiental de edifícios e adaptá-las à região Nordeste consiste na temática desta pesquisa que pode ser embasada pelos seguintes questionamentos:

- Quais seriam as características a serem consideradas para o desenvolvimento de uma ferramenta adequada às necessidades do Nordeste brasileiro?
- Quais categorias e critérios podem ser utilizados para avaliação dos empreendimentos nesta região?
- Que tipo de edificação esta proposta metodológica pode avaliar? (residencial, institucional, comercial, uso misto, entre outros).

- E qual será o método de análise e avaliação: a edificação em questão será comparada a um edifício referência ou seja, um empreendimento padrão que requer um mínimo de desempenho ambiental nas diferentes questões a serem cumpridos; ou um mínimo de pontos atingido em cada categoria principal, como na metodologia LEED™? Ressalta-se uma terceira opção de que a metodologia desenvolvida para o Nordeste possa elaborar um método de avaliação próprio.

## 1.6 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em 08 capítulos:

O Capítulo 01 apresenta uma breve introdução, os objetivos, a relevância teórica e prática e a definição do problema

O Capítulo 02 refere-se aos temas abordados nesta dissertação relacionados à problemática sustentável e a construção civil. Dessa forma, é discorrido inicialmente sobre o meio ambiente e sua história, ou seja, os marcos ambientais e suas consequências para o desenvolvimento mundial. Em seguida são enfatizados os impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil e como consequência a introdução do conceito sustentável para minimização destes impactos. Por fim, o capítulo ressalta o surgimento de um produto da relação entre a construção civil e desenvolvimento sustentável que são os edifícios ecologicamente corretos.

O Capítulo 03 apresenta as metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios existentes na literatura utilizadas como referência para o desenvolvimento da nova metodologia elaborada nesta pesquisa. De uma maneira geral, é discorrido sobre as características de cada uma delas, os seus métodos de avaliação, categorias de avaliação e pontuação e níveis de classificação. Foram analisadas as metodologias: LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), GBC (*Green Building Challenge*), NABERS (*National Australian Building Environmental Rating System*), PIMWAQ (o nome é junção das iniciais dos sobrenomes dos seus criadores) e por último *Green Globes*.

O Capítulo 04 descreve a metodologia utilizada para desenvolvimento desta pesquisa, através de tópicos como tipologia da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, e como foram analisados estes dados coletados.

O Capítulo 05 apresenta a metodologia para avaliação de desempenho ambiental de edifícios no Nordeste , intitulada de MEDACNE – Metodologia de Avaliação Ambiental para Construção no Nordeste - desenvolvida nesta pesquisa.

Em seguida, e com o objetivo de validar a MEDACNE, o Capítulo 06 mostra como a mesma pode ser utilizada na prática – através da aplicação do *checklist* em um estudo de caso, realizado no edifício Maria José Gurgel - que tipos de resultados esta metodologia proporciona e que modificações podem ser introduzidas no sistema para que este se torne mais eficiente.

Por fim o capítulo 07 traz as conclusões da pesquisa realizada, indicando uma análise crítica quanto ao objetivo e metodologia, direções da pesquisa com relação a trabalhos futuros e as recomendações práticas e teóricas.

## Capítulo 2

# Desenvolvimento Sustentável e Construção Civil

O crescimento desenfreado das cidades, acentuado no século XVIII com a Revolução Industrial, gerou conseqüências como o aumento populacional, geração e descarte de resíduos, extração de recursos naturais esgotáveis, interferindo de forma prejudicial no meio ambiente.

Neste panorama de impactos ambientais encontra-se a indústria da construção civil, é responsável por 15 a 20% dos recursos naturais extraídos, geração de poluição como poeira e emissão de CO<sub>2</sub>, além de ser o maior gerador de resíduos. Um exemplo disso pode ser verificado quando observa-se que o volume de entulho de construção e demolição gerado é até duas vezes maior que o volume de lixo sólido urbano (Civil Engineering Research Foundation, 2004).

De acordo com Furtado (2002), os agentes sócio-econômicos estão pressionando o setor industrial para modificar as relações entre as atividades produtivas, em virtude dos problemas causados para o ambiente. Portanto, neste capítulo serão visto os conflitos existentes entre o meio ambiente e a construção civil, e quais as respostas encontradas pelo setor imobiliário para equilibrar esse desafio, ao inserir os conceitos sustentáveis no processo projetual de desenvolvimento de edifícios.

### **2.1 – Problemática Ambiental**

A interferência do homem no meio ambiente passou a ser percebida no século XVIII, com a Revolução Industrial, e um século mais tarde, as condições de extrema insalubridade nas cidades industriais geraram uma tendência verde para a saúde, que consistiu num pensamento de índole sanitária trazendo consigo as sementes de um novo conceito, o da preservação da natureza (Cimino, 2002).

A teoria econômica que acompanhou o surgimento da sociedade industrial era incapaz de identificar a natureza como fonte de valor e como algo esgotável. (Cavalcanti, 2001, p.117).

Porém foi no século XX que a percepção de que o mundo estava caminhando para um crescimento e exploração de recursos descontrolados, uma urbanização difícil de reverter, incentivados pela tecnologia do petróleo, necessitava de ações governamentais urgentes, para o estabelecimento de metas, medidas e controles de um desenvolvimento sustentável.

Surge a necessidade de práticas que levam a um aumento da desordem energética e material que não pode mais ser compensado dentro de um espaço de tempo médio, e sua substituição por práticas com um efeito entrópico menor (Cavalcanti, 2001, p.113).

Na década de 60 os livros de Rachel Carson, *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) em 1962 e de Jean Dorst, *Antes que a natureza morra* (1965) marcam a emergência de um movimento ecológico, baseado em uma literatura que expressa a percepção dos limites do progresso e dos riscos associados à exploração desmedida dos recursos naturais nas sociedades industriais (Carvalho, 1997).

Neste contexto, em abril de 1968, conforme Dias (2001, p.33), um grupo de trinta especialistas de várias áreas (economistas, industriais, pedagogos, humanistas, etc.) liderados pelo industrial Arillio Peccei, passam a se reunir em Roma, para discutir a crise atual e futura da humanidade. Assim se forma o **Clube de Roma**.

Em 1972, ainda de acordo com Dias (2001, p.33), o Clube de Roma publica o relatório *The limits of growth* (Os limites do Crescimento) que estabelece modelos globais baseados nas técnicas pioneiras de análises de sistemas, projetados para predizer como seria o futuro se não houvesse modificações ou ajustamentos nos modelos de desenvolvimento econômico adotados. O documento denuncia a busca incessante do crescimento da sociedade a qualquer custo e a meta de se tornar cada vez maior, mais rica e poderosa, sem levar em conta o custo final desse crescimento. Os modelos demonstram que o crescente consumo geral levaria a humanidade a um limite de crescimento e possivelmente a um colapso.

Na década de 70, motivados pela crise do petróleo retomou-se as investigações sobre fontes energéticas não fósseis. Esse fato, segundo Santos (2002), veio a constituir-se em importante fator suplementar de alimentação do debate em torno da temática da escassez e esgotabilidade dos recursos naturais e da necessidade de humanização do crescimento, através de mudanças quantitativas e principalmente qualitativas do processo.

Ainda nos anos 70 na Suécia, representantes de 113 países participam da Conferência de Estocolmo. Este evento gera a declaração sobre o Ambiente Humano, atendendo à necessidade de estabelecer uma visão global e princípios comuns que serviriam de inspiração e orientação à humanidade. Um fato importante nesta conferência deve-se aos representantes dos países em desenvolvimento que acusam os países industrializados de querer limitar seus programas de desenvolvimento industrial, usando a desculpa da poluição, como um meio de inibir a capacidade de competição dos países pobres. (Dias, 2001, p.35).

Contudo, nos anos 80, a preocupação com a saúde do planeta passou a ser amplamente divulgada. Foi nesse período que surgiram organizações como World Wildlife Fund (WWF), Jacques Cousteaux e o Greenpeace (Cimino, 2002). Em 1987 a ONU (Organização das Nações Unidas) apresentou um relatório intitulado de “*Our Common Future*” – Nosso Futuro Comum - que originou o conceito mais utilizado de desenvolvimento sustentável atualmente, e já referenciado nesta pesquisa.

A década de 90 foi, porém, a mais significativa para o movimento ambiental. Em 1992 foi realizada no Rio de Janeiro, a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Unced), com a participação de 170 países. Conforme Dias (2001, p.55), a Conferência ficou conhecida como Rio-92 e teve como objetivos:

- a. examinar a situação ambiental do mundo e as mudanças ocorridas depois da Conferência de Estocolmo;
- b. identificar estratégias regionais e globais para ações apropriadas referentes às principais questões ambientais;
- c. recomendar medidas a serem tomadas, nacional e internacionalmente, referentes à proteção ambiental através de política de desenvolvimento sustentado;
- d. promover o aperfeiçoamento da legislação ambiental internacional;
- e. examinar estratégias de promoção do desenvolvimento sustentável e da eliminação da pobreza nos países em desenvolvimento, entre outros.

Ainda conforme Dias (2001), nessa conferência reconheceu-se a insustentabilidade do modelo de “desenvolvimento” em vigor, e então o desenvolvimento sustentável passou a ser um novo ideal a ser atingido. Como documentos importantes resultantes da Rio’92 têm-se a Convenção sobre Mudanças Climáticas, que culminou no Protocolo de Kyoto, e a Agenda 21 que é nomeada como um Plano de Ação para a sustentabilidade humana.

Em 1997, realiza-se em Kyoto, Japão, a III Conferência das Partes para a Convenção das Mudanças Climáticas. As 38 nações industrializadas, segundo Dias (2001, p.55)

concordam em reduzir suas emissões de gases estufa a níveis abaixo dos verificados em 1990 até 2012.

Conforme Oliveira (2003), no Protocolo de Kyoto estão expressos vários mecanismos que facilitam a obtenção das metas estabelecidas. Entre eles o mais polêmico diz respeito à aquisição de créditos de carbono. Caso os países em questão não consigam atingir suas metas na redução podem comprar os créditos excedentes de outro país que porventura tenha reduzido seu índice ou que tem um padrão de emissão inferior à meta estabelecida. Também são colocadas outras medidas relacionadas à obtenção de licença para emissão, substituição de matéria que resulte em uma produção limpa, buscando formas alternativas de energia. Isto porque combustíveis fósseis, como o petróleo, são os maiores causadores do efeito estufa, além de colocar outros compromissos para países industrializados e em desenvolvimento que devem, por sua vez, reduzir sua emissão e são hoje grandes credores de carbono para as nações industrializadas.

De acordo com Brasil, Ministério do Meio Ambiente (2003), a Agenda 21 é um plano de ação para ser adotado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente. Constitui-se na mais abrangente tentativa já realizada de orientar para um novo padrão de desenvolvimento no século XXI, cujo alicerce é a sinergia da sustentabilidade ambiental, social e econômica, perpassando em todas as suas ações propostas.

Contendo 40 capítulos, a Agenda 21 Global foi construída de forma consensuada, com a contribuição de governos e instituições da sociedade civil de 179 países, em um processo que durou 02 (dois) anos e culminou com a realização da Rio 92.

Ainda conforme Brasil, Ministério do Meio Ambiente (2003), o programa de implementação da Agenda 21 e os compromissos para com a carta de princípios do Rio foram fortemente reafirmados durante a Cúpula de Joanesburgo, ou Rio + 10, em 2002. Além do documento em si, a Agenda 21 é um processo de planejamento participativo que resulta na análise da situação atual de um país, estado, município, região, setor e planeja o futuro de forma sustentável. E esse processo deve envolver toda a sociedade na discussão dos principais problemas e na formação de parcerias e compromissos para a sua solução a curto, médio e longo prazo.

A Agenda 21 brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O

documento é resultado de uma vasta consulta à população brasileira, sendo construída a partir das diretrizes da Agenda 21 global.

A primeira fase foi a construção da Agenda 21 Brasileira. Esse processo que se deu de 1996 a 2002, foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional - CPDS e teve o envolvimento de cerca de 40.000 pessoas de todo o Brasil. O documento Agenda 21 Brasileira foi concluído em 2002 (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2003).

A partir de 2003, a Agenda 21 Brasileira não somente entrou na fase de implementação como também foi elevada à condição de Programa do Plano Plurianual, PPA 2004-2007, pelo atual governo. Como programa, ela adquire mais força política e institucional, passando a ser instrumento fundamental para a construção do Brasil Sustentável (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2003).

Esse foram os marcos do século XX em direção a um pensamento sustentável. Refletiu os primeiros encontros oficiais importantes desde a formação do Clube de Roma até o desenvolvimento da Agenda 21, ainda em andamento, contendo as recomendações e referências específicas sobre como alcançar um desenvolvimento sustentável, que deveria ser implementado até o século 21, pelos Governos, Agências de desenvolvimento e grupos Setoriais, independente de cada área onde a atividade humana afetasse o Meio Ambiente.

## **2.2 – Conceituação e Situação dos Principais Impactos Ambientais Gerados pela Construção Civil**

Os próximos tópicos referem-se à relação existente entre a Construção Civil e o Meio Ambiente, visto que este setor, como já destacado, é um dos principais agentes causadores de impactos ambientais. Antes disso, serão destacados e conceituados os principais impactos ambientais. Esses assuntos fornecerão embasamento para leitura dos demais capítulos.

### **2.2.1 - Poluição do Ar**

Conforme Hill (1997, p.80), os critérios para definição dos poluentes do ar foram desenvolvidos na década de 70, e eram baseados nos padrões estabelecidos pelo EPA – *U.S Environmental Protection Agency* - relacionados à saúde e o bem-estar humano. Para isso, a EPA especificou critérios (características e potenciais efeitos dos poluentes para a saúde e bem-estar) para definir os mais sérios elementos de poluição e estabelecer padrões para os

mesmos. Foram identificados 06 poluentes presentes na maioria dos ares poluídos dos EUA – Estados Unidos da América - e resto do mundo, sendo eles: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Óxido de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>), partículas (PM<sub>10</sub>), e chumbo (Pb). Esses elementos em altas doses de exposição e contanto com pessoas, animais ou plantas tem grandes possibilidades de resultar em efeitos adversos.

Segundo Gouveia et. al (2002), “os níveis de poluição vivenciados na década de 90 em São Paulo e no Rio de Janeiro são suficientes para causar agravos à saúde da população. Medidas articuladas entre os diversos setores que gerenciam a vida urbana nessas metrópoles são fundamentais para buscar a melhoria da qualidade do ar e, conseqüentemente, da saúde da população”.

### **2.2.2 - Esgotamento de matérias primas**

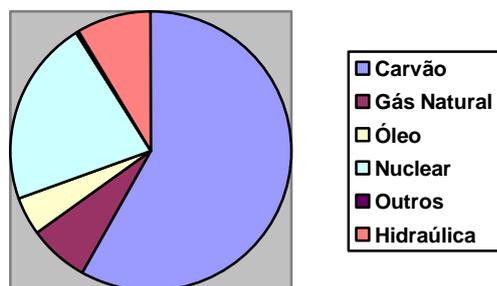
A forma capitalista de vida mundial elevou os níveis de consumo, interferindo nas reservas de recursos naturais na Terra. Dentre os recursos mais afetados estão à água e o petróleo. Na década de 70, com a crise do Petróleo, novas fontes tecnológicas e energéticas a partir de combustíveis não fósseis passaram a ser pesquisadas. Desde então, o mundo foi alertado para a possível escassez destes recursos, e está tentando modificar este quadro.

De acordo com Rocha (2005): “Já está *matematicamente* constatada a escassez de recursos naturais, ou em outras palavras, não há recursos energéticos suficientes para se manter as “máquinas” funcionando com a frenética intensidade das “indústrias americanas” em todos os lugares do mundo”.

### **2.2.3 - Consumo de energia**

Hill (1997, p.260) destaca que a produção e uso de energia são as maiores origens de poluição nos EUA e resto do mundo. Os americanos usam ¼ (um quarto) de toda a energia produzida no mundo. Cerca de 85% da energia usada nos EUA é fornecida através de combustíveis fósseis. Estima-se que no ano de 2025 a demanda por combustíveis irá aumentar em 30% e a demanda por eletricidade em 265%. Dessa forma, deve-se preocupar não apenas com os resultados da poluição provenientes do consumo de energia atual, mas com o contínuo aumento do consumo (gráfico 2.1).

**Gráfico 2.1 – Recursos usados para gerar eletricidade nos EUA**



Fonte: Hill (1997, p.269).

Nos países em desenvolvimento as características principais do setor energético, de acordo com Carvalho *apud* Energia e Desenvolvimento (2003, p.04), são:

- Baixo nível de consumo das energias convencionais: Consumo *per capita* de menos de 01 (uma) tonelada equivalente de petróleo por pessoa e por ano;
- Grande Disparidade de um país a outro nas intensidades energéticas (tabela 2.1).

**Tabela 2.1– Consumo de energia na indústria/PIB (MJ/US\$)**

Países	1970	1980	1990
USA	6,7	5,3	4,0
Alemanha	7,9	6,0	4,1
Japão	7,2	4,9	3,5
México	8,0	8,6	10,2
Chile	5,8	6,0	5,6
Brasil	7,3	7,1	7,1

Fonte: Carvalho (2003, p.05)

- Forte predominância de hidrocarbonetos nos sistemas energéticos, considerando que a maior parte dos países em desenvolvimento possui uma dependência externa do petróleo.
- Importância das energias tradicionais: um exemplo disso, é a utilização, ainda, da lenha como fonte energética;
- Fragilidade dos sistemas de produção e distribuição de energia;
- Existência de disparidades regionais entre a oferta e a demanda de energia: este quadro leva a existência de regiões com elevados níveis de consumo de energia em detrimento de outras regiões que ficam caracterizadas como fornecedoras de energia (tabela 2.2).

**Tabela 2.2 – Consumo total de eletricidade por habitante (kWh/hab.)**

Região/Estado	Consumo de eletricidade/habitante (kWh/hab.)
Norte	464
Nordeste	589
Piauí	195
Ceará	329
Rio Grande do Norte	401
Sudeste	1828
São Paulo	2049
Sul	1033
Centro-Oeste	640
Brasil	1195

Fonte: Carvalho (2003, p.06)

#### 2.2.4 – Poluição das Águas

O primeiro estudioso a fazer uma ampla reflexão sobre a “geopolítica da água” foi o sociólogo alemão Wittfogel (1938). Segundo ele, o domínio da água representa um componente essencial do poder, visto que o suprimento de água potável, irrigação de culturas e navegação fluvial são funções em torno das quais fortes autoridades coletivas estão organizadas.

As políticas de desenvolvimento muito têm contribuído para o despejo de carga tóxica em corpos d’água, tanto no meio urbano como meio rural, e poucas vezes sua qualidade tem sido uma preocupação de investidores privados ou institucionais. O resultado deste quadro é alarmante: quase 20% da população mundial (1,1 bilhões de pessoas) não tem acesso à água de boa qualidade, e 40% (2,4 bilhões) não dispõe de saneamento básico. Desta forma, milhões de pessoas privadas destes recursos básicos convivem com graves doenças, e a OMS – Organização Mundial de Saúde - estima que mais de 3,5 milhões de pessoas morrem a cada ano vítimas de patologias ligadas ao fator hídrico, sendo a maioria crianças.

No Brasil, os dados do ultimo censo do IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2000, mostraram que nossa população está em torno de 170 milhões de habitantes, e que próximo de 138 milhões vivem nos centros urbanos. Também mostrou que 64% das empresas brasileiras de água não coletam, sequer, os esgotos domésticos que geram, e que 110 milhões de habitantes que vivem na área urbana não tem esgoto tratado. Os mais pobres, em torno de 11 milhões desse grupo, não tem acesso à água tratada para beber. Além disso, os índices de perdas totais de água tratada disponibilizada nas redes de distribuição variam de 40 a 60%, enquanto nos países desenvolvidos esse índice varia de 05 a 15%. Outro

dado desfavorável é que mais de 40 milhões de brasileiros não recebem água de forma regular, e quando recebem não tem garantia de sua qualidade.

A falta de água para consumo humano deve ser o principal problema ambiental do próximo milênio. Na década de 90, a demanda por esse recurso cresceu duas vezes mais que a população, como resultado do uso intensivo em atividades industriais e agrícolas. Apenas 2,5% da água do planeta correspondem a reservas de água doce e, desse total, só 0,07% está acessível ao uso humano (Poluição das águas, 2003). Para tanto, os principais fatores de degradação dos rios e dos oceanos, e conseqüente escassez da água, são a poluição e a contaminação, causadas por diversos fatores (lixo, esgoto, dejetos químicos, mineração).

### **2.2.5 - Poluição por Ruídos**

O ruído é uma das principais fontes de perturbação em ambientes urbanos, e em geral nas grandes cidades representa 70% das reclamações dos órgãos de controle ambiental. Os habitantes de grandes centros urbanos normalmente descrevem o ruído como um fator de grande importância e que afeta a qualidade de vida (Oliveira, 2000).

Ainda conforme Oliveira (2000), o barulho excessivo degrada seriamente a qualidade do meio ambiente. As principais fontes de ruídos nos centros urbanos são o trânsito, construções e obras públicas, e atividades econômicas tais como indústrias, comércios e serviços. Todavia, a quantidade de ruído gerada por cada atividade varia de acordo com suas características (tais como a intensidade de uso e tipo de maquinário ou o uso de sistemas de auto-falante) e com a instalação de dispositivos de controle de ruído.

### **2.2.6 - Redução da Camada de Ozônio**

Ozônio é uma parte muito pequena da atmosfera, mas sua presença é vital para o bem-estar humano. A maior concentração do ozônio reside na parte superior da atmosfera. Esta região, chama-se estratosfera, está situada a mais de 10 quilômetros (6 milhas) sobre a superfície de Terra. Lá, aproximadamente 90% de ozônio atmosférico está contido dentro da “camada de ozônio,” que protege o planeta dos prejudiciais raios ultravioleta .

Devido à alta reatividade, a concentração de ozônio é resultado de um equilíbrio entre a sua produção e destruição, gerando camadas de alta e baixa concentração que atingem níveis máximos numa faixa de 30 km de altura, chamada Camada de Ozônio. Esta camada está entre 15 e 50 km de altura, formando um escudo protetor natural da Terra, contra as radiações UV (figura 2.1) provenientes do Sol (Amorim & Silva, 2003).

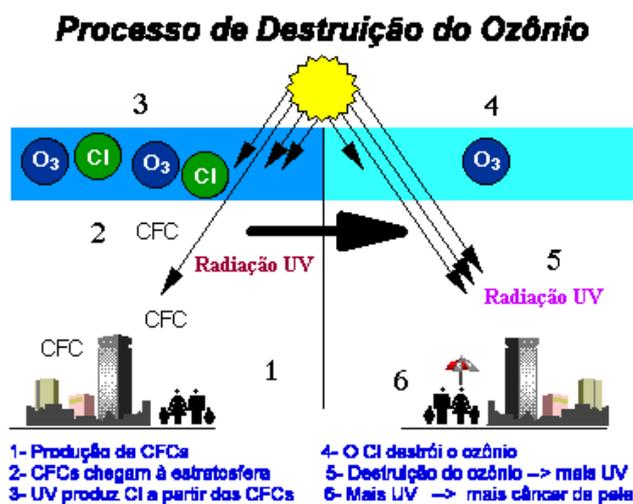


Figura 2.1 – Destruição da Camada de Ozônio e penetração da radiação UV. Fonte: Amorim & Silva (2003).

Conforme relatório do Ministério do Meio Ambiente (A Camada de Ozônio):

Como prováveis efeitos deletérios à saúde destacam-se: maior incidência de catarata; queimaduras e câncer de pele; prejuízos ao sistema imunológico; redução da camada de gordura, com aumento de infecções fúngicas e bacterianas e envelhecimento precoce da pele pela sua degeneração elástica.

Os danos à vegetação também são significativos, especialmente à agricultura, com redução da fotossíntese e do crescimento das plantas. Estes prejuízos são maiores em relação ao plâncton marinho, com conseqüente aumento nas concentrações de gás carbônico, e, com isto, contribuindo também para outro fenômeno: o efeito estufa.

Observações e estudos científicos levados a efeito nas últimas décadas, principalmente pela NASA – *National Aeronautics and Space Administration*, constataram um adelgaçamento ou rarefação da Camada de Ozônio, notadamente sobre a Antártida quando da primavera austral, o que acabou sendo chamado de "buraco do ozônio", termo tecnicamente incorreto, mas fornece uma idéia à opinião pública sobre a dimensão e gravidade do fenômeno.

A teoria aceita é a de que o ozônio da estratosfera estaria sendo eliminado, em grande parte, pelo cloro presente nas substâncias denominadas clorofluorcarbonos (CFC), muito estáveis e que permanecem na atmosfera por dezenas de anos. Estima-se, inclusive, que uma única molécula de CFC teria a capacidade de destruir até cem mil moléculas de ozônio, razão pela qual uma substância de uso relativamente tão restrito concentra tamanho poder de destruição. Substâncias sintéticas coadjuvantes neste processo seriam algumas outras contendo cloro, como o metil clorofórmio, além dos halons e compostos de bromo.

### 2.2.7 - Aquecimento Global e Efeito Estufa

O *aquecimento global* é o aumento do efeito estufa pela ação humana. O *efeito estufa* (figura 2.2) - aquecimento da atmosfera terrestre em razão de gases que retém os raios infravermelhos da luz solar - é um fenômeno natural que mantém as temperaturas médias do planeta, que seria muito mais frio do que o suportável para a vida como conhecemos (Cortez, 2004).



Figura 2.2 – Esquema de funcionamento do Efeito Estufa (Cortez, 2004).

Ainda conforme Cortez, o efeito estufa permite que a temperatura média do planeta seja próxima de 15° C. Sem este efeito, a maior parte do calor escaparia para o espaço fazendo com que a temperatura média estivesse em torno de – 15° C.

O autor ainda explica que os gases estufa (gás carbônico, metano, diversos CFC's – clorofluorcarbonos e óxido nítrico, dentre outros) são assim chamados porque permitem que a

luz solar atravesse a atmosfera e impedem que o calor escape para o espaço, da mesma forma que uma estufa. A capacidade de impedir a dispersão do calor depende da concentração destes gases, logo quanto maior a sua concentração maior o aquecimento.

Cortez ressalta que o aumento da utilização de *combustíveis fósseis (derivados de petróleo, carvão, turfa, gás natural, etc)* libera CO<sub>2</sub> aumentando a sua concentração na atmosfera. As queimadas e a destruição das florestas também contribuem para o aumento do CO<sub>2</sub> na atmosfera. Na prática, pela queima dos combustíveis fósseis e das florestas, estamos liberando carbono que a natureza havia estocado ao longo do tempo.

### **2.3 –Construção Civil e Meio Ambiente**

A Resolução do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente - Nº 001 de 23/01/96 define Impacto Ambiental como: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sócias e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais”.

O desenvolvimento urbano é responsável por diversos impactos ambientais desde a extração de recursos naturais não-renováveis até o depósito final de seus resíduos indiscriminadamente na natureza. Dessa forma, serão caracterizados aqui as ações de responsabilidade da construção civil sobre o desenvolvimento e construção de edifícios residenciais, institucionais, comerciais e industriais, que delimitam melhor o objetivo desta dissertação.

Baseado na quantidade significativa de resíduos gerados pela construção civil, e considerando a conseqüente degradação ambiental, o CONAMA, através da resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, dispõe sobre o assunto, e define resíduos na construção civil como sendo: “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”.

Quando se avaliam os danos determinados pela atividade construtiva, estes são normalmente classificados quanto a: gradativo esgotamento de matérias primas; dano

ecológico causado pela extração destes materiais; consumo de energia em todos os estágios de produção (incluindo transporte); consumo de água; poluição por ruídos e odores; emissões danosas, entre as quais aquelas diretamente relacionadas à redução da camada de ozônio; aquecimento global e chuvas ácidas; aspectos relativos à saúde humana; risco de desastres; durabilidade e manutenção; re-uso e desperdícios (Sattler, 2003).

Conforme Sattler (2003), o periódico britânico *Green Building Digest* classificava os impactos determinados pela construção em:

**a.** impactos durante a *fase de produção* (extração, processamento e distribuição de produtos), neste grupo estão inseridos: uso de energia, diminuição dos recursos biológicos e não-biológicos, aquecimento global, diminuição da camada de ozônio, emissões tóxicas, chuvas ácidas, oxidantes fotoquímicos;

A fase de construção do empreendimento envolve atividades com maior interferência no ambiente, compreendendo desde alterações nos processos naturais de movimentação de massa, a partir das terraplenagens e obras para execução da infra-estrutura e edificações, até a geração e disposição de entulhos resultantes. A finalização dessa fase constitui, geralmente, a etapa de paisagismo, onde a vegetação também participa enquanto contenção, tal como na proteção ao processo erosivo de vertentes (Freitas, 2001).

**b.** impactos ocorrentes durante a *fase de uso da construção* que compreende a aplicação nos locais, a vida subsequente no local e a disposição final dos produtos e corresponde a: uso de energia, durabilidade/manutenção, reciclabilidade/degradabilidade; prejuízos à saúde.

A ocupação corresponde à última fase considerada do empreendimento habitacional. Porém, diferentemente das anteriores, apresenta uma intervenção contínua e dinâmica no ambiente e deve, portanto, ser constantemente monitorada. Essa fase pode ser dividida em duas etapas, a primeira trata do uso do empreendimento e a segunda de sua eventual ampliação, segundo Freitas (2001) ou conforme Jonh (2000), também de demolição.

É ressaltado por Jonh (2000) que, a redução dos resíduos causados pela demolição depende: do prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto da tecnologia de projeto quanto de materiais; da existência de incentivos para que os proprietários realizem modernizações e não demolições; e de tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

As conseqüências da produção de resíduos pela construção civil para o meio ambiente e as cidades são muitos. Alguns dos impactos são plenamente visíveis, revelam um extenso comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, mas dificilmente podem ser quantificados e ter seu custo historiado. É o caso dos prejuízos às condições de tráfego de

pedestres e de veículos. Já os impactos em relação à drenagem urbana são mais extensos, ocorrendo desde a drenagem superficial, até a obstrução de córregos, um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem (Resíduos de Construção de Demolição, 2005).

Originam-se então impactos imediatos, como necessidade de desobstrução contínua do sistema ou perdas particulares decorrentes de enchentes que se tornam inevitáveis, e impactos de longo prazo, como o resultante da persistente ocupação das áreas naturais, várzeas e outras regiões de baixada, nos ambientes urbanos, que são o sorvedouro da contribuição ocorrente nas áreas impermeabilizadas (Freitas, 2001).

A questão das perdas em processos construtivos vem sendo tratada de forma suficiente no Brasil, em processos de pesquisa cada vez mais abrangentes, sendo aceitável a afirmação de que para a construção empresarial a intensidade da perda se situe entre 20 e 30% da massa total de materiais, dependendo do patamar tecnológico do executor, segundo Pinto (1999) (tabela 2.3).

**Tabela 2.3 – Perdas de materiais em processos construtivos convencionais**

Materiais	Pinto
Concreto Usinado	1,5%
Aço	26%
Blocos e Tijolos	13%
Cimento	33%
Cal	102%
Areia	39%

**Fonte: Pinto (1999, p.17)**

Conforme Pinto (1999 *apud* Paliari 1999), sempre que é consumida uma quantidade maior de material do que a estritamente necessária gera-se uma perda, que pode ser refletida na forma de gastos extras para aquisição de materiais adicionais, no consumo adicional de mão-de-obra para movimentar e aplicar tais materiais e, principalmente, na maior utilização de recursos naturais.

Resumindo dados de vários autores John (2000,p.15), diz que:

“A construção civil consome entre 14% e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta. No Japão, a construção civil consumiu e 1995 cerca de 50% dos materiais que circulam na economia. Este valor permite estimar um consumo de 9.4 ton/hab.ano de materiais de construção. No Reino Unido a construção consome cerca de 06 ton/hab.ano e 250 milhões a 300 milhões de toneladas/ano de agregados. Nos EUA, o consumo de agregados pela construção civil é de 7,5 ton/hab.ano. O consumo anual de mais de 2 bilhões de toneladas representa cerca de 75% dos materiais consumidos na economia norte-americana”.

Uma forma de prever os possíveis impactos ambientais gerados pela implantação de uma edificação consiste no Estudo de Impacto Ambiental – EIA - que seria um instrumento técnico-científico de caráter multidisciplinar, capaz de definir, mensurar, monitorar, mitigar e corrigir as possíveis causas e efeitos, de determinada atividade, sobre determinado ambiente materializado-o num documento, denominado de Relatório de Impacto ao Meio Ambiente - RIMA.

O EIA propõe que quatro pontos básicos sejam primeiramente entendidos, para que depois se faça um estudo e uma avaliação mais específica. São eles:

- 1 - Desenvolver uma compreensão daquilo que está sendo proposto, o que será feito e o tipo de material usado;
- 2 - Compreensão total do ambiente afetado. Que ambiente (biogeofísico e/ou sócio-econômico) será modificado pela ação;
- 3 - Prever possíveis impactos no ambiente e quantificar as mudanças, projetando a proposta para o futuro;
- 4 - Divulgar os resultados do estudo para que possam ser utilizados no processo de tomada de decisão;

### **2.3.1 – A Construção Civil no Nordeste**

A construção civil é uma das principais cadeias produtivas do Brasil, responsável por grande parte da absorção de mão-de-obra não qualificada. De acordo com Siczú e Lima (2002) devido a uma pressão de demanda, consequência de um déficit de habitação, o conjunto das empresas do setor apresenta baixo grau de conscientização em itens como modernização da gestão, gestão de qualidade, avanço tecnológico, formação de mão-de-obra e a obediência às normas técnicas, e impactos com o meio ambiente. Ainda conforme os autores, entre as carências tecnológicas mais evidentes no segmento, encontra-se a necessidade de difusão de novas tecnologias e de métodos gerenciais que levem à redução dos altos índices de desperdício, estimados em 30%. Ao lado disso, faz-se necessário implantar programas que melhorem a capacitação dos trabalhadores, o que passa pela alfabetização e pelo ensino profissionalizante.

Siczú e Lima (2002) afirmam que a construção civil no Nordeste é um setor marcado pelo tradicionalismo onde predominam baixos índices de automação e de qualificação, tanto gerencial quanto de mão-de-obra, além do uso de práticas e equipamentos pouco atualizados tecnologicamente. Esse padrão tradicional característico do segmento tem implicações

econômicas, traduzidas em desperdício e baixas produtividades, mas também ambientais pelo uso freqüente e predatório da lenha como combustível e pela inutilização dos espaços das jazidas, ressalvadas as exceções, em vista do uso de tecnologias inadequadas.

Algumas considerações sobre a geração de resíduos provenientes da construção civil em 02 (duas) capitais do Nordeste:

- **Recife/PE** - A geração de resíduos da construção civil na cidade do Recife atinge uma média de 16 mil toneladas/mês. Como a maioria das cidades brasileiras, Recife é carente de áreas para a destinação final desses resíduos, assim como não dispõe de usinas para o beneficiamento dos mesmos. Por isso, os aterros clandestinos espalham-se por diversos pontos da cidade, acarretando graves problemas ambientais, como o despejo do material em áreas impróprias, em zonas de preservação ambiental como margens de rios, leitos de canais e nos manguezais, provocando diversos problemas ambientais. A partir de 1998, a coleta, transporte e disposição dos resíduos da construção civil sofreu modificações no seu gerenciamento, através do Decreto Municipal nº 18.082/98, que regulamenta a Lei Municipal nº 16.377/98 (Prefeitura do Recife, 2005).
- **Salvador/BA** – De acordo com o Jornal *Correio da Bahia* (2004), a produção média de entulho da capital baiana chega a 2.750 toneladas por dia. Em 2002, com a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que dispõe sobre a destinação final dos resíduos sólidos da construção civil, uma maior atenção foi dispensada ao assunto. Dois pontos básicos norteiam a questão: a necessária redução do volume de material utilizado nos processos de construção e a possível reciclagem desses resíduos, levando em conta que é proibido deixar o entulho nas ruas. Baseada no Código de Polícia Administrativa (lei municipal 5503/99), a Superintendência de Controle e Ordenamento do Uso do Solo do Município (Sucom) explica que a via pública não deve sofrer danos referentes ao lançamento de água, óleo ou restos de obras. A pessoa responsável ou a construtora que realiza a obra tem a obrigação de remover o entulho. Dados recentes, extraídos de uma pesquisa realizada pelo engenheiro civil Alex Carneiro (professor da disciplina Tecnologia Limpa, do curso de Qualidade das Construções, da Unifacs) divide, por percentagem, os componentes do lixo decorrente da construção civil em Salvador (tabela 2.4).

**Tabela 2.4 – Composição dos resíduos da construção civil em Salvador**

Material	Porcentagem
Concreto e Argamassa	53%
Solo e Areia	27%
Cerâmica Vermelha	9%
Rochas	5%
Cerâmica Branca	5%
Plástico	4%
Outros	2%

Fonte: Correio da Bahia (2004).

## 2.4 – Sustentabilidade na Construção Civil

A construção sustentável é um conceito evolucionário determinado pelo contexto e pela tecnologia (Holcim Awards, 2004). Esta definição vem sendo solidificada ao longo destes 40 últimos anos, através da inserção e absorção dos parâmetros estabelecidos – isso ocorre muitas vezes por pressões externas, inclusive legais e regulamentares - de desenvolvimento sustentável pela indústria da construção civil. O resultado disso é a verificação no processo de desenvolvimento de projetos, observados a partir de definições como o *Green Design* (British Columbia, 2000). Esta forma de produção de empreendimentos assegura que os impactos ambientais no projeto, construção e operação de um edifício podem ser minimizados sem interferir no atendimento das necessidades dos usuários.

“A sustentabilidade na construção nada mais é do que o uso racional dos recursos para atender as necessidades humanas. A sociedade está atenta a isso, portanto, há demanda para projetos que atendam a esta preocupação”. (Carlos Eduardo Garrocho de Almeida - Diretor comercial da *Holcim Foundation for Sustainable Construction*).

Conforme Silva (2003, p.33), os *Green Buildings* estão encaixados dentro de um tema maior que é a *Construção Sustentável*. De acordo com a autora, “o termo *green* refere-se exclusivamente à dimensão ecológica (ou sustentabilidade ambiental) da construção sustentável, que é um conceito mais abrangente, que contempla ainda as dimensões social e econômica”. A grande maioria dos autores considera que o termo engloba os três aspectos, os tripés da sustentabilidade.

Partindo da premissa defendida por Silva (2003) e embasado na história do desenvolvimento sustentável, relatada no tópico 2.1(p.09) deste trabalho, que envolve a crise do Petróleo em 1970, a publicação do relatório *Brutland* em 1987, bem como a Rio’92 e a

agenda 21 iremos caracterizar o surgimento dos edifícios ecologicamente corretos, bem como as suas características e benefícios.

#### 2.4.1 – Histórico dos Edifícios Ecologicamente Corretos ou *Green Buildings*

Os *Green Buildings* são edificações que podem ser definidas, principalmente, a partir da utilização de fontes de energias alternativas, menor emissão de poluentes, uso de materiais recicláveis, sistemas de reciclagem das águas, maximização da iluminação natural, preservação de áreas verdes ou nativas, e adequada qualidade do ar interno (Pennsylvania Department of Environmental Protection, 1999).

O mais antigo edifício verde data do século XIX. O *Palácio de Cristal* em Londres (figura 2.3) e a *Galleria Vittorio Emanuele* em Milão (figura 2.4) usavam sistemas de design verde passivo, tais como ventiladores de telhado e câmaras de ar-frio subterrânea (University of Sarasota, 2004).



**Figura 2.3 – Palácio de Cristal em Londres. Edifício do século XIX que usava parâmetros ecologicamente corretos. Fonte: University of Sarasota, 2004.**



**Figura 2.4 – Galleria Vitório Emanuele em Milão. Possuía sistema de *design* verde passivo. Fonte: University of Sarasota, 2004**

Conforme Kibert (2004), a recente história dos esforços americanos para a produção de *green buildings* pode ser percebida através de vários eventos que ocorreram na década de 90, entre eles o encontro da União Internacional dos Arquitetos (UIA), e do Instituto Americano dos Arquitetos (AIA) em Chicago em 1993. Um dos resultados do Congresso

Mundial dos Arquitetos (UIA/AIA) foi a Declaração de Interdependência para um Futuro Sustentável.

Subseqüente ao AIA formou-se o Comitê do Meio Ambiente. A USGBC (*United State Green Building Council*) originou-se em 1993 em Washington D.C e celebrou a primeira reunião em 1994. Este conselho foi a primeira organização para *green buildings* dos EUA. Paralelamente aos esforços americanos outros países vinham emergindo e interagindo (Kibert, 1994).

Conforme Silva (2003), observou-se a necessidade de avaliar o desempenho dos edifícios que adotavam os padrões ambientais. O primeiro sistema de avaliação de green buildings britânico BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) foi desenvolvido em 1992 e criado pelo BRE (*Building Research Establishment*) que é a instituição de pesquisa em edifícios do Reino Unido. Nesta mesma época, vários grupos de tarefas dentro de uma organização de rede de trabalho para pesquisa internacional, o *Conseil International du Batiment* (CIB) – que incluía como membros pesquisadores, universitários e corporações - sediado em Rotterdã, foram formados em 1992, merecendo destaque o Grupo de Tarefa 8 (Avaliação de Edifícios) e o Grupo de Tarefa 16 (Construção Sustentável). Em 1994, esses grupos de tarefas organizam encontros internacionais emergindo empenhos do Reino Unido, e Tampa na Flórida (EUA).

Em 1992 - visando “estabelecer um padrão comum de avaliação, além de promover integração, ser um guia para o desenho “verde” e sustentabilidade dos edifícios, estimular a competição “verde”, divulgar os benefícios dos “green building” para os consumidores, e transformar a indústria dos edifícios” (USGBC, 2003) – o USGBC iniciou os primeiros esforços para produzir um sistema de avaliação de desempenho ambiental para edifícios nos EUA e foi chamado de LEED™ (*Leadership in Energy and Environment Design*). Esta metodologia era baseada no BREEAM. Ao mesmo tempo era desenvolvido um padrão ambiental em edifícios pela Sociedade Americana para Teste de Materiais (ASTM) (Kibert, 1994).

Recentemente os projetos “verdes” têm emergido através das metodologias de avaliação baseadas em créditos e categorias (veja capítulo 03 para mais detalhes). De acordo com Moore (2003), a regulamentação dos edifícios imposta pelo governo em muitas nações européias oferecem incentivos para a construção nos parâmetros sustentáveis. Grupos de interesses e ecologistas apresentaram uma pesquisa indicando que a produtividade do trabalhador é muito mais alta em *green buildings* do que em escritórios ou fábricas

convencionais. Estes resultados ajudaram a expandir o desenvolvimento sustentável nos EUA, aonde a economia capitalista tende a responder a oportunidades.

A partir do BREEAM e do LEED™ outros países, como por exemplo Canadá, China e França, desenvolveram suas próprias metodologias de avaliação, considerando as suas peculiaridades climáticas, econômicas e sociais. Estas metodologias serão mais detalhadas no próximo capítulo.

#### 2.4.2 – Características dos Edifícios Ecologicamente Corretos

“55% da madeira cortada é usada para construção; 40% dos materiais e energia do mundo são utilizadas nos edifícios; e 30% dos novos edifícios ou que foram reformados “sofrem da síndrome do edifício doente”, expondo os ocupantes à materiais tóxicos, ventilação precária e condições de iluminação insuficiente” (Costelo, 2004).

Será discorrida aqui uma caracterização mais abrangente dos itens que compõe os *Green Building*:

- **Projeto:** Um integral e holístico método é adotado para otimização do desempenho de arquitetura, estrutural e de serviços do edifício (GHD, 2005).
- **Local:** O meio ambiente natural do local é protegido ou mesmo igualado para manutenção dos níveis de biodiversidade. As opções de transporte alternativo, tais como bicicletas, são incorporados (GHD, 2005). Nesta categoria são considerados os impactos que podem ser causados no terreno escolhido, e mesmo em seu entorno, abordando questões de controle de erosão, estimulação da construção em áreas degradadas, com infra-estrutura precária ou atingidas por contaminação ambiental. Além disso, itens como combustíveis alternativos presentes na região ou país, também fazem parte desta categoria (Usgbc, 2003).
- **Orientação e Configuração:** Os recursos locais existentes (tais como árvores para sombras e características topográficas para massa térmica) são explorados, e os edifícios são orientados para o acesso solar e para a posição dos ventos predominantes. Configurações são flexíveis e deve-se considerar os alternativos usos futuros (GHD, 2005).
- **Energia e Atmosfera:** Utilizar um software simulador de energia para prever o desempenho e alcançar o design ótimo das estruturas e serviços dos edifícios (GHD, 2005). Além disso, este tópico visa estabelecer um nível mínimo de consumo

energético para as edificações, além de substituir os equipamentos que emitem poluentes e contribuem para a degradação da camada de ozônio. Também propõe o uso de tecnologias que possibilitem a renovação de energia, a partir da utilização de combustíveis fósseis (Usgbc, 2003).

- ***Materiais e Recursos:*** Esta categoria visa diminuir a destinação de lixo dos ocupantes dos edifícios para os aterros, além de englobar um critério importante que é o ciclo de vida dos empreendimentos, considerando a reutilização dos edifícios existentes. Itens como a geração de resíduos de construção e a sua reutilização, bem como a utilização de materiais produzidos no local ou próximo a fim de evitar impactos com transporte, e o uso de materiais renováveis, como madeira com ciclo de reflorestamento menor, também são questões abordadas (Usgbc, 2003).
- ***Fachadas dos Edifícios:*** As fachadas dos edifícios podem ser eficientes energeticamente a partir de utilização de luz solar, ganhos de luz e da ventilação natural. O ganho de luz é controlado através de dispositivos para obscurecer e, onde possível, a fachada pode incorporar painéis fotovoltaicos (GHD, 2005).
- ***Ventilação:*** A ventilação natural e os sistemas de distribuição de volume de ar são utilizados quando possíveis. A qualidade do ar é monitorada (GHD, 2005).
- ***Água:*** Categoria que visa diminuir o fornecimento de água potável pela rede municipal, estimulando a adoção de reciclagem das águas servidas, através das tecnologias existentes, e a sua utilização para irrigação, lavagem de carros, estacionamento. Além disso, as novas tecnologias para consumo de águas residuárias evitam o desperdício a partir da utilização de chuveiros com restritor de vazão, que fornece economia de 30%, bacias sanitárias com caixas de descarga, que diminuem em 50% o desperdício. Um outro aspecto refere-se ao aproveitamento das águas das chuvas, e aos sistemas existentes para captá-las (Usgbc, 2003).
- ***Iluminação:*** Maximizar a luz do dia através de átrios, por exemplo. Minimizar a carga de iluminação utilizando lâmpadas e instalações de alta eficiência (GHD, 2005).
- ***Sistemas Mecânicos:*** Usar técnicas de ciclo de vida para otimizar os sistemas de controle e capacidade dos equipamentos, e explorar o uso de recursos energéticos renováveis tais como solar, geotermal e eólica para reduzir o uso de recursos energéticos baseados em combustíveis fósseis. Evitar sistemas que contêm poluentes tais como CFCs, Halons ou HCFC (GHD, 2005).
- ***Qualidade Ambiental Interna:*** Esta é uma categoria importante porque para edifícios ambientalmente corretos, a preocupação não se restringe apenas aos aspectos de

construção e ao produto final que é o edifício, mas também ao bem-estar do usuário que irá habitar tais empreendimentos. Sendo assim, a qualidade do ar que irá circular internamente, a adoção de soluções que minimizem a entrada de ruídos, são consideradas aqui, assim como, evitar processos de construções e reformas através da utilização de instalações duradouras. Ainda estão incluídos a utilização da iluminação natural, e a introdução da luz solar nos ambientes (Usgbc, 2003).

Em termos gerais, e conforme *Corus Construction Center* (2003), os benefícios da construção sustentável envolvem 03 (três) níveis: benefícios estratégicos, operacionais e econômicos.

Quanto aos **benefícios estratégicos**: evita possíveis danos de reputação e riscos; evita riscos legais e as conseqüentes penalidades; aumenta o valor do empreendimento; e promove uma vantagem competitiva.

Os **benefícios operacionais** referem-se a: economia de custos devido à eficiência dos materiais; redução dos custos e do consumo de energia e água; edifícios flexíveis e passíveis de adaptação prolongando o seu tempo de vida.

Por fim, os **benefícios econômicos**: os empreendimentos são mais atrativos a clientes e investidores que incorporam a política de responsabilidade; fornece aos empreendimentos características mais atraentes e flexíveis agregando maior valor, possibilitando uma maior taxa de ocupação, baixos custos de operação e manutenção.

## 2.5 – Considerações Finais

Este capítulo forneceu um embasamento, contextualização e evolução dos edifícios ecologicamente corretos, desde os problemas de exaustão de pessoas, consumo, resíduos e descartes nas cidades - verificados principalmente após a revolução industrial – e agravados no século XX – impulsionado pelo capitalismo. No último século, a percepção que a exploração em demasia dos recursos naturais, as emissões de poluentes, o descarte de resíduos na natureza, entre outros danos, poderia interferir negativamente no desenvolvimento das gerações futuras, levou ao estabelecimento do conceito de desenvolvimento sustentável. Esses parâmetros foram incorporados a construção civil - um dos principais setores responsáveis por impactos ambientais – dando origem aos *green buildings*.

No próximo capítulo será discorrido sobre as metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios, que surgiram a partir da necessidade de estabelecer

padrões para os edifícios verdes e atualmente funciona como uma certificação, o que proporciona uma competição no setor imobiliário.

## Capítulo 3

# As Diversas Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios

Como descrito no capítulo anterior a necessidade de avaliar os edifícios sustentáveis deu origem as metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios. Estas ferramentas avaliam as edificações através de critérios e sub-critérios pré-estabelecidos, atribuindo aos empreendimentos uma classificação final. Além disso, auxiliam os engenheiros, projetistas e responsáveis pelo desenvolvimento urbano a elaborar edifícios sob os parâmetros da sustentabilidade.

Neste capítulo as metodologias existentes para os diversos países serão caracterizadas, e fornecerão embasamento para a elaboração da proposta metodológica adequada à realidade do Nordeste brasileiro.

### 3.1 – O Estado da Arte das Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios

De acordo com Silva (2003), originalmente desenvolvido na esfera de avaliação de impactos de produtos, o conceito de análise do ciclo de vida que definiu-se por “*estados consecutivos e interligados de um produto, desde a extração de matérias-primas ou transformações de recursos naturais, até a deposição final do produto*” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001), forneceu a base conceitual para o desenvolvimento das metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 na Europa, nos EUA e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da UNCED do Rio de Janeiro.

A tabela abaixo, desenvolvida por Silva (2003), mostra as metodologias existentes, desenvolvidas por diversos países (quadro 3.1).

**Quadro 3.1 – Principais metodologias existentes desenvolvidas por cada país**

País	Sistema	Comentários
------	---------	-------------

Reino Unido	<b>BREEAM</b> (BRE Environmental Assessment Method)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , para várias tipologias de edifícios. Um terço dos itens avaliados são parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um <i>índice de desempenho ambiental</i> do edifício. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) (BALDWIN <i>et al.</i> , 1998).
	<b>PROBE</b> (Post-occupancy Review of Building Engineering)	Projeto de pesquisa para melhorar a retroalimentação sobre desempenho de edifícios, através de avaliações pós-ocupação (com base em entrevistas técnicas e com os usuários) e de método publicado de avaliação e relato de energia (COHEN <i>et al.</i> , 2001).
Estados Unidos	<b>LEED</b> (Leadership in Energy and Environmental Design)	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 modificados para refletir a etapa de operação do edifício (USGBC, 2001).
	<b>MSDG</b> (Minnesota Sustainable Design Guide)	Sustainable Design Guide) Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável). Ferramenta de auxílio ao projeto (CARMODY <i>et al.</i> 2000).
Internacional	<b>GBC</b> (Green Building Challenge)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos. Ponderação ajustável ao contexto de avaliação (COLE;LARSSON, 2000).
Hong Kong	<b>HK-BEAM</b> (Hong Kong Building Environmental Assessment Method)	Adaptação do BREEAM 93 para Hong Kong, em versões para edifícios de escritórios novos (CET, 1999a) ou em uso (CET, 1999b) e residenciais (CET, 1999c). Não pondera.
Alemanha	<b>EPIQR</b>	Avaliação de edifícios existentes para fins de melhoria ou reparo (LÜTZKENDORF, 2002)
Suécia	<b>EcoEffect</b>	Método de LCA para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia <i>uso de energia, uso de materiais, ambiente interno, ambiente externo e custos ao longo do ciclo de vida (LCC2)</i> . A avaliação de uso de energia e de uso de materiais é feita com base em LCA; enquanto a avaliação de <i>ambiente interno</i> e de <i>ambiente externo</i> é feita com base em critérios. Um software de apoio, no momento com base de dados limitada, foi desenvolvido para cálculo

		dos impactos ambientais e para apresentação dos resultados (GLAUMANN, 1999)
	<b>Environmental Status of Buildings</b>	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , modificado segundo as necessidades dos membros. Sem LCA ou ponderação.
Dinamarca	<b>BEAT 2002</b>	Método de LCA, desenvolvido pelo SBI3, que trata os efeitos ambientais da perspectiva do uso de energia e materiais. (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Noruega	<b>EcoProfile</b>	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Possui duas versões: edifícios comerciais e residenciais (PETTERSEN, 2002; GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Finlândia	<b>PromisE Environmental Classification System for Buildings</b>	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , com ponderação fixa para quatro categorias: saúde humana (25%), recursos naturais (15%), consequências ecológicas (40%) e gestão de risco (20%) (AHO, 2002; HUOVILA <i>et al.</i> , 2002).
Canadá	<b>BREEAM Canadá</b>	Adaptação do BREEAM (SKOPEK, 2002)
Áustria	<b>Comprehensive Renovation</b>	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , para residências para estimular renovações abrangentes em vez de parciais (GEISLER, 2002).
França	<b>ESCALE</b>	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Pondera apenas os itens nos níveis inferiores. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado por sub-perfis (CHATAGNON <i>et al.</i> , 1998)
Japão	<b>CASBEE</b> (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. Inspirada na GBTool, a ferramenta de projeto trabalha com um <i>índice de eficiência ambiental</i> do edifício (BEE), e aplica ponderação fixa e em todos os níveis (JSBC, 2002).
	<b>BEAT</b> (Building Environmental Assessment Tool)	Environmental assessment Ferramenta LCA publicada pelo BRI (Building Research Institute), em 1991.
Austrália	<b>NABERS</b> (National Australian Building Environment Rating Scheme)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Para edifícios novos e existentes. Atribui uma classificação única, a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Em estágio-piloto. Os níveis de classificação são revisados anualmente (VALE <i>et al.</i> , 2001)

Fonte: Silva (2003).

### 3.2 – Análise das Metodologias

Para fins deste estudo foram selecionadas 06 (seis) metodologias existentes na literatura que fornecerão embasamento - através de critérios, sub-critérios, categorias, forma

de avaliação e pontuação - para a elaboração da proposta metodológica desenvolvida para a região Nordeste do Brasil, que será apresentada no capítulo 05.

Para seleção dos sistemas a serem analisados foram levados em consideração, principalmente, o idioma de cada metodologia; a disponibilidade de informações bibliográficas; o país ou continente em que estes esquemas foram elaborados, além de forma de avaliação, categorias, critérios e sub-critérios adotados como referência por cada método.

Sendo assim, antes de caracterizar cada metodologia, os sistemas existentes serão separados agrupados conforme algumas características semelhantes, a fim de facilitar a análise.

Dessa forma, as metodologias LEED™, BREEAM e PIMWAQ, classificam-se em um primeiro grupo, visto que foram implementadas para um único país, sendo, por isso, apenas aplicáveis a essas condições locais (Cepinha & Rodriguez, 2003). Além disso, possuem estrutura simples, de fácil compreensão e absorção pelos projetistas e, utilização de *checklist*.

Em contraponto, o GBC enquadra-se em um segundo grupo, apresentando uma estrutura que inclui as diferenças entre os vários países e mesmo no interior de cada um deles, permitindo, a valorização das peculiaridades e fatores típicos, numa dada região, além do ajuste dos pesos em vários parâmetros (Cepinha & Rodrigues, 2003). Este método é voltado para a pesquisa, a partir de um desenvolvimento metodológico e fundamentação científica (Silva, 2003).

O terceiro grupo de metodologias, refere-se as que possuem acesso “*on-line*”, além de serem ferramentas de auto-avaliação, visto que o usuário submete o edifício, ele próprio responde o questionário, e espera o resultado que lhe será enviado. Nesta classificação encontram-se o NABERS e o *Green Globes*.

### **3.2.1 – BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method***

A metodologia BREEAM começou a ser desenvolvida em 1988, quando BRE (*Building Research Establishment*), Stanhope Properties plc., e ECD *Energy and Environment* juntaram forças para desenvolver um método de avaliação ambiental para novos empreendimentos. Em 1993, o BREEAM foi revisado e atualmente está corrente a terceira versão, BREEAM 98 (British Council for Offices, 2000).

O BREEAM é uma ferramenta que permite aos proprietários, usuários, e designers de edificações rever e melhorar o desempenho ambiental através da vida de um edifício. É uma metodologia amplamente aceita e respeitada, sendo adaptada para países como Canadá, Hong

Kong, Nova Zelândia, que agrupa um *benchmark* para o desempenho ambiental e fornece uma gama de benefícios.

Existem várias versões do BREEAM, cada qual desenvolvida para se adequar a um tipo particular de edifício, são elas, (Breeam, 2003):

- *BREEAM for Offices*: criado para novos edifícios de escritórios, existentes e em uso;
- *EcoHomes*: versão para residências novas ou reformadas;
- *Superstores - Grandes Magazines*: apenas para novos edifícios;
- *Industrial Units* – Unidades Industriais: apenas para novos edifícios;
- *Bespoke BREEAM*: adequada para tipos não usuais de edificações não incluídos nos citados acima.

A avaliação do BREEAM ocorre de formas distintas. Para edifícios novos ou submetidos a reformas e adaptações quanto aos parâmetros “verdes”, além dos critérios de desempenho do edifício (tabela 3.1), serão consideradas questões referentes a *Projeto e Execução*. E para edifícios existentes e em uso, serão considerados os critérios básicos de desempenho, bem como os itens referentes a *Operação e Gestão* (Silva, 2003).

**Tabela 3.1– Critérios de desempenho e questões atribuídas por categoria**

Critérios de Desempenho	Questões atribuídas por categoria
Gerenciamento	Políticas e procedimentos
Saúde e Bem Estar	Fatores externos e internos
Operação e Energia	CO2, emissões e controle
Transporte	CO2, emissões
Água	Consumo e Desperdício
Materiais	Implicações ambientais quanto a seleção dos materiais

Fonte: British Concil for Offices, 2000.

De acordo com Skopek (1997), diretor da ECD (Energia e Meio Ambiente do Canadá), essa diferenciação entre partes é importante, pois: “É possível ter um edifício mais velho no qual a eficiência energética não seja boa, mas é extremamente bem gerenciado”.

A metodologia utiliza um *checklist*, baseado em questionários e, são concedidos créditos ambientais, considerando seus devidos pesos, que são os fatores de ponderação, para cada área de acordo com o seu desempenho. A ponderação desses créditos produz o chamado “índice de desempenho ambiental”, o EPI (Breeam, 2003). A partir desse índice, é determinado o nível de classificação obtido pela edificação.

Tal avaliação possui as seguintes categorias: Aprovado, Bom, Muito Bom; Excelente, dependendo do percentual alcançado em cada critério (British Concil for Offices, 2000).

Um ponto positivo nesse sistema é que, ao contrário do LEED™, cada uma das áreas possui um fator de peso, atribuindo maior importância àquelas que são mais peculiares ao contexto local, ou seja, se para determinada região o *uso de energia* for um fator significativo, a ponderação, e portanto a classificação final, irá considerar esse critério.

### 3.2.2 – LEED™ - *Leadership in Energy and Environment Design*

O LEED™ é uma ferramenta para avaliar edifícios desenvolvidos sob os parâmetros “verdes”. Os estudos para a criação deste método foram iniciados em 1996, pela USGBC visando “estabelecer um padrão comum de avaliação, além de promover integração, ser um guia para o desenho “verde” e sustentabilidade dos edifícios, estimular a competição “verde”, divulgar os benefícios dos “green building” para os consumidores, e transformar a indústria dos edifícios” (Usgbc, 2003).

A primeira versão do sistema LEED™ foi desenvolvida pelo USGBC em 1998, a Versão 1.0, também conhecida como “Projeto Piloto”. Em Março de 2000 foi lançada a Versão 2.0 (LEED™ 2.0 *Reference Guide*). E em 2002, foi apresentada a Versão 2.1.

De acordo com Usgbc (2002), o sistema certifica edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos e em então atribui crédito baseado em uma lista de objetivos pré-selecionada. Quatro diferentes níveis de certificação de edifícios verdes são concedidos (tabela 3.2), baseados em um total de pontos obtidos em 06 categorias.

**Tabela 3.2– Categorias e pontuação atribuída**

Categoria	Máximo de pontos permitido por categoria
1. Localização Sustentável	14 pontos
2. Eficiência do Uso da Água	05 pontos
3. Energia e Atmosfera	17 pontos
4. Materiais e Recursos	13 pontos
5. Qualidade Ambiental Interna	15 pontos
6. Inovação e Processo de Design	05 pontos

**Fonte: USGBC (2002)**

Os edifícios podem obter um dos quatro níveis de classificações atribuídas pelo LEED™ (tabela 3.3):

**Tabela 3.3– Níveis de Classificação**

Níveis de Classificação	Pontuação
Certificado	26 a 32 pontos
Certificado Prata	33 a 38 pontos
Certificado Ouro	39 a 51 pontos
Certificado Platina	52 ou mais pontos

Fonte: USGBC (2001)

Para cada categoria avaliada 01 (um) pré-requisito é adotado como parâmetro principal, e assim definido os respectivos objetivos, (Usgbc, 2002):

- Quanto à **Localização Sustentável**: controlar a erosão e reduzir os impactos negativos na água e qualidade do ar. Adotar um plano de controle da sedimentação e erosão para o terreno do projeto durante a construção.
- Quanto à **Eficiência da Água**: Diminuir o consumo de água, desenvolvendo sistemas eficientes de irrigação e re-uso, além de um programa de reeducação do uso da água.
- Quanto à **Energia e Atmosfera**: Verificar e assegurar os elementos essenciais aos edifícios e que os sistemas sejam projetados instalados e calibrados para operar como objetivado.
- Quanto a **Materiais e Recursos**: Facilitar a redução do desperdício gerado pelos ocupantes do edifício.
- Quanto à **Qualidade Ambiental Interna (QAI)**: Estabelecer um desempenho mínimo da qualidade do ar interno (QAI) para prevenir o desenvolvimento dos problemas em edificações provenientes do QAI , mantendo a saúde e bem estar dos ocupantes.
- Quanto à **Inovação e Processo de Design**: A utilização dos critérios supracitados não deve constituir um empecilho à criação do projetista.

Um ponto destacável neste método é a sua estrutura simples, compreensível e facilmente ajustável. Porém, a não ponderação dos pontos, faz com que, um edifício que tenha obtido boa pontuação em determinada categoria, e atingido o mínimo de desempenho permitido em outra, possa obter uma boa classificação final, refletindo apenas o desempenho geral do edifício.

### **3.2.3 – GBC – *Green Building Challenge***

A metodologia *GBTool* é a ferramenta de avaliação do *Green Building Challenge* (GBC), e foi desenvolvida através de um processo internacional iniciado em 1996. A proposta consiste em um sistema hierárquico de critério de avaliação ambiental de edifícios, buscando

um comparativo internacional, ou seja, é um tipo de consórcio com a participação de mais de 20 países, que seleciona e analisa o desempenho ambiental, além dos impactos gerados por edifícios. O software está sendo desenvolvido pela *Natural Resources Canada* juntamente com o grupo GBC dos países e não pode ser utilizado para fins comerciais (Cole, 2002).

Ainda conforme Cole (2002), os primeiros resultados obtidos neste processo foram apresentados na conferência *Green Building Challenge '98*, com a participação de 14 países. Posteriormente, e como se trata de um processo onde se busca a melhoria contínua, realizaram-se mais duas conferências, *Sustainable Building 2000* e, mais recentemente, *Sustainable Building '02* estando envolvidos nessa última mais de 20 países. Atualmente, ocorre a quarta fase do processo, cujos resultados serão apresentados em 2005 no Japão.

As vertentes para avaliação desse sistema consistem basicamente nos seguintes tópicos: consumo de recursos, cargas ambientais, qualidade ambiental interna, qualidade do serviço, economia, gerenciamento das pré-operações, e transporte (tabela 3.4).

**Tabela 3.4 - Categorias de desempenho e as questões consideradas**

<b>Categorias</b>	<b>Questões Consideradas</b>
1. Consumo de Recursos	Energia/ Terra/ Água / Novos Materiais/ Reutilização do Edifício
2. Cargas Ambientais	Gases com Efeito de Estufa / Substâncias que afetam a Camada de Ozônio, Gases Acidificantes, Gases Foto-Oxidantes, Resíduos Sólidos, Efluentes Líquidos, Impactos Locais
3. Qualidade Ambiental Interna	Qualidade do Ar/ Conforto Térmico/ Iluminação Ruído e Acústica/ Campos Eletromagnéticos
4. Qualidade do Serviço	Adaptabilidade, Controlabilidade, Manutenção do Desempenho, Visibilidades, Comodidades, Impactos
5. Economia	Ênfase no Ciclo de Vida
6. Manutenção e Operações Prévias	Medidas de Controle na Construção, Desempenho, Planejamento das Operações
7. Transportes Diários	Transporte

Fonte: Cole (2002).

Em relação à avaliação, para cada nível de critérios e sub-critérios, quando existirem, haverá uma escala de desempenho. O edifício em questão é comparado com o edifício referência, que constitui o nível zero (0) nessa escala, sendo este então, o nível mínimo de aceitação permitido (figura 3.1), ao qual serão confrontados os critérios dos edifícios submetidos à avaliação (Cepinha & Rodrigues, 2003). Os resultados são apresentados em forma de gráficos, ou relatórios que podem ser utilizados como uma rotulagem ambiental.

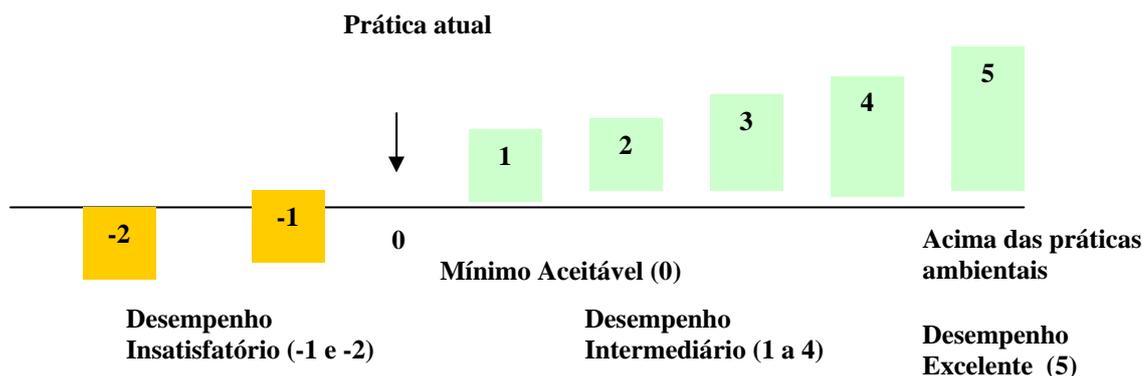


Figura 3.1 – Escala de Desempenho do *GBTool* (Cepinha & Rodriguez, 2003).

O ponto forte do método consiste na aplicabilidade a diversos tipos de edifícios, em diferentes estados de desenvolvimento e regiões.

### 3.2.4 – NABERS – *National Australian Building Environmental Rating System*

Este modelo é um projeto australiano, desenvolvido por *Auckland Sevices Limited*, Universidade da Tasmânia e *Exergy Australia Pty Ltda*, e deriva dos métodos BREEAM e LEED™, além da experiência australiana em sistemas energéticos e ambientais. O sistema atual inclui avaliação para edifícios de escritórios e residenciais (Raia, 2003).

Ainda conforme (Raia, 2003), o NABERS pode ser definido como “um sistema de avaliação baseado no desempenho que mede a performance ambiental dos edifícios existentes durante a operação”. A avaliação é realizada em duas partes: uma medida referente ao desempenho do próprio edifício e outra de acordo com o comportamento do usuário ou ocupante e seus níveis de satisfação com o edifício. Dessa forma, podem ser identificadas claramente as questões críticas referentes ao edifício, como aspectos como localização, *design*, operação e manutenção, bem como para os usuários individualmente. Algumas categorias dizem respeito tanto ao edifício quanto ao usuário.

O método avalia os edifícios com base nos impactos operacionais incluindo energia, refrigeração (potencial de degradação da camada de ozônio, por exemplo), água, captação das águas das chuvas e poluição, esgoto, diversidade da paisagem, transporte, qualidade do ar interno, satisfação dos usuários, matérias tóxicos e desperdício. A avaliação depende do tipo do edifício em questão (tabela 3.5).

**Tabela 3.5 - Áreas abordadas para atribuição de créditos e principais objetivos**

Objetivos	Categorias
Quantificar o impacto ambiental dos edifícios;	Solo;
	Materiais;
Melhorar o desempenho ambiental dos edifícios;	Energia;
	Água;
Reduzir/eliminar os efeitos adversos sobre o ambiente natural associados à aquisição e operação em edifícios.	Recursos;
	Ambiente Interno;
	Recursos;
	Transporte;
	Resíduos

Fonte: Miranda e Coelho (2002).

Para a avaliação, o usuário preenche uma planilha eletrônica com uma lista de perguntas, no formato Excel, disponível na Internet. Conforme (Raia, 2003), o único critério que necessita de especialista para ser respondido é referente à qualidade interna do ar.

Cada resposta está associada a um número de estrelas, configurando um valor específico por categoria. Assim, o resultado final é uma ponderação de todos os resultados. Quando o sistema é usado para comparar edifícios, além da classificação global existe a classificação por área. (Miranda e Coelho, 2002).

Neste método, destaca-se a possibilidade de auto-avaliação on-line e a existência de uma classificação global e uma por área.

### 3.2.5 – PIMWAQ

É um sistema desenvolvido na Finlândia, apresentado em 1998, elaborado inicialmente para novos edifícios residenciais localizados na área Viikki. Este local é uma das quatro áreas da Universidade de Helsinki, caracterizando um espaço de testes. Em Viikki, todos os projetos devem reunir os requisitos básicos desta metodologia de avaliação para conseguir permissão para a construção (Bequest Toolkit, 2001).

A sigla PIMWAQ representa as iniciais dos sobrenomes de seus criadores: Alltonen-Gabrielsson-Inkinen-Majurinen-Pennanen-Wartiainen (Bequest Procurement Tool TG, 2001).

Os critérios avaliados no projeto concentram-se em cinco pontos, ou categorias, sendo elas: poluição, recursos naturais, saúde, biodiversidade natural e produção de alimentos (tabela 3.6). O sistema define um mínimo de níveis ecológicos para os edifícios e estima que nível deve ser alcançado. Os impactos são avaliados conforme as suas proporções: global,

nacional, regional, local, outros. A escala global agrega uma pontuação maior e assim sucessivamente.

**Tabela 3.6- Critérios adotados para atribuição de créditos a edificações por categoria**

Seções	Categorias
1. Poluição	CO2, escombros gerados pela construção, desperdício de água, desperdícios domésticos.
2. Recursos Naturais	Combustíveis fósseis, captação de energia, energia primária, o uso comum dos espaços, e as múltiplas propostas de uso dos espaços.
3. Saúde	Conforto interno, gerenciamento dos riscos de umidade, Ruído, Exposição do terreno a vento e sol, alternativas de projeto do solo.
4. Biodiversidade Natural	Seleção das plantas e dos tipos de vegetação natural
5. Produção de Alimentos	Plantação

**Fonte: Bequest Toolkit, 2001.**

O método é baseado no desempenho individual dos critérios comparados a um conjunto de referências de um edifício padrão e nos pesos dos critérios individuais indicando um índice simples.

O ponto fraco deste método é que ele não é uma ferramenta auxiliada por computador e os cálculos devem ser feitos em programas separados. E o ponto de destaque refere-se ao PIMWAG não ser um método muito extensivo. (Bequest Toolkit, 2001).

### **3.2.6 – Green Globes**

Este método é um complemento para o BREEAM/*Green Leaf Suite*, programa desenvolvido em 1998 e já derivado do BREEAM, desenvolvida pela ECD –*Energy and Environment Canada*, e consiste em uma ferramenta de avaliação de desempenho ambiental de edifícios *on-line*. Os critérios são baseados nas categorias de análise do BREEAM, sendo elas: poluição, energia, água, qualidade ambiental interna, gerenciamento do meio ambiente e utilização de recursos (tabela 3.7). O resultado é um detalhado relatório baseado em um questionário confidencial (Green Globes, 2004).

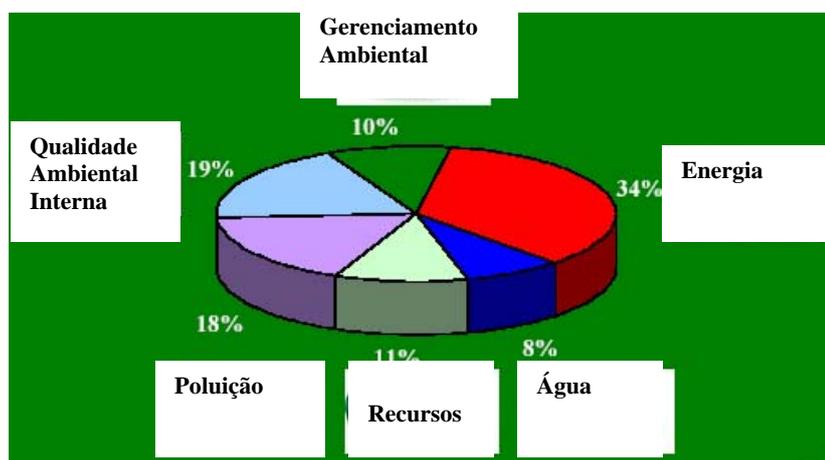
As questões trabalhadas pelo sistema são: Operação e Gerenciamento e Avaliação dos Sistemas.

**Tabela 3.7 - Categorias de avaliação do GREEN GLOBES**

Categorias de Avaliação	Questões Atribuídas
Emissões	Emissão no ar, destruição camada de ozônio, efluentes Líquidos, materiais venenosos,
Qualidade Ambiental Interna	Qualidade do ar, iluminação e ruído
Gestão Ambiental	Prevenção (emergência), política
Recursos	Redução e re-uso da Água, localização
Água	eficiência da água
Energia	Consumo de energia, aspectos de energia, gerenciamento de energia, transporte

Fonte: Green Globes (2004).

Para a avaliação dos edifícios algumas categorias possuem peso maior, como visto na figura 3.2. Dessa forma os itens mais importantes para o método são Energia, Ambiente Interno e Emissões.



**Figura 3.2 – Importância de cada categoria na avaliação do *Green Globes*, (Skopek e Bryan, 2002).**

De acordo com Green Globes (2004), para se ter acesso ao programa é necessário primeiro registrar-se como usuário na *home-page*. Em seguida será definida a forma de pagamento, e então é iniciado o preenchimento do questionário, no qual são respondidas questões sobre cada uma das categorias e subcategorias. O resultado é o envio de um relatório elaborado pelo programa para o usuário (figura 3.3). Este relatório mostra o desempenho do edifício, além de uma verificação opcional, que consiste na comparação dos índices obtidos com os de outros edifícios, um *benchmark*.

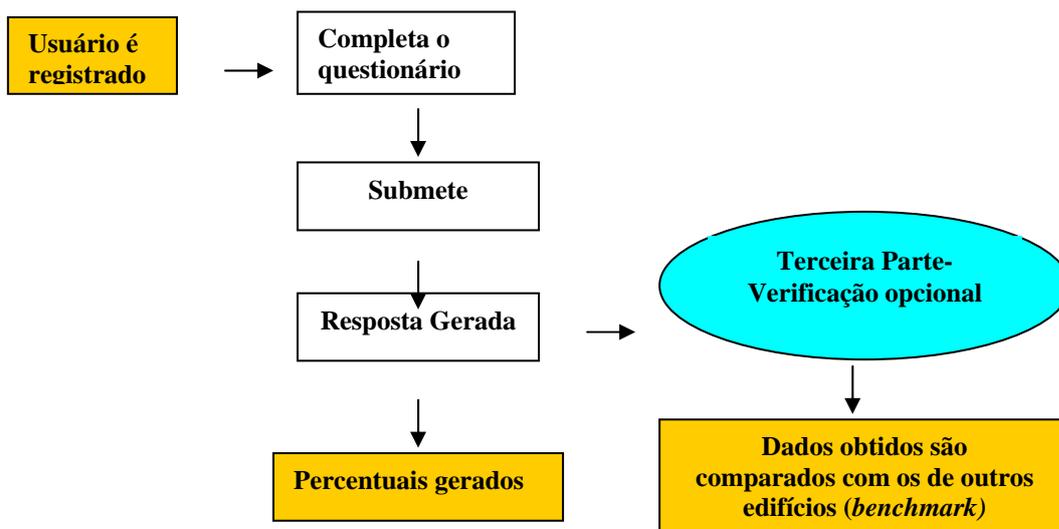


Figura 3.3 – Esquema de avaliação do Green Globes (SKOPEK & BRYAN, 2002).

Quanto aos pontos fortes a metodologia exige um bom sistema de monitoramento das atividades, além de incluir na análise, assim como o GBC, sistema de gestão ambiental. A questão de ser um método de auto-avaliação, tal como o NABERS, também é um item destacável.

### 3.2.7 - Características gerais dos métodos abordados

No quadro 3.2 pode ser encontrado um resumo geral sobre as características das metodologias analisadas, considerando as áreas abordadas por cada uma delas, bem como o método de avaliação, e os níveis de classificação.

**Quadro 3.2 – Resumo das principais características dos métodos apresentados**

	<b>LEED™</b>	<b>BREEAM</b>	<b>GBCTool</b>	<b>NABERS</b>	<b>PIMWAQ</b>	<b>GREEN GLOBES</b>
<b>Áreas Abordadas</b>	Locais Sustentáveis; Energia e Atmosfera; Uso Eficiente da água; Materiais e Recursos; Inovação e Processo de Design.	Gerenciamento do edifício; Saúde e Conforto; Energia Transporte; Água; Materiais; Uso do Solo; Ecologia Local; Poluição.	Utilização de Recursos; Cargas Ambientais; Qualidade Ambiental Interna; Qualidade dos serviços; Aspectos Econômicos; Gestão; Transporte.	Solo; Materiais; Energia; Água; Ambiente Interno; Recursos; Transportes; Resíduos.	Poluição; Recursos Naturais; Saúde; Biodiversidade Natural; Produção de Alimentos.	Poluição; Energia; Água; Qualidade Ambiental Interna; Gerenciamento do Meio Ambiente; Recursos.
<b>Método de Avaliação</b>	O sistema certifica os edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos ( <i>checklist</i> ) e em então são atribuídos créditos baseado em uma lista de objetivos pré-selecionada. A classificação final é obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias.	A metodologia utiliza um <i>checklist</i> , baseado em questionários e, são concedidos créditos ambientais, considerando seus devidos pesos, para cada área de acordo com o desempenho. A ponderação desses créditos produz um único resultado final.	O método compara um edifício com outro edifício considerado referência quanto as práticas ambientais locais. A avaliação é estruturada em 04 níveis hierárquicos: questões de desempenho, categorias de desempenho, critérios de desempenho e sub-critérios de desempenho.	O usuário preenche uma planilha eletrônica com uma lista de perguntas, no formato Excel, disponível na Internet. Cada resposta está associada a um número de estrelas, configurando um valor específico por categoria. Assim, o resultado final é uma ponderação de todos os resultados.	Os critérios avaliados no projeto concentram-se em cinco categorias. O sistema define um mínimo de níveis ecológicos para os edifícios e estima que níveis devem ser alcançados.	O usuário registra-se <i>home-page</i> e é conduzido ao AUDIT <i>on-line</i> . Preenche-se o questionário, sobre as categorias e subcategorias, e então é enviado. O resultado é um relatório com a avaliação final.
<b>Níveis de Classificação</b>	Certificado; Prata; Ouro; Platina.	Certificado; Bom; Muito bom; Excelente.	Insatisfatório; Mínimo Aceitável; Intermediário; Excelente.	Básico; Verde; Bronze; Prata; Ouro; Platina.	Não há uma classificação específica.	Um relatório indicando as questões que precisam de melhorias é enviado aos usuários.

### 3.3 – Utilização das Metodologias e Conceitos dos Edifícios Sustentáveis

A fim de apresentar na prática como funcionam as metodologias, e mostrar o desempenho de uma edificação antes e depois de adotar os novos padrões ambientais, serão

apresentados dois edifícios: um que foi certificado por uma das metodologias descritas neste capítulo, e um edifício reformado para obter melhor eficiência energética. Por fim, será discorrido sobre uma edificação brasileira que pretende ser certificada pela ferramenta americana LEED™.

### 3.3.1 - Cambria Office Building

De acordo com LEED Certified Project Case Study (2004):

Esta edificação é de uso comercial, foi inaugurada em 2000, está localizada na Pennsylvania-EUA (figura 3.4), e foi submetida a avaliação da metodologia LEED™. Dentro dos números de pontos possíveis pelos critérios de avaliação – 69 pontos – esta edificação atingiu 45 pontos, o que a classifica como “Ouro”.



**Figura 3.4 – Cambria Office Building :classificada com selo Ouro, pelo sistema LEED.**

Os critérios abaixo descrevem o desempenho da edificação quanto às categorias de avaliação da metodologia LEED™, mostrando a performance do edifício:

- **Localização Sustentável**

**Transporte alternativo** – possui estação de gás natural próxima, além de 03 linhas de ônibus dentro de uma distancia de ¼ de milha (400 metros);

- **Eficiência do Uso da Água**

**Eficiência da água quanto ao ajardinamento** – utilização de plantas nativas e as árvores que não requerem irrigação;

**Redução do consumo de água** – o consumo de uso da água nessa edificação é 32.6% menor do que em uma edificação comum.

- **Energia e Atmosfera**

**Desempenho da energia otimizada** – o custo da energia é 66% mais baixo do que em um edifício comum.

**Energia renovável:** sistema fotovoltaico instalado no telhado, o que resultou em uma economia de 32%.

- **Materiais e Recursos**

**Reuso de Materiais** – Devido à reutilização de materiais o custo total da obra economizou 5%.

**Renovação dos Materiais Rapidamente** – 7.35% dos materiais usados foram renovados rapidamente, incluindo a madeira.

- **Qualidade Ambiental Interna**

**Luz do dia e visão** – 88% dos espaços ocupados recebem pelo menos 2% da luz do dia, e 100% possuem visão externa.

### **3.2.2 – *Telus Office Building***

De acordo com Green Building BC Case Study Series (2004):

Um outro exemplo da adoção dos conceitos dos *Green Buildings* em edifícios existentes pode ser representado pelo *Telus Office Building*. Esta edificação está localizada no Canadá, foi inaugurada pela primeira vez em 1989 e a sua renovação aconteceu em 2000. Além disso, possui uso comercial e pertence a uma empresa de telecomunicações (figuras 3.5, 3.6 e 3.7).

A reforma que considerou a ótica ambiental foi realizada tanto no interior quanto externamente ao empreendimento. Os itens modificados nesta renovação foram:

- A colocação de um vidro duplo, sacando 90 cm em relação ao edifício anteriormente (figura 3.8).
- Sistema de vidros fotovoltaicos (PV);
- Painéis elétricos solares localizados horizontalmente que podem ser verificados integrados ao vidro no topo do edifício.
- O painel externo que possui janelas é controlado por botões, e internamente as janelas são abertas manualmente.
- Nos painéis solares elétricos correm aberturas para a entrada da ventilação natural durante o inverno.
- Uma estratégia adicional para economizar energia foi usada, incluindo a disposição do ar de forma adequada, um armazenamento da corrente de ar quente dinâmica, no inverno e a utilização de ventilação natural.



**Figura 3.5 – Telus Office Building, antes da reforma.**



**Figura 3.6 – Telus Office Building, após a reforma.**



**Figura 3.7 – Telus Office Building, após a reforma.**



**Figura 3.8 – Intervalo para a circulação de ar quente, utilizado durante o inverno. No verão proporciona sombra, e atua como uma abertura plena de ar nas estações**

Todas essas modificações foram necessárias para obtenção de um melhor desempenho energético da edificação que resultaram em uma economia de 30 % em relação aos índices obtidos em 1999 (ano anterior as reformas).

### 3.3.3 - *Rochaverá Plaza*

Conforme Boletim Idea (2002):

No Brasil, o desenvolvimento de projetos baseado nos conceitos estabelecidos pelos *Green Buildings* começou a ser adotado há dois anos, por empresas localizadas principalmente em São Paulo. Porém, apenas agora está sendo elaborado o primeiro edifício do país que atende aos critérios da USGBC, e será chamado de *Rochaverá Plaza*.

O empreendimento será um edifício comercial destinado a empresas multinacionais que exigem alta tecnologia e completa infra-estrutura. Serão 04 torres, dispostas em aproximadamente 225.000 m<sup>2</sup> de área construída e cerca 120.000 mil m<sup>2</sup> de área locável (figura 3.9, 3.10 e 3.11). Em todas as torres, a infra-estrutura básica - elevadores, halls, banheiros e caixas de escadas no centro de cada pavimento - está localizada no centro.



**Figura 3.9 –** Relação das quatro torres com a área central.



**Figura 3.10–** Relação das quatro torres com o entorno (a cidade).



**Figura 3.11 –** Primeiro edifício dentro das normas da USGBC no Brasil, composto por quatro torres.

Quanto à adoção dos conceitos dos *Green Buildings* os dois pontos que mais se destacam são:

- **Sistema de reutilização de água** - Na parte de hidráulica, foram previstos dois reservatórios de água potável, um superior e outro inferior em cada torre de escritórios, com capacidade total para dois dias de consumo. A água será bombeada para o reservatório superior (bombeamento principal e reserva) e distribuída para todos os pavimentos por meio de prumada técnica.
- **Sistema alternativo de geração de energia para garantir auto-suficiência** - O empreendimento terá fornecimento de energia por circuito duplo redundante de 34,5 kW, com chaveamento eletrônico em caso de falha, que garante maior confiabilidade à operação e também uma menor tarifa para os inquilinos. Além disso, grupos de geradores a diesel manterão o sistema funcionando a plena carga (100%) em caso de cortes por parte da concessionária, podendo ainda operar os geradores também nos horários de pico (*peak shaving* - das 17h30 às 20h), quando o custo do KWh é mais caro.

### 3.4 – Considerações Finais

A análise das metodologias existentes na literatura proporcionou a adoção de um dos esquemas de avaliação estudados como modelo ou padrão para que a proposta metodológica apresentada no capítulo 05 pudesse ser iniciada. Para tanto, a metodologia definida como base foi o LEED™, estruturado a partir de um *checklist*, no qual para o preenchimento dos critérios e sub-critérios propostos deve ser consultado o seu *rating system*, que consiste nas referências a serem seguidas para atingir de forma satisfatória os itens definidos como essenciais. Este esquema avalia edifícios comerciais (escritórios, institucional, hotéis e edifícios residenciais com mais de 04 pavimentos).

O LEED™ foi definido como referência por ser uma metodologia compreensível, com critérios e sub-critérios bem estruturados e adaptáveis. Além deste esquema de avaliação também foi consultada como base a metodologia EXACT (Excelência Ambiental na Construção), desenvolvida em Portugal, em 2002, que também segue os critérios estabelecidos pelo LEED™.

Ressalta-se aqui que, o EXACT não foi analisado detalhadamente devido a sua estrutura ser baseada totalmente no LEED™ e o que foi considerado neste caso é o exemplo de adaptação de uma metodologia americana a um país europeu.

## Capítulo 4

### Metodologia da Pesquisa

Este capítulo irá mostrar como foi executada a pesquisa e os procedimentos metodológicos que serão adotados. Tais procedimentos são os recursos utilizados em cada etapa para facilitar a operacionalização da pesquisa garantindo os objetivos descritos e favorecendo ações que identifiquem evidências objetivas, clareza das informações, dados apresentados e outros.

A pesquisa objetiva estudar metodologias existentes pra avaliação de desempenho ambiental de edificações e criar uma nova metodologia adaptada à realidade do Nordeste brasileiro, auxiliando os projetistas a desenvolver edifícios sob os aspectos da sustentabilidade. Dessa forma, classifica-se como sendo uma *pesquisa qualitativa, descritiva, exploratória e aplicada*, adotando a pesquisa bibliográfica para o levantamento de dados e a proposição do modelo.

#### 4.1 - Tipologia da Pesquisa

**Quanto à natureza:** Aplicada. Este tipo de pesquisa caracteriza-se por gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (Silva, 2001).

**Quanto à abordagem do problema:** Qualitativa. Esta pesquisa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo subjetivo e a subjetividade que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição dos significados são básicas no processo da pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O processo e o seu significado são os focos principais de abordagem (Silva, 2001).

**Do ponto de vista dos objetivos:** Exploratória e Descritiva. De acordo com Gil (1991), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevista com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de

exemplos que estimulem a compreensão. Assumem em geral a forma de Pesquisa Bibliográfica e Estudos de Casos.

Quanto aos objetivos a pesquisa também foi classificada como descritiva, visto que descreve as características de determinado fenômeno, neste caso as metodologias existentes na literatura analisadas.

#### **4.2 – Área de Abrangência**

Para o primeiro objetivo que consiste na análise das metodologias de desempenho ambiental de edifício existentes na literatura, foram definidas 06 (seis) metodologias existentes na literatura para uma análise mais detalhada. Elas foram selecionadas utilizando, principalmente, o critério de disponibilização de material na literatura, idioma a partir do qual as ferramentas foram desenvolvidas, facilidade de compreensão, as categorias e critérios adotados.

Para o segundo objetivo que consiste na elaboração da nova proposta metodológica - e a necessidade de aplicar esse sistema em uma edificação localizada na região Nordeste, para comprovar sua eficácia e os possíveis pontos de melhoramento – foi definida como área de abrangência uma empresa de construção civil, a EC Engenharia, localizada no bairro de Lagoa Nova, em Natal-RN.

O edifício escolhido para aplicação da metodologia é o Residencial Maria José Gurgel, localizado no bairro de Petrópolis (mais detalhes serão discutidos no capítulo 06). A escolha dessa edificação atende os critérios de clima, visto que se encontra situada em uma cidade com clima quente-úmido, que apresenta temperaturas entre 18° C e 26° C, chuvas abundantes no verão para as regiões mais ao sul e no inverno e outono para as regiões de latitudes mais baixas (Lamberts, 2004), característico da maioria das capitais do Nordeste e objeto de estudo desta pesquisa.

O levantamento dos dados foi realizado na construtora, durante o período de 13 a 17 de Julho de 2005.

#### **4.3 – Coleta de Dados**

A parte que corresponde à coleta de dados está associada a metodologia aplicada para a obtenção dos dados. Segundo Samara & Barros (1997, p. 47) coleta de dados pode ser classificada em três etapas: “a observação, o inquérito ou contato e o método interativo”.

- **Quanto aos procedimentos técnicos:**

**Pesquisa Bibliográfica:** A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de livros, teses, boletins, revistas, jornais, pesquisas, monografias, com o objetivo de melhorar o domínio do conteúdo do problema.

Em síntese, a pesquisa bibliográfica visa determinar o grau de evolução, o estágio de desenvolvimento atual do assunto escolhido.

As fontes principais de consulta serão:

- Biblioteca Central da UFRN (Biblioteca Central Zila Mamede – BCZM);
- Biblioteca setorial de Arquitetura e Urbanismo da UFRN (CEPAU);
- Biblioteca particular da Base de Pesquisa *Millenium Design* –PEP/UFRN
- Internet.

Foram revisadas as obras de referência e pesquisas desenvolvidas na área, para definição do referencial teórico. A revisão bibliográfica foi baseada nos seguintes assuntos:

- Problemática Ambiental;
- Construção Civil e Impactos Ambientais;
- Sustentabilidade na Construção Civil;
- Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios.

**Pesquisa de Avaliação:** A pesquisa de avaliação é aplicada para avaliar programas, projetos, políticas, entre outros, pesquisando fenômenos dentro do seu contexto real (Silva, 2001). Além disso, esta pesquisa visa a avaliação de resultados, ou seja, determinar a efetividade da nova proposta metodológica desenvolvida para a região Nordeste.

**Levantamento:** Esta pesquisa envolveu a interrogação direta das pessoas cujo objeto de estudo era necessário conhecer. A visita a uma construtora local, possibilitou a entrevista com os responsáveis pelo projeto em avaliação pela metodologia proposta.

**Pesquisa de Campo:** Este tipo de pesquisa recolhe os dados *in natura*. Para conclusão dos objetivos desta dissertação foi necessária a consulta a uma construtora localizada em Natal-

RN, e a realização de um Estudo de Caso para a validação da metodologia proposta em um edifício localizado na região Nordeste.

**- Quanto aos instrumentos da coleta de dados:**

**Entrevista:** Conforme Silva (2001), entrevista é a obtenção de informações, sobre determinado assunto ou problema. Para fins desta pesquisa, foi realizada uma entrevista padronizada, utilizando uma lista de verificação pré-definida, com o engenheiro responsável pelo edifício avaliado neste estudo.

**Observação Científica Sistemática:** Para efetuar uma observação científica sistemática, é necessário um planejamento prévio, estruturado e controlado. De acordo com Silva (2001), considera-se:

- Por que observar?;
- Para que observar (objetivos)?;
- Como observar (metodologia)?;
- O que observar?;
- Quem observar?.

Além disso, deve-se utilizar um instrumento para a observação, indicar e limitar a área de observação (observar item 4.2, p.52).

As perguntas foram respondidas anteriormente da seguinte forma:

- *Para que observar?* Para comprovar a eficácia da proposta metodológica desenvolvida e as necessidades de melhorias;
- *Como observar?* Previamente foi desenvolvida a metodologia de avaliação ambiental em edifícios adequada à realidade do Nordeste, bem como um *checklist* com categorias, critérios e sub-critérios, para avaliar o edifício objeto de estudo;
- *O que observar?* Será observado o desempenho do edifício em questão quanto ao atendimento das categorias de avaliação presentes no *checklist*;
- *Quem observar?* Foi definido o edifício Residencial Maria José Gurgel como objeto de estudo, por se enquadrar nas características necessárias para avaliação de uma edificação no Nordeste.

**Observação Indireta:** Este tipo de observação caracteriza-se pela análise dos registros de observação e da experiência que outros fizeram (Silva, 2001). No caso desta pesquisa, e considerando os dois objetivos principais, a análise dos registros foi realizada através dos resultados obtidos pelo *checklist*. Para atendimento do primeiro objetivo, que é desenvolver a proposta metodológica para o Nordeste, foram analisadas as metodologias para avaliação de desempenho ambiental em edifícios existentes na literatura.

#### **4.4 - Análise de dados**

A fim de validar a metodologia proposta, foi realizado um estudo de caso, em um edifício situado em Natal-RN, denominado Maria José Gurgel, descrito no capítulo 06. Para tanto, fez-se a comparação dos critérios estabelecidos para avaliação na metodologia proposta, com os itens apresentados pela edificação, através de um *checklist* pré-estabelecido.

Os resultados da aplicação desta metodologia no edifício geraram resultados que permitiram avaliar o desempenho tanto da edificação quanto da MEDACNE. Por fim, a análise completa dos dados poderá ser verificada no capítulo 06.

#### **4.5 – Descrição das etapas Metodológicas da Pesquisa**

As etapas metodológicas deste trabalho seguem a seguinte seqüência (figura 4.1):

1. Em julho de 2003 foi definido o tema, objeto de estudo, os objetivos desta pesquisa, e elaborado o plano de trabalho. A partir de então, iniciou-se a leitura de artigos, periódicos, consultas a livros que possibilitaram um entendimento maior do assunto. Esta pesquisa bibliográfica forneceu embasamento para a delimitação das metodologias existentes na literatura que seriam objeto de um estudo analítico;
2. As metodologias selecionadas estão descritas no capítulo 03. A necessidade da formulação da proposição metodológica para a região Nordeste fez com que fossem definidos alguns critérios para a adoção de um modelo base que seria adaptado à realidade dessa região brasileira. Sendo assim, o LEED™, foi escolhido como método a ser adaptado;
3. Tendo estabelecido a metodologia base, foi possível desenvolver, considerando as questões climáticas, de materiais, uma proposta metodológica para o

Nordeste, que foi chamada de MEDACNE (Metodologia de Desempenho Ambiental para a Construção no Nordeste). Esta metodologia considerou as categorias de avaliação desenvolvidas pelo LEED™ - Localização Sustentável; Energia e Atmosfera; Uso Eficiente da água; Materiais e Recursos; Qualidade Ambiental Interna; Inovação e Processo de Design – e extraiu os critérios e sub-critérios possíveis de adaptação;

4. Para a comprovação da eficiência do método proposto, foi necessária a seleção de um empreendimento localizado na região em estudo, e para tanto foi escolhido o Residencial Maria José Gurgel, localizado em Natal-RN. Aplicou-se o *checklist* pré-estabelecido que possibilitou a geração de resultados e em seguida a análise.

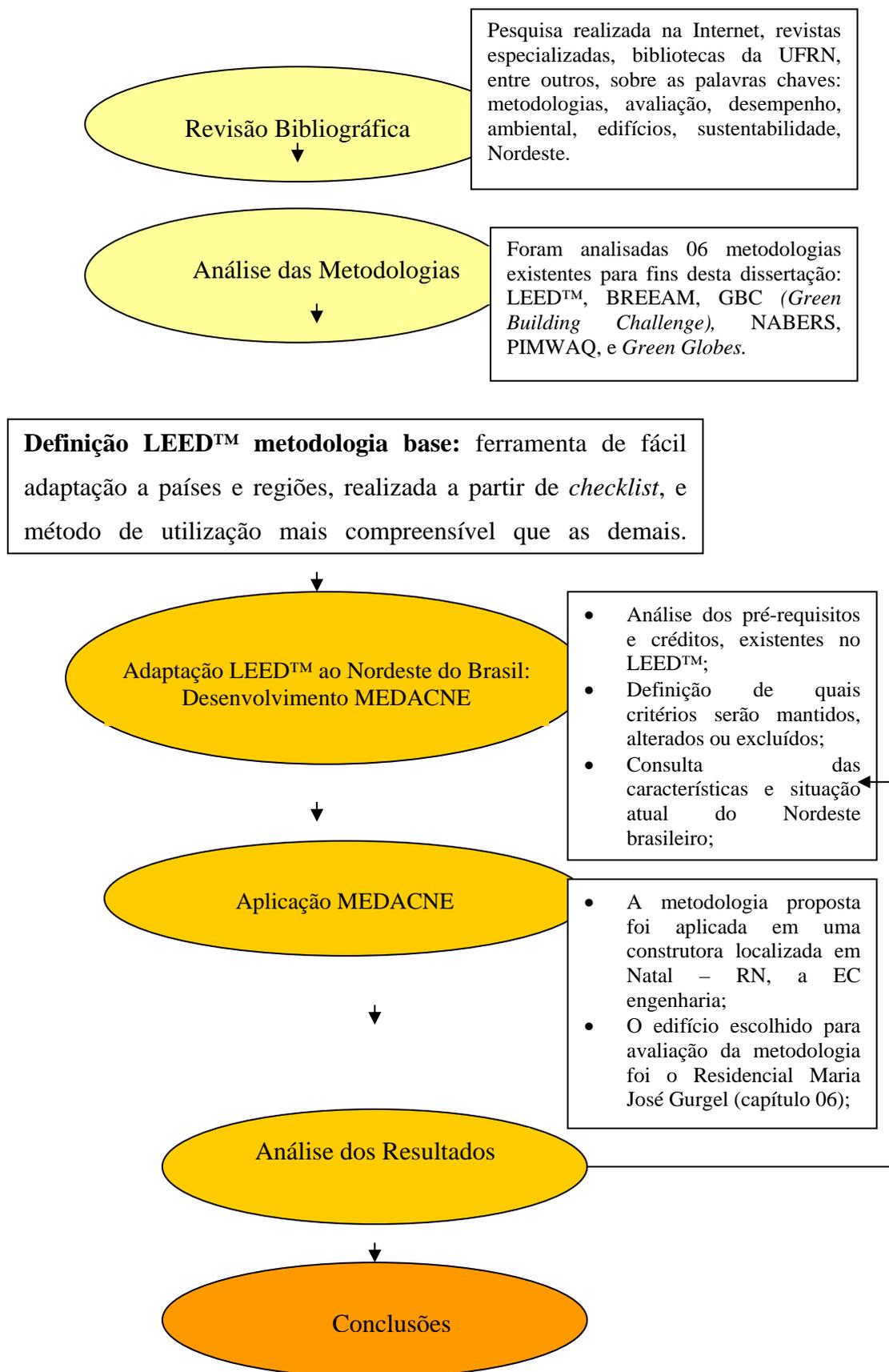


Figura 4.1 – Esquema representativo da seqüência metodológica executada.

#### **4.6 – Limitações do Trabalho**

O estudo de caso realizado limitou-se apenas a um edifício residencial localizado em Natal-RN. Esta proposição metodológica deve ser testada em outras capitais da região Nordeste, para verificação de pequenas variações climáticas, da utilização de materiais e outras características. Além disso, ela deve ser aplicada em outros edifícios, com diferentes projetos arquitetônicos, para fins de comparação.

Outra limitação é que no Brasil poucos são os edifícios projetados a partir de uma metodologia existente, ou mesmo projetado para se submeter a uma certificação quanto ao seu desempenho ambiental, exceto o *Rochaverá Plaza*, localizado em São Paulo (capítulo 03 – item 3.3.3, p.49). Algumas empresas podem já ter desenvolvido edificações com perspectivas ambientais, porém sem adotar qualquer metodologia para auxílio ou certificação. É provável que a elaboração de tais projetos tenha sido na experiência ou intuição.

O que é sempre verificado é, que determinados edifícios possuem apenas alguns critérios de avaliação dos sistemas. Por exemplo, a edificação foi projetada sob critérios de eficiência energética, mas não foi pensada considerando a eficiência do uso da água. Portanto, para a avaliação final de desempenho do edifício objeto de estudo de caso, considerou esta ocorrência.

No capítulo 05, será detalhada com maior precisão a metodologia proposta e no capítulo seguinte, a aplicação no edifício para estudo de caso.

#### **4.7 – Considerações Finais**

Este capítulo foi importante na medida em que permitiu a identificação do tipo de pesquisa adequado para esta dissertação e definiu as diretrizes para cumprimento dos objetivos. Os capítulos seguintes irão mostrar a metodologia desenvolvida neste estudo, o MEDACNE, em seguida a aplicação deste método em um estudo de caso.

## Capítulo 5

# MEDACNE - Metodologia de Avaliação de Desempenho Ambiental para Construção no Nordeste

A construção Civil é uma indústria expressiva para geração de empregos no Nordeste. Porém é também um dos setores de maior produção de impactos sobre o meio ambiente (capítulo 02 – item 2.2, p.13). Para tanto, o desenvolvimento de uma cultura de gestão ambiental nas empresas de construção, bem como a elaboração de programas voltados ao Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil, são soluções que contribuem para o equacionamento da gestão dos resíduos de construção priorizando a “não geração”, a coleta adequada e a reciclagem.

### 5.1 – Definição da Metodologia Base

A análise das metodologias existentes na literatura proporcionou a adoção de um dos esquemas de avaliação estudados como modelo ou padrão para que a MEDACNE (anexo 01, p.107) pudesse ser desenvolvida. Para tanto, a metodologia definida como base foi o LEED™, estruturado a partir de um *checklist*, no qual para o preenchimento dos critérios e sub-critérios propostos deve ser consultado o seu *guia de aplicação*, que consiste nas referências a serem seguidas para atingir de forma satisfatória os itens definidos como essenciais. Este esquema avalia edifícios comerciais (escritórios, institucional, hotéis e edifícios residenciais com mais de 04 pavimentos).

O LEED™ foi definido como referência por ser uma metodologia compreensível, com critérios e sub-critérios bem estruturados e adaptáveis. Além deste esquema de avaliação também foi consultada como base a metodologia EXACT (Excelência Ambiental na Construção), um sistema desenvolvido em Portugal, em 2002, e que também segue os critérios estabelecidos pelo LEED™.

A MEDACNE está sendo uma metodologia de avaliação de desempenho ambiental em edifícios desenvolvida especificamente para a região Nordeste do Brasil. Dessa forma, algumas características peculiares à região foram consideradas para estabelecimento dos critérios e sub-critérios adotados.

## 5.2 – Características da Região Nordeste: clima, materiais e processos de construção

O clima é um importante fator por apresentar variações consideráveis em relação ao restante do país. Para fins desta proposta, as características climáticas estão sendo consideradas dentro de uma ótica geral, sem particularidades de sub-regiões presentes no contexto. Sendo assim, a região apresenta altas temperaturas durante quase todo o ano, um período de chuvas no inverno, além de uma alta umidade relativa do ar e boa velocidade dos ventos.

A questão econômica também é relevável visto que esta é uma área do país menos favorecida, sendo este um aspecto a ser destacado quando adotar soluções e tecnologias no desenvolvimento projetual das edificações. Este fato não foi considerado, ainda, nesta versão piloto da MEDACNE.

Além dos itens citados, foram ressaltados aspectos relacionados a materiais regionais, na tentativa de aproximar a metodologia aos produtos desenvolvidos na área em estudo.

## 5.3 – Estrutura

Assim como o LEED™ e o EXACT, a nova metodologia está sendo estruturada a partir de 06 (seis) categorias principais (anexo 01, p.107):

### 5.3.1- Localização Sustentável

As atividades de construção podem ter impactos de longo alcance em relação à provisão e qualidade da água, qualidade do ar, e preservação de hábitat, sendo dessa forma necessária a escolha adequada do terreno, considerando diversos critérios.

A importância desta categoria, pode ser observada através da especificação dos seguintes itens:

- **Controle de Erosão e Sedimentação:** Objetiva controlar a erosão a fim de reduzir os impactos negativos na qualidade do ar, água e solo. Cada região, ou país, possui características de solo peculiares, sendo necessário um estudo prévio para determinar o tipo de terreno no qual será edificada a construção.
- **Escolha do Local:** Objetiva evitar o desenvolvimento da edificação em local inapropriado, reduzindo os impactos ambientais que o edifício possa proporcionar

ao local. Dessa forma, o empreendimento deve ser construído de acordo com as normas, leis e regulamentos vigentes locais.

- **Expansão Urbana:** A escolha das áreas para expansão urbana deve considerar a infra-estrutura existente, protegendo as zonas verdes e os recursos naturais. Muitos projetos não consideram a vegetação existente no terreno, e mesmo os recursos naturais presentes no entorno.
- **Reabilitação de Áreas Danificadas:** O objetivo é reabilitar áreas danificadas, nas quais o desenvolvimento é dificultado por contaminação ambiental perceptível ou real, reduzindo pressões nas áreas não-desenvolvidas. As autoridades locais podem estimular o desenvolvimento destas áreas, através de incentivos fiscais, ou alíquotas menores para aquisição dos terrenos.
- **Transportes Alternativos:** Acesso ao Transporte Público. Objetiva reduzir a poluição e os impactos nas áreas em desenvolvimento devido ao uso do automóvel, através da implantação do projeto em terrenos com proximidade máxima de 500m em relação à estação de metrô, e 250 m de uma estação de ônibus.
- **Transportes Alternativos:** Segurança de Bicicletas. Objetiva reduzir a poluição e os impactos nas áreas em desenvolvimento devido ao uso do automóvel, incentivando o uso da bicicleta.
- **Transportes Alternativos:** Transporte com Combustível Alternativo. Busca incentivar a utilização de combustíveis alternativos por parte dos ocupantes do edifício, através da definição de vagas preferenciais para moradores que possuem veículos com este tipo de combustível, como por exemplo, o gás natural. Além disso, deve-se incentivar a implantação da edificação em terrenos próximos a postos de abastecimentos com combustíveis alternativos.
- **Transportes Alternativos:** Estacionamento. Este critério objetiva disponibilizar no projeto, não mais que o mínimo de estacionamento exigido pelo Plano Diretor local, a fim de incentivar o uso do transporte público.
- **Redução de Distúrbios dos Locais:** Proteção e Recuperação dos espaços abertos. Objetiva conservar as áreas naturais existentes e recuperar as áreas danificadas para fornecer habitat e promover a biodiversidade, através da regulamentação de medidas para desmatamento da vegetação nativa, a fim de implantar a edificação.

- **Redução de Ilhas de Calor:** Reduzir as ilhas de calor, definidas como diferença de gradiente térmico entre as áreas desenvolvidas e não-desenvolvidas, para minimizar os impactos no microclima<sup>6</sup> - a condição climática de uma pequena área resultante das mudanças climáticas gerais, por diferenças locais em elevação ou exposição (Lima e Silva, 1999) - original do terreno e no habitat humano e selvagem.
- **Redução da Poluição Luminosa:** O objetivo é minimizar a passagem de luz da edificação para o ambiente, através de projeto de iluminação eficiente, reduzindo o impacto do edifício no ambiente noturno. Para esses cálculos sugere-se utilizar os padrões de iluminação recomendados pelas Normas Técnicas Brasileiras (ABNT) e pelo INMETRO.

A tabela 5.1 compara os Pré-Requisitos e créditos existentes na metodologia base, e as alterações efetuadas pelo novo sistema MEDACNE, referente a categoria Localização Sustentável.

**Tabela 5.1 - Tabela Comparativa LEED™ x MEDACNE: Localização Sustentável**

LEED™	MEDACNE
<b>Pré – Requisito:</b> Erosão & Controle de Sedimentação	<b>Pré – Requisito:</b> Erosão & Controle de Sedimentação
<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção de Terreno;</li> <li>• Expansão Urbana;</li> <li>• Reabilitação de Áreas Danificadas;</li> <li>• Transporte Alternativo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acesso transporte público;</li> <li>- Segurança de Bicicletas;</li> <li>- Transporte com combustível alternativo;</li> <li>- Estacionamento;</li> <li>- Proteção ou Restabelecimento dos espaços abertos;</li> </ul> </li> <li>• Gerenciamento das Águas das Chuvas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxação e Quantidade;</li> <li>- Tratamento;</li> </ul> </li> <li>• Efeito das Ilhas de Calor: Sem Cobertura</li> <li>• - Efeitos da Ilha de Calor: Com Cobertura;</li> <li>• Redução da Poluição Luminosa.</li> </ul>	<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção de Terreno;</li> <li>• Expansão Urbana;</li> <li>• Reabilitação de Áreas Contaminadas;</li> <li>• Transporte Alternativo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acesso transporte público;</li> <li>- Segurança de Bicicletas;</li> <li>- Transporte com combustível alternativo;</li> <li>- Estacionamento;</li> <li>- Proteção ou Restabelecimento dos espaços abertos;</li> </ul> </li> <li>• Redução de Ilhas de Calor;</li> <li>• Redução da Poluição Luminosa.</li> </ul>
<p><b>Obs:</b> Os itens referentes a gerenciamento das águas das chuvas foram deslocados para a categoria <b>Uso Eficiente da Água</b>, a fim de agrupar assuntos semelhantes.</p>	

- **Considerações:**

Os critérios existentes na metodologia LEED™, que estão presentes na categoria *Localização Sustentável*, referentes ao *gerenciamento das águas das chuvas* foram considerados dentro da categoria *Eficiência do Uso da Água*.

Outro critério modificado foi o item *Ilhas de Calor*, na qual o LEED™ *considera Ilhas de Calor e Uso de Cobertura e Ilhas de Calor e Não Uso de Cobertura*. Por ser uma metodologia piloto, e baseada na experiência portuguesa de metodologias (EXACT), que também adota a mesma estratégia, a MEDACNE considerou apenas o item *Redução das Ilhas de Calor*, sem maiores particularidades (anexo 01, *Localização Sustentável*, critério 09, p.123).

### **5.3.2 - Eficiência do Uso da Água**

Esta categoria visa diminuir o fornecimento de água potável pela rede municipal, estimulando a adoção de reciclagem das águas servidas, através das tecnologias existentes, e a sua utilização para irrigação, lavagem de carros, estacionamento. Além disso, a categoria incentiva o uso de tecnologias para consumo de águas residuárias evitam o desperdício a partir da utilização de chuveiros com restritor de vazão, que fornece economia de 30%, bacias sanitárias com caixas de descarga, que diminui em 50% o desperdício. Um outro aspecto refere-se ao aproveitamento das águas das chuvas, e aos sistemas existentes para captação destas águas.

O Nordeste do Brasil é uma área que enfrenta todos os anos problemas de abastecimento de água, devido às secas regulares, sendo esta uma categoria significativa para a região. Esta área do país convive com índices extremos de escassez que atingem o próprio consumo humano, tornando o acesso à água uma questão de sobrevivência e um elemento primário no rol das necessidades básicas da população, principalmente a que está localizada na região semi-árida onde o problema é quase uma constante. Diante disso a gestão da água apresenta dificuldades específicas, devido aos seus vários usos e às importantes funções que desempenha em quase todas as atividades humanas. O recurso é um só e nem sempre seus usos alternativos podem ser compatibilizados (Silva e Pruski).

Deve-se destacar que, não existe ainda no Brasil uma legislação específica que estabeleça normas para o correto uso da água em edificações. Caso essas normas venham a

ser propostas e estabelecidas, a rede municipal fornecerá uma porcentagem consideravelmente menor de água potável, além de representar uma economia para os usuários dos empreendimentos.

Os critérios considerados para avaliação desta categoria foram:

- **Eficiência do Uso da Água na Irrigação:** O objetivo é limitar ou eliminar o uso de água potável para irrigação. Atualmente existem diversas tecnologias para irrigação de alta eficiência ou para a captação da água das chuvas ou reciclagem. Algumas sugestões destas tecnologias podem ser verificadas no anexo 01 (pgs, 126, 127, 128 e 129).
- **Novas Tecnologias para Águas Residuárias:** Reduzir o desperdício de água e a demanda de água potável, enquanto aumenta a recarga do aquífero local. Para isso, sugere-se a adoção de peças hidráulicas e instalações de alta eficiência que possuem controle de vazão, como por exemplo, o chuveiro com restritor de vazão, que fornece economia de 30% no consumo da água. Outras sugestões podem ser observadas no anexo 01 (p.128).
- **Redução do Uso da Água:** O objetivo é maximizar a eficiência da água em edifícios para reduzir o fornecimento de água pelo município e nos sistemas de tratamento de efluentes.

A tabela 5.2 compara os Pré-Requisitos e créditos existentes na metodologia base, e as alterações efetuadas pelo novo sistema MEDACNE, quanto ao uso eficiente da água.

**Tabela 5.2 - Tabela Comparativa LEED™ x MEDACNE: Eficiência do Uso da Água**

LEED™	MEDACNE
<b>Pré – Requisito:</b> Não há pré-requisitos.	<b>Pré – Requisito:</b> Não há pré-requisitos.
<b>Créditos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso Eficiente da Água para Irrigação: redução de 50%.</li> <li>• Uso Eficiente da Água para Irrigação: Ou usa água não potável ou não irriga;</li> <li>• Novas Tecnologias para Águas Residuárias;</li> <li>• Redução de Uso da Água: redução de 20%;</li> <li>• Redução de Uso da Água: redução de 30%.</li> </ul>	<b>Créditos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiência do Uso da Água para Irrigação;</li> <li>• Novas Tecnologias para Áreas Residuárias;</li> <li>• Redução do Uso da Água em 20%;</li> </ul>
<b>Obs:</b> As porcentagens de redução não foram definidas, porque se espera nesta proposta metodológica inicial que o consumo de água seja apenas diminuído no primeiro ano. A partir do segundo ano, e baseado nos índices de redução apresentados pelas edificações, espera-se que seja possível estabelecer uma taxa padrão.	

### 5.3.3 Energia e Atmosfera

O objetivo desta categoria é estabelecer um nível mínimo de consumo energético para as edificações, e substituir os equipamentos que emitem poluentes e contribuem para a degradação da camada de ozônio. Além disso, propõe o uso de tecnologias que possibilitem a renovação de energia, a partir da utilização de combustíveis fósseis.

O Nordeste é uma região na qual a incidência de sol ocorre durante quase todo o ano. Dessa forma, são sugeridas tecnologias que capturem a energia solar, como por exemplo, a utilização de placas fotovoltaicas. Outra fonte importante a ser utilizada na região é a energia eólica, visto que esta é uma área litorânea, apresenta altas velocidades dos ventos. Embora os custos de instalação e manutenção destes tipos de energias sejam altos, os estudos e avanços científicos podem permitir a maior massificação destas fontes energéticas.

Mais utilizadas atualmente no planeta, as fontes não renováveis são as que têm os dias contados. Além disso, poluem mais o meio ambiente. O petróleo, por exemplo, tem a vantagem de ser transportado com facilidade, mas intoxica a atmosfera com o dióxido de carbono (Energia, Calor, Movimento, Força, 2001).

O carvão mineral é outra fonte não renovável utilizada no Brasil através das usinas termelétricas. Libera poluentes na atmosfera que contribuem para a chuva ácida. O país tem investido no gás natural como fonte de energia elétrica, o que faz com que se tenha mais uma alternativa energética. O gás polui em menor escala, mas o custo de instalação dos gasodutos é muito alto (Energia, Calor, Movimento, Força, 2001).

De acordo com Centre for Brazilian Studies (2002), o Brasil apresenta uma elevada taxa de crescimento do consumo de energia, com o risco de expansão do consumo de recursos energéticos fósseis e seus impactos perversos sobre o meio ambiente (aumento da emissão de poluentes do ar no futuro). Porém, existem possíveis soluções para o problema:

1. Eficiência energética. No Brasil, nos últimos anos as atividades mais intensivas em energia (por exemplo, indústria do alumínio) cresceram significativamente.
2. Energias renováveis. Uma política sustentada pode tornar as fontes renováveis competitivas a médio e longo prazos - ainda que necessitando por um período curto e determinado de subsídios para a superação dos problemas de economias de escala e de preços elevados nas etapas iniciais, pois existe um problema de “aprendizado” com a nova tecnologia, que toma tempo e recursos. Esse problema

foi ilustrado com uma curva de “custos de aprendizado” do programa do etanol combustível no Brasil (Proálcool), mostrando que os custos da tecnologia alternativa (energias renováveis) caem com o tempo em relação às fontes convencionais.

3. Regulação do licenciamento ambiental de novos empreendimentos, bem como dos mecanismos de absorção/captura de gás carbônico para a consecução de objetivos de redução de emissões, especialmente daquelas decorrentes da geração de termoeletricidade (cuja expansão é esperada no Brasil).

A importância destas categorias pode ser observada através da especificação dos seguintes itens:

- **Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício:** Visa verificar e assegurar que os elementos e sistemas fundamentais dos edifícios estejam projetados, instalados e calibrados para funcionar como pretendido.
- **Desempenho Mínimo de Energia:** Estabelecer um nível mínimo de eficiência energética para as bases e sistemas do edifício.
- **Eliminação de CFC em equipamentos de AVAC&R (Aquecimento, Ventilação, Bases dos Edifícios & Refrigeração):** Reduzir a depreciação da camada de ozônio. Para cumprimento deste crédito a edificação quando nova, deve evitar a utilização de equipamento que eliminem CFC's, e quando em reforma, deve haver a preocupação de substituir periodicamente os gases refrigerantes.
- **Otimização do Desempenho Energético:** Busca alcançar um aumento nos níveis de desempenho energético acima dos requisitos padrões para reduzir os impactos ambientais associado com o uso excessivo de energia.
- **Energia Renovável:** O objetivo é aumentar a auto-eficiência energética, através da utilização de tecnologias renováveis, que reduzem os impactos ambientais associados à utilização de energia proveniente dos combustíveis fósseis. Uma fonte sugerida para utilização na região Nordeste é a eólica (anexo 01, Energia e Atmosfera, critério 02, p.135).
- **Comissionamento Adicional:** Verificar e assegurar que o edifício esteja projetado, construído e calibrado para operar como pretendido.

- **Proteção a Camada de Ozônio:** Reduzir a destruição da camada de Ozônio e está em conformidade com o Protocolo de Montreal<sup>7</sup>.
- **Medição e Verificação:** Fornecer um andamento da contabilidade e otimização do consumo de água e energia do edifício ao longo do tempo através do estabelecimento de um programa de medição e monitoração contínua.

A tabela 5.3 compara os Pré-Requisitos e créditos existentes na metodologia base, e as alterações efetuadas pelo novo sistema MEDACNE, referentes à categoria Energia e Atmosfera.

**Tabela 5.3 - Tabela comparativa LEED™ x MEDACNE: Energia e Atmosfera**

LEED™	MEDACNE
<p><b>Pré – Requisitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício;</li> <li>• Desempenho Mínimo de Energia;</li> <li>• Redução de CFC's em equipamentos AVAC&amp;R;</li> </ul>	<p><b>Pré – Requisitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício;</li> <li>• Desempenho Mínimo de Energia;</li> <li>• Redução de CFC's em equipamentos AVAC&amp;R;</li> </ul>
<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimização do Desempenho Energético;</li> <li>• Energia Renovável: 5%;</li> <li>• Energia Renovável: 10%;</li> <li>• Energia Renovável: 20%;</li> <li>• Comissionamento Adicional;</li> <li>• Proteção a Camada de Ozônio;</li> <li>• Medição e Verificação;</li> <li>• Poder Verde;</li> </ul>	<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimização do Desempenho Energético (20 e 10%);</li> <li>• Energia Renovável;</li> <li>• Poder Verde;</li> <li>• Comissionamento Adicional;</li> <li>• Proteção a Camada de Ozônio;</li> <li>• Medição e Verificação.</li> </ul>
<p><b>Obs:</b> Algumas porcentagens de redução não foram definidas, porque se espera nesta proposta metodológica inicial que o consumo de água seja apenas diminuído no primeiro ano. A partir do segundo ano, e baseado nos índices de redução apresentados pelas edificações, espera-se que seja possível estabelecer uma taxa padrão. Sugere-se a utilização 'Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance' (Unama, 2005), para estabelecimento das porcentagens de redução e formas de medição e verificação.</p>	

- **Considerações:**

Ressalta-se, a inexistência de uma legislação brasileira específica à eficiência energética na construção. Existe apenas o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2005), criado em 1985, pelo Ministério das Minas e Energia, cujo objetivo é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que sejam

eliminados os desperdícios e reduzidos os custos e os investimentos setoriais.

Destaca-se ainda a existência de um Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance. Este Protocolo serve como base para determinar a economia no uso da energia e da água provenientes da implementação de programas de eficiência energética. Ele também se destina a auxiliar no monitoramento do desempenho de sistemas de energia renovável e para aumentar a qualidade ambiental interna em prédios (Milanez, 2001).

#### 5.3.4 - Materiais e Recursos

Esta categoria visa diminuir a destinação de lixo dos ocupantes dos edifícios para os aterros, além de englobar um critério importante que é o ciclo de vida dos empreendimentos, considerando a reutilização dos edifícios existentes. Itens como a geração de resíduos de construção e a sua reutilização, bem como o uso de materiais produzidos no local ou próximo a fim de evitar impactos com transporte, e a utilização de materiais renováveis, como madeira com ciclo de reflorestamento menor, também são questões abordadas.

Projetos de reforma e construção, e programas de manutenção são necessários para a melhoria das novas construções. Estes esforços dependem de fontes seguras e da qualidade dos produtos utilizados na construção. Limitações na disponibilidade do fornecimento de recursos materiais estão começando a acontecer. Produtos selecionados para construção consomem recursos e energia, além da emissão de gases durante a sua fabricação, poluição da água e descarte de resíduos. Quando um edifício é demolido, os produtos e materiais normalmente são depositados em aterros de lixo. Dessa forma, a produção de materiais que minimizam o uso de recursos naturais, apresentando durabilidade e que sejam reutilizáveis contribuem para as práticas de edifícios sustentáveis (Usgbc, 2001).

Algumas estratégias são sugeridas para a seleção dos materiais a serem utilizados no edifício (Usgbc, 2001):

- **Quantidade de recursos:** Uma estratégia fundamental para edifício com recursos eficientes é usar quantidades menores de materiais no processo de construção, através de uma compra mais eficaz.
- **Reuso de materiais:** Muitos produtos duráveis como portas, gabinetes, alguns metais e vidros podem ser salvos e usados novamente. A reutilização destes materiais requer esforço, mas a qualidade e poupanças de custo com novos materiais podem ser consideráveis. O custo de mão-de-obra adicional pode ser completamente ou em parte compensado pela economia em novo materiais,

transporte, taxas.

- **Conteúdo reciclável:** Embora muitos edifícios construídos atualmente disponibilizem um alto conteúdo de materiais reciclados, há conflito sobre a definição do termo. Existem pelo menos três tipos de materiais com conteúdo reciclável:
  - a. Material Pós-consumido: gerado por instalação ou casa comercial, industrial, e institucional;
  - b. Recuperação dos resíduos do processo industrial que não pode ser usado de novo no mesmo processo, como escória de metal e mineral;
  - c. Materiais reciclados de um processo industrial, como sucatas.
- **Renovação e utilização das práticas do Gerenciamento Sustentável:** Materiais renováveis incluem madeira, fibras de planta, lã, e outros recursos que podem ser renovados dentro de um período de tempo limitado (em algumas décadas ou menos) depois de colher. A madeira é um exemplo de material utilizado de forma sustentável em edificações através da utilização de “madeiras renováveis rapidamente”, que incluem programas de certificação e padronização.
- **Conteúdo local e redução de transporte:** A especificação de produtos fabricados com materiais e trabalho locais pode contribuir para o baixo consumo de energia e custo do ciclo de vida dos materiais.
- **Materiais regionais:** Alguns tipos de construção e materiais são mais adequados para algumas regiões que outras devido às diferenças climáticas. Por exemplo, sabe-se que a utilização de massa térmica para acúmulo de energia é importante para o conforto de climas frios. Porém, em um clima quente-úmido, os materiais utilizados são de peso leve, além das edificações possuírem tetos altos, entre outras características.
- **Custo do Ciclo de Vida e Requisitos de Manutenção.** Devido a vida útil de um edifício comercial que pode ser 30 (trinta) ou mais anos, alguns materiais requererão manutenção e substituição mais de uma vez. Quando a gama de custos é considerada, materiais que são mais caros nas compras iniciais podem ser justificados a fim de evitar custos futuros, desde que estes materiais apresentem ciclo de vida melhor que produtos mais baratos.
- **Reciclagem e Reuso de Recursos.** Uma vez que um material completou a sua função inicial dentro do edifício, ele pode ser utilizado novamente através da

recuperação e reciclagem. O potencial reciclável do metal, plástico, madeira, e alvenaria é discutido abaixo:

**Metais** são recicláveis se podem ser separados por tipo. Aço e alumínio são elementos que possuem valor de reciclagem alto. Aproximadamente 50 a 70% da energia e poluição na produção do aço podem ser evitados por reciclagem, assim como 85% da energia e poluição na fabricação do alumínio podem ser evitados por esse processo.

A maioria dos **plásticos** é reciclável, mas as taxas de reciclagem atuais não são altas porque a grande variedade deste material torna difícil a separação em uso. Alguns plásticos como puro cloreto de polivinil (PVC) poderia ser reciclado em edifícios mais frequentemente se projetados para fácil remoção. Aditivo, e colorantes são de difícil reciclagem.

A **madeira** utilizada em produtos estruturais, para decoração de painel, são candidatas para reuso, principalmente se estão fixadas de tal modo que possam ser removidas facilmente.

**Concreto, barro,** e outros produtos de **alvenaria e cerâmicas** são exemplos de materiais normalmente de difícil de reuso. Alguns processos de reciclagem destes produtos acontecem esmagando os mesmos para uso como abastecimento granular em estrada e base de calçada.

A tabela 5.4 compara os Pré-Requisitos e créditos existentes na metodologia base, e as alterações efetuadas pelo novo sistema MEDACNE, referentes à categoria Materiais e Recursos.

**Tabela 5.4. Tabela Comparativa LEED™ x MEDACNE: Materiais e Recursos**

LEED™	MEDACNE
<p><b>Pré – Requisitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento e Seleção de Recicláveis;</li> </ul>	<p><b>Pré – Requisitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento e Seleção de Recicláveis;</li> </ul>
<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilização do Edifício: Manter 75% das paredes, pisos e coberturas existentes;</li> <li>• Reutilização do Edifício: Manter 100% das paredes, pisos e coberturas existentes;</li> <li>• Gerenciamento do Desperdício na Construção: direcionar 50% para o aterro de lixo;</li> <li>• Gerenciamento do Desperdício na Construção: direcionar 75% para o aterro de lixo;</li> <li>• Reuso de Recursos: 5%</li> <li>• Reuso de Recursos: 10%</li> <li>• Conteúdo Reciclável: 5% (pós-consumo + ½ pós-industrial)</li> <li>• Conteúdo Reciclável: 10% (pós-consumo + ½ pós-industrial)</li> <li>• Materiais Regionais: 20% produzidos regionalmente;</li> <li>• Materiais Regionais: 50% extraído regionalmente;</li> <li>• Materiais Rapidamente Renováveis;</li> <li>• Madeira Certificada.</li> </ul>	<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilização do Edifício: Manter 30% da fachada estrutura;</li> <li>• Gerenciamento do Desperdício na construção: reutilizar 30% dos resíduos;</li> <li>• Reutilização de Recursos: reutilizar 05%;</li> <li>• Conteúdo Reciclável: 25% (residencial);</li> <li>• Materiais Regionais: 10%;</li> <li>• Materiais Rapidamente Renováveis: 05%;</li> <li>• Madeira Certificada: 30%.</li> </ul>
<p><b>Obs:</b> Considerando o MEDACNE ser uma metodologia piloto, o assunto construção sustentável ainda ser novo no Nordeste, e a fim de estimular a utilização da metodologia e o preenchimento dos critérios, foram reduzidas as porcentagens para cumprimento dos requisitos.</p>	

• **Exemplo de Adaptação da categoria Materiais e Recursos à região Nordeste:**

Considerando as peculiaridades do Nordeste, as paredes podem ser levantadas a partir do Superadobe. Apesar do nome sofisticado, o material nada mais é do que terra crua compactada em sacos de prolipropileno. Outra opção são os tijolos de solo-cimento, como o nome diz, uma mistura de barro com cimento. Dispensam o uso de argamassa, ao encaixar-se um no outro. A ventilação natural é garantida por pequenas saliências no telhado. Viradas na direção correta, elas recebem e distribuem o ar fresco pelos cômodos. Com disposição e vontade de fazer diferente, os telhados cobertos com grama funcionam como excelentes isolantes térmicos, tanto para o frio quanto para o calor (Prada, 2005).

O impacto ambiental destas tecnologias é quase nulo, e seus custos muito baixos. Elas dispensam a necessidade de produtos pré-fabricados, logo promovem a independência dos pequenos construtores em relação às indústrias (Prada, 2005).

### **5.3.5 - Qualidade Ambiental Interna (QAI)**

Esta é uma categoria importante porque para os edifícios ambientalmente corretos, a preocupação não se restringe apenas aos aspectos de construção e ao produto final, mas também ao bem-estar do usuário que irá habitar tais empreendimentos. Sendo assim, são aspectos considerados: a qualidade do ar que irá circular internamente, a adoção de soluções que minimizem a entrada de ruídos, o uso de instalações duradouras que evitem processos de construções e reformas. Ainda estão incluídos a utilização da iluminação natural, e a introdução da luz solar nos compartimentos.

Até décadas atrás, a única exigência que era feita ao construir uma edificação era que ela desse ao homem condições apropriadas para que o mesmo desenvolvesse suas atividades, fossem elas produtivas ou de lazer (Carmo, 1999).

Com o passar do tempo e com a evolução do conhecimento do homem sobre o ambiente interno e o externo ao edifício, outras exigências foram progressivamente sendo adicionadas aos requisitos básicos já conhecidos (segurança da edificação e impermeabilidade e/ou estanqueidade a chuvas, ventos e neve, por exemplo). Cada vez mais, a questão do conforto - seja ele higrotérmico, visual, olfativo ou auditivo - foi sendo valorizada. Novos produtos foram criados, novas técnicas de construção foram incorporadas, sempre com o objetivo de garantir ao homem locais adequados para suas atividades com o menor gasto possível (Carmo, 1999).

Se, por um lado, houve uma preocupação crescente com a economia de energia, por outro, a qualidade do ar interno (QAI) foi deixada de lado. Controles e avanços nos sistemas automatizados causaram uma redução dramática nas perdas de energia nos últimos trinta anos e as taxas de infiltração de ar caíram. O resultado disso é que as concentrações médias dos vários poluentes no ar interno aumentaram substancialmente. Registros externos (*dampers*) de entrada de ar eram dispostos de modo a permitir um mínimo de captação de ar, ou mesmo eram fechados para diminuir os gastos com refrigeração (Carmo, 1999).

Hoje, sabemos que uma série de poluentes - dentre eles, monóxido de carbono, dióxido de carbono, amônia, óxido de enxofre e nitrogênio - são produzidos dentro do edifício por materiais de construção baseados em solventes orgânicos, por materiais de limpeza, mofo,

bolor, metabolismo humano e também pelas próprias atividades do homem, como cozinhar ou lavar e secar roupas. Tais poluentes comprometem a saúde e o rendimento do trabalho dos usuários (Carmo, 1999).

Internamente ao edifício, a qualidade ambiental está principalmente relacionada com a qualidade do ar interno e fortemente relacionada com a saúde dos usuários do edifício, com reflexos nas atividades desenvolvidas, seja por sua produtividade ou seu absenteísmo. Quase sempre um edifício comercial dispõe de sistema ativo de conforto ambiental, dadas suas condições peculiares de carregamento térmico. Os equipamentos centrais de ar condicionado atuam, portanto, na questão ambiental externamente, já que são os maiores consumidores de energia em edifícios comerciais, e também internamente, já que de seu correto funcionamento depende a ventilação adequada do ambiente (trocas de ar interno por externo), e a insuficiência da ventilação está relacionada com mais da metade dos problemas de qualidade do ar interno (Antonioli, 2004).

Muitas ações para conservação de energia em prédios têm o potencial de afetar positiva ou negativamente as concentrações de poluentes internas, condições de conforto térmico e qualidade da iluminação. Estas e outras características ambientais internas, que são genericamente referidas como qualidade ambiental interna, podem influenciar a saúde, o conforto e a produtividade dos ocupantes de um prédio. Mesmo pequenas alterações na saúde e na produtividade podem ser financeiramente significativas, às vezes excedendo os benefícios financeiros provenientes da conservação de energia. Estes benefícios provenientes de melhorias na QAI podem servir de estímulo a investimentos em eficiência energética. É importante que estas considerações sobre QAI sejam explicitamente reconhecidas anteriormente à seleção e implementação de ações para eficiência energética em prédios (Milanez, 2001).

Possuir um edifício saudável significa, ao menos, ter uma boa qualidade interior do ar, através do uso de adequadas taxas de ventilação, de sistemas de automação predial e de um monitoramento contínuo das instalações (Carmo, 1999).

A tabela 5.5 compara os pré-requisitos e créditos existentes na metodologia base, e as alterações efetuadas pelo novo sistema MEDACNE, referentes à categoria Qualidade Ambiental Interna.

**Tabela 5.5. Tabela Comparativa LEED™ x MEDACNE: Qualidade Ambiental Interna**

LEED™	MEDACNE
<p><b>Pré – Requisitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempenho Mínimo de QAI.</li> </ul>	<p><b>Pré – Requisitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempenho Mínimo de QAI.</li> </ul>
<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento do Dióxido de Carbono (CO2);</li> <li>• Efetividade na Ventilação;</li> <li>• Plano de Gestão da Qualidade do ar interno: Durante a Construção;</li> <li>• Plano de Gestão da Qualidade do ar interno: Depois da Ocupação;</li> <li>• Baixa Emissão de Materiais: adesivos e selantes;</li> <li>• Baixa Emissão de Materiais: pintura;</li> <li>• Baixa Emissão de Materiais: carpete;</li> <li>• Baixa Emissão de Materiais: composição da madeira;</li> <li>• Controle da Origem dos Poluentes e Químicos Internos;</li> <li>• Controle dos Sistemas: espaço dos perímetros;</li> <li>• Controle dos Sistemas: sem espaço dos perímetros;</li> <li>• Conforto Térmico: De acordo com ASHRAE 55-1992.</li> <li>• Conforto Térmico: Sistemas de Monitoramento Permanente;</li> <li>• Iluminação Natural e Vistas: 75% dos espaços iluminados;</li> <li>• Iluminação Natural e Vistas: 90% dos espaços iluminados;</li> </ul>	<p><b>Créditos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acústica;</li> <li>• Controle ao Fumo de Tabaco no Ambiente (FTA);</li> <li>• Plano de Gestão da Qualidade do ar interno;</li> <li>• Controle de Fontes de Contaminação do Ar Interno;</li> <li>• Controle dos Sistemas e Conforto Térmico;</li> <li>• Iluminação Natural e Vistas: 02% em 75% dos ambientes para tarefas visuais críticas;</li> </ul>
<p><b>Obs:</b> Considerando o MEDACNE ser uma metodologia piloto, o assunto construção sustentável ainda ser novo no Nordeste, e a fim de estimular a utilização da metodologia e o preenchimento dos critérios, as porcentagens para cumprimento dos requisitos foram diminuídas.. Além disso, alguns critérios foram agrupados, ou mesmo retirados, devido ao alto nível de exigência para cumprimento de tais créditos.</p>	

• **Considerações:**

Medidas para reduzir a exposição aos contaminantes em uma residência de acordo com EPA (Carmo, 1999):

- Não fumar ou permitir que os outros o façam, caso o fumo não possa ser evitado, aumentar a ventilação na área em que o fumo é executado através da abertura de janelas ou do uso de ventiladores;
- Instalar exaustores ou ventiladores em cozinhas e banheiros para reduzir a exposição a agentes biológicos;
- Aparelhos que produzam combustão devem estar bem calibrados e posicionados em locais que permitam boas condições de exaustão de suas emissões;
- As bandejas de água de condicionadores de ar, umidificadores e refrigeradores devem ser limpas com frequência. Carpetes ou tapetes molhados devem ser limpos e removidos;
- Utilizar o porão como uma área de vivência somente se ele tiver uma ventilação adequada e não tiver vazamentos. Usar umidificadores de ar, caso necessário, mantendo a umidade entre 30 e 50%;
- Ao utilizar produtos de limpeza, certificar-se de utilizá-los somente em locais com boas condições de ventilação e de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante;
- Lareiras devem ser verificadas frequentemente, para limpeza e manutenção.

### **5.3.6 –Inovação e Processo de *Design***

Esta categoria visa premiar algum edifício que tenha se sobressaído em alguma das categorias antecessoras ou mesmo aplicado alguma estratégia diferente das avaliadas pela metodologia. Além disso, a utilização dos conceitos ecologicamente nos edifícios não impede o processo de criação e *design*, sendo este item também objeto de avaliação.

Tradicionalmente o processo de *design* foi ensinado e praticado como uma progressão linear para construção e ocupação. A maioria das decisões é baseada por custo, tempo e a qualidade do produto desejado. Ao planejar o desempenho de edifícios verdes, os projetistas devem estar atentos as conexões entre o meio ambiente, os proprietários, os custos de ciclo de vida e as implicações em termos de investimentos longos.

A tabela 5.6 compara os créditos existentes na metodologia base, e as alterações efetuadas pelo novo sistema MEDACNE, referentes à categoria Inovação e Processo de *Design*.

**Tabela 5.6 - Tabela Comparativa LEED™ x MEDACNE: Inovação e Processo de Design**

LEED™	MEDACNE
<b>Créditos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inovação em Design;</li><li>• Profissional Creditado pelo LEED™.</li></ul>	<b>Créditos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inovação em Design;</li></ul>
<b>Obs:</b> O crédito referente a profissionais não foi incluído devido ao fato de a metodologia MEDACNE ainda não possuir profissionais creditados.	

#### **5.4 – Adaptação ao Nordeste do Brasil**

Este tópico foi baseado na adaptação realizada pela metodologia EXACT, que adequou a ferramenta LEED™ à realidade de Portugal.

São verificadas algumas diferenças nos critérios exigidos pela MEDACNE quando comparada ao sistema base, e que consistem, de uma forma geral, em:

- Adaptação de normas e outras referências;
- Alteração de exigências;
- Inclusão ou exclusão de Pré-requisitos/Créditos;
- Uniformização da distribuição de Pré-requisitos e Créditos.

##### **5.4.1 – Adaptação de normas e outras referências**

O fato de muitas normas e outras referências utilizadas pelo sistema base (e pelas quais se regem muitos dos Pré-requisitos/Créditos nele patentes) se aplicarem, tipicamente, aos Estados Unidos da América, condicionou, em alguns casos, a adaptação de alguns critérios do LEED™ à realidade do Nordeste brasileiro.

Dessa forma, buscou-se incorporar ao novo sistema, sempre que possível, normas, referências e regulamentações utilizadas usualmente no Brasil, e quando possível, mais especificamente ao Nordeste do Brasil.

##### **5.4.2 – Alteração de exigências**

Como já foi citado, a metodologia proposta nesta dissertação é um projeto piloto, que ainda será aperfeiçoada nas versões futuras, e foi considerada para adequação à realidade da região Nordeste. O assunto “sustentabilidade na construção” ainda é recente no país, e mais ainda na área em estudo. Dessa forma, a aplicação da metodologia LEED™ sem alterações, mostra-se difícil, sendo necessário muitas vezes à inclusão ou exclusão de Pré-

Requisitos/Créditos, a diminuição de porcentagens, e em alguns casos a desconsideração destas taxas.

As alterações realizadas ao sistema base visaram, na maioria dos casos, a diminuição das porcentagens impostas. Por exemplo, no Crédito relativo ao Uso Eficiente da Água para Irrigação (Categoria: Eficiência do Uso da Água, crédito 01) o sistema base impunha uma redução de pelo menos 50%. Porém a MEDACNE não considerou nenhuma porcentagem, apenas o critério. Neste caso, o edifício em análise deve apresentar algum sistema em que a água usada para irrigação seja proveniente das águas servidas da edificação, não necessitando de taxas inicialmente para avaliação. Pretende-se, no entanto, em versões posteriores do presente sistema, voltar a incluir as porcentagens originalmente propostas pelo LEED™ (ou mesmo excedê-las), através de uma adaptação gradual, para que exista aderência ao sistema e se crie mercado para o mesmo.

Conclui-se então que, assim como a EXACT, a metodologia MEDACNE apresenta uma menor exigência do que o sistema de partida.

#### **5.4.3 – Inclusão ou Exclusão de Pré-requisitos ou Créditos**

A inclusão de determinados Pré-requisitos e Créditos revelou-se importante na nova metodologia por dois motivos principais:

- Existem objetivos ambientais básicos que, no Nordeste, ainda não são satisfeitos;
- Considerou-se importante à referência de aspectos não consagrados no LEED™, como por exemplo a inserção do crédito Acústica (Categoria: Qualidade do Ar Interno, crédito 01);

Finalmente, a exclusão de alguns Pré-requisitos/Créditos deve-se ao fato de a situação atual do Nordeste brasileiro ainda não permitir o seu cumprimento. Assim, é necessária uma evolução da região no sentido de, no futuro, os Pré-requisitos/Créditos excluídos poderem ser integrados a metodologia.

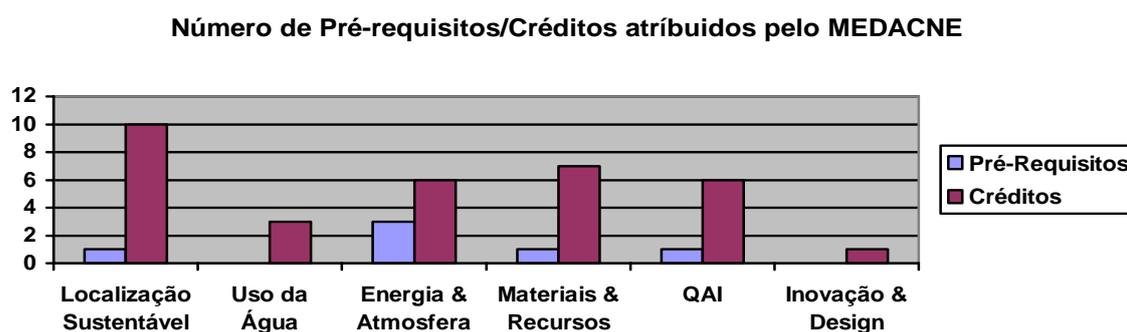
#### **5.4.4 – Avaliação e Classificação**

No desenvolvimento da MEDACNE optou-se por não atribuir pontos ao cumprimento dos créditos. No sistema base, cada crédito equivale a 01(hum) ou 02 (dois) pontos, e o total final de pontos gera um nível de classificação. Essa forma de avaliação do MEDACNE foi

realizada devido à inexistência de dados atuais que permitam concluir acerca da maior ou menor importância dos diferentes créditos para o Nordeste.

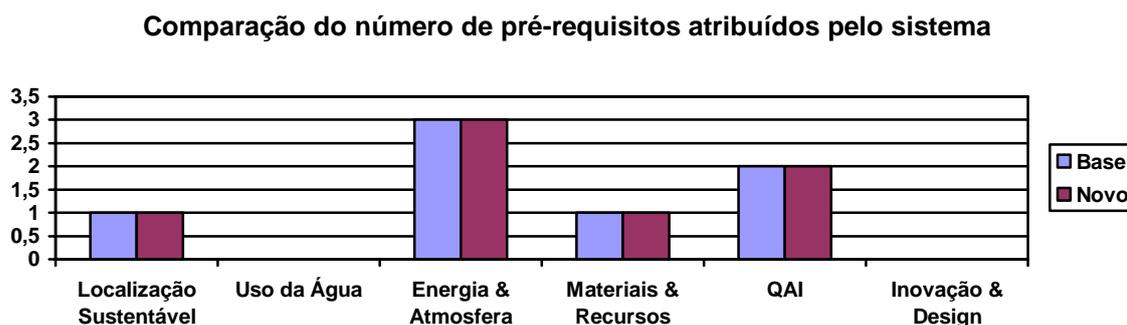
A existência dos Pré-requisitos em quase todas as áreas permite aumentar o nível de exigência do sistema. A exigência de Pré-requisitos em quase todas as áreas (gráfico 5.2) - com exceção da área da Eficiência do Uso da Água e Inovação e Processo de Design - e a uniformização dos números de créditos no sistema MEDACNE são visíveis no gráfico 5.1.

**Gráfico 5.1 – Número de Créditos atribuídos por área no sistema MEDACNE**



O Gráfico 5.2 apresenta as comparações do número de Pré-requisitos atribuídos, respectivamente, pelo sistema base e pelo novo sistema, por área.

**Gráfico 5.2 - Número de Pré-requisitos atribuídos pelo MEDACNE e LEED™**



Verifica-se através do gráfico acima que o número de pré-requisitos atribuídos pelo sistema base, o LEED™, e a metodologia proposta, o MEDACNE não foi alterado.

Considerando os pré-requisitos e créditos definidos para o MEDACNE, e ponderando ainda que a metodologia é um projeto piloto e o mercado no qual está sendo desenvolvida esta ferramenta ser uma área onde o tema “construção sustentável” é recente, verificando poucas práticas ecologicamente corretas na construção civil, a forma de classificação será realizada

da seguinte maneira (quadro 5.1):

**Quadro 5.1. Método de Avaliação e Classificação do MEDACNE**

<b>Classificação</b>	<b>Método</b>	<b>Considerações</b>
<b>Regular</b>	(mínimo) Computou créditos em pelo menos 03 categorias e pré-requisitos em 02 categorias;	Edifícios que se propuseram a possuir um mínimo de aspectos ambientais básicos;
<b>Bom</b>	(mínimo) computou créditos em 04 categorias e pré-requisitos em 03 categorias.	Os requisitos ambientais são encontrados mais freqüentemente;
<b>Muito Bom</b>	(mínimo) computou créditos em 04 categorias e pré-requisitos em 05 categorias.	A edificação possui um nível alto de preocupações ambientais;

Assim como o LEED™, a MEDACNE irá avaliar o empreendimento por meio de um *checklist* (figura 6.4, p.86). Porém o sistema LEED™, como já foi explicado, pontua cada critério e estabelece uma classificação, de aprovado ou níveis superiores de classificação quando o empreendimento atinge 26 ou mais pontos.

O MEDACNE considera que:

- O mínimo a ser cumprido para que o edifício possa ser considerado **Regular** é a efetuação de créditos em pelo menos 03 categorias, e a efetuação de pré-requisitos em 02 categorias. Dessa forma, o empreendimento pode ter cumprido todos os créditos, mas se não efetuou ao menos 02 pré-requisitos ele não atingirá nem o mínimo que é **Regular**;
- Em contrapartida o cumprimento de um mínimo de 05 pré-requisitos em categorias diferentes e créditos em 04 categorias, o que pode ser considerado um nível alto para o Nordeste, certifica o empreendimento como **Muito Bom**;
- Um nível intermediário entre as duas classificações é a certificação **Bom**, proposta através de uma média entre as duas definições.

## 5.5 – Formatação do Guia de Aplicação

O Guia de Aplicação (anexo 01, p.107) da MEDACNE possui uma estrutura semelhante ao LEED™, inserindo 01 (um) item, o tópico *considerações*, que consiste nas observações a serem feitas sobre as adequações pertinentes à realidade do Nordeste brasileiro, e fornece sugestões a serem seguidas para alcance dos objetivos, funcionando também como um guia auxiliar. Portanto o guia de aplicação MEDACNE consta de:

- **Objetivo:** o que este critério ou sub-critério deve atingir;
- **Critérios:** são os procedimentos, leis, normas a serem seguidas;

- **Considerações:** observações a serem feitas sobre as adequações ao Nordeste brasileiro, e sugestões para alcance dos objetivos. Além disso, este item fornece alguns textos para contextualização dos critérios, ou mesmo indicação de fontes de pesquisa para melhor aprofundamento no assunto.
- **Tecnologias e Estratégias:** sugere tecnologias e estratégias existentes como solução para as questões abordadas.

#### **5.6 - Quadro comparativo: LEED™ x MEDACNE**

O Quadro 5.2 compara o sistema base, LEED™ e a metodologia proposta MEDACNE em diversos aspectos, como: Local de Avaliação, Empreendimentos Avaliados, Categorias de Análise, Guia de Avaliação, e Classificação e Pontuação.

**Quadro 5.2. Resumo das principais características do LEED™ e MEDACNE**

	<b>LEED™</b>	<b>MEDACNE</b>
<b>Local de Avaliação</b>	EUA	Nordeste - Brasil
<b>Empreendimentos Avaliados</b>	Edifícios comerciais (escritórios, institucional, hotéis e edifícios residenciais com mais de 04 pavimentos).	Edifícios Residenciais (até 03 pavimentos).
<b>Categorias de Análise</b>	Localização Sustentável Eficiência do Uso da Água Energia e Atmosfera Materiais e Recursos Qualidade Ambiental Interna Inovação e Design	Localização Sustentável Eficiência do Uso da Água Energia e Atmosfera Materiais e Recursos Qualidade Ambiental Interna Inovação e Design
<b>Guia de Avaliação</b>	<b>Intent:</b> o que este critério ou sub-critério deve atingir; <b>Requirements:</b> são os procedimentos, leis, normas a serem seguidas; <b>Submittals:</b> quem deve ser responsável para avaliação se tal critério ou sub-critério foi cumprido; <b>Potencial Technologies &amp; Strategies:</b> sugere tecnologias e estratégias existentes como solução para as questões abordadas.	<b>Objetivo:</b> o que este critério ou sub-critério deve atingir; <b>Critério:</b> são os procedimentos, leis, normas a serem seguidas; <b>Considerações:</b> observações a serem feitas sobre as adequações ao Nordeste brasileiro, e sugestões para alcance dos objetivos, funciona como um guia. <b>Tecnologias e Estratégias:</b> sugere tecnologias e estratégias existentes como solução para as questões abordadas.
<b>Método de Avaliação</b>	Utiliza uma lista de pré-requisitos ( <i>checklist</i> ) sendo atribuídos créditos baseado em uma lista de objetivos pré-selecionada. A classificação final é obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias.	Também utiliza um <i>checklist</i> , sendo atribuídos créditos baseado em uma lista de objetivos pré-selecionada.
<b>Classificação e Pontuação</b>	<b>Certificado</b> – 26 a 32 pontos; <b>Prata</b> – 33 a 38 pontos; <b>Ouro</b> – 39 a 51 pontos; <b>Platina</b> – 52 ou mais pontos	<b>Regular-</b> (mínimo) Computou créditos em pelo menos 03 categorias e pré-requisitos em 02 categorias; <b>Bom:</b> (mínimo) Computou créditos em 04 categorias e pré-requisitos em 03 categorias; <b>Muito Bom:</b> (mínimo) computou créditos em 04 categorias e 05 pré-requisitos.

## 5.7 – Considerações Finais

As metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios vêm contribuindo nestes últimos anos para uma geração de menores impactos ambientais do setor imobiliário, pois além de avaliar os empreendimentos que se propõe a possuir uma certificação ambiental, fornece referências de desempenho, opções de tecnologias e soluções de menor impacto adequadas à realidade de cada país ou região. Embora o investimento inicial para a inserção

de tais tecnologias seja algumas vezes maior, os benefícios econômicos são verificados durante a fase de manutenção e operação do empreendimento. Outro fator destacável é a sua utilização como um guia auxiliatório para arquitetos, engenheiros e projetistas desenvolverem suas edificações considerando os critérios da sustentabilidade.

Neste estudo foi desenvolvida uma metodologia baseada no sistema americano LEED™. Porém foi verificado que muitos destes critérios utilizados para avaliar o empreendimento, e adotados pelo MEDACNE, possuem um nível de exigência alto, e como este assunto ainda é recente no Brasil, e mais ainda no Nordeste, observou-se que a região não comporta um sistema de avaliação com estes graus de requisitos. Sendo assim, para um melhor conhecimento e adoção desta metodologia em suas obras, por parte de engenheiros, arquitetos e projetistas, seria necessário a exclusão de algumas categorias exigidas na metodologia, ou o abrandamento das exigências para cumprimento dos requisitos.

A exclusão de alguns créditos, ou mesmo a remoção destes créditos para outras categorias, justifica-se pelo fato da necessidade de ajustes de uma metodologia existente, o LEED™, desenvolvida para um país norte americano, e a sua adaptação à realidade do Nordeste brasileiro. Os créditos retirados dificilmente serão cumpridos por edificações na área em estudo, o que dificultaria ainda mais a certificação destes empreendimentos e a propagação deste tema na região.

Neste capítulo foi definido ainda a forma de classificação do MEDACNE, considerando o abrandamento das exigências. Estabeleceu-se também que, para cada critério não seriam atribuídos pontos, e a avaliação funcionará a partir do número de créditos e pré-requisitos que forem efetuados.

## **Capítulo 6**

### **Estudo de Caso:**

### **Residencial Maria Gurgel**

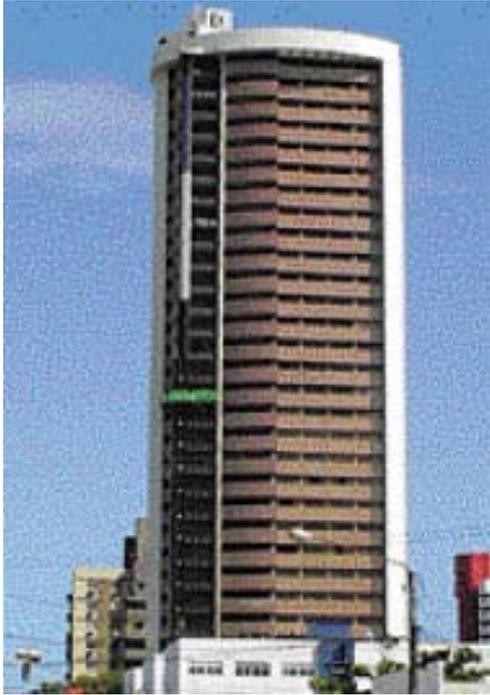
A análise da aplicação do MEDACNE em um estudo de caso real serviu não apenas para classificar o empreendimento em questão, mas, principalmente, para tornar possível a realização de uma auto-avaliação da metodologia. Desta forma, e uma vez que a adaptação correta do novo sistema à região Nordeste do Brasil exige a sua aplicação prática, iniciou-se o processo de identificação dos ajustes finais necessários.

#### **6.1 – Edifício Maria José Gurgel**

O edifício Maria Gurgel localiza-se em Natal – RN, tendo o início das obras datado do ano 2000 e a sua conclusão em 2004 (figuras 6.1, 6.2 e 6.3). A EC engenharia é a empresa responsável, juntamente com mais 06 escritórios de consultoria em setores específicos como o de telecomunicações, automação, instalações em geral, segurança, inclusive contra incêndio e outros sinistros.

A edificação possui um terreno com área de 2.523m<sup>2</sup>, sendo a área construída de 16419m<sup>2</sup>, e a área privativa de cada unidade é de 334m<sup>2</sup>. Ressalta-se a existência de 34 pavimentos.

A coordenação da obra foi atribuída a Construtora Ramalho Moreira, sendo o projeto de arquitetura de Fabiano Pereira, o cálculo estrutural e o projeto de alvenaria de Nassar Engenharia Estrutural, o projeto das Instalações Prediais da AR Projetos, o projeto de Automação e Luminotécnica da Bosco Associados, o projeto de Esquadrias, Fachada e Isolamento Acústico da ACE Consultores, a consultoria de fundações de Gusmão & Associados, a compatibilização de projetos e interiores das áreas comuns é da ARTS Arquitetura, o projeto de pressurização de escadas e ar condicionado é da Comtérmica, e o controle tecnológico de materiais é da Consultec.



**Figura 6.1 – Vista frontal do edifício Maria José Gurgel**



**Figura 6.2 – Vista em perspectiva do edifício em estudo**



**Figura 6.3 – Vista em perspectiva do edifício em estudo**

## 6.2 – Avaliação do Estudo de Caso

O *checklist* utilizado para avaliação do edifício pode ser visto na figura 6.4. Cada categoria apresenta os seus Pré-requisitos e Créditos, algumas apenas os créditos.

Na primeira coluna podem ser verificados os itens referentes ao cumprimento ou não dos pré-requisitos/créditos, representados por **S** (sim), **i** (incompleto), **N** (não); a segunda coluna refere-se ao item ser pré-requisito ou crédito; e por fim, a terceira coluna descreve os itens que estão sendo avaliados.

<b>Localização Sustentável</b>		
		<b>MEDACNE</b> SUSTENTABILIDADE PARA O NORDESTE
<b>S i N</b>	Pré-req. 01	Controle de Erosão e Sedimentação
<b>S i N</b>	Crédito 01	Seleção do Local
<b>S i N</b>	Crédito 02	Expansão Urbana
<b>S i N</b>	Crédito 03	Reabilitação de Áreas Contaminadas
<b>S i N</b>	Crédito 04	Transporte Alternativo: Acesso ao Transporte Público
<b>S i N</b>	Crédito 05	Transporte Alternativo: Segurança de Bicicletas
<b>S i N</b>	Crédito 06	Transporte Alternativo: Combustível Alternativo
<b>S i N</b>	Crédito 07	Transporte Alternativo: Estacionamento
<b>S i N</b>	Crédito 08	Redução de Distúrbios dos Locais: Proteção e Recuperação espaços abertos
<b>S i N</b>	Crédito 09	Redução Ilhas de Calor
<b>S i N</b>	Crédito 10	Redução Poluição Luminosa
<b>Eficiência do Uso da Água</b>		
<b>S i N</b>	Crédito 01	Eficiência do Uso da Água na Irrigação
<b>S i N</b>	Crédito 02	Novas Tecnologias p/ águas Residuárias
<b>S i N</b>	Crédito 03	Redução do Uso da Água
<b>Energia e Atmosfera</b>		
<b>S i N</b>	Pré-req. 01	Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício
<b>S i N</b>	Pré-req. 02	Desempenho Mínimo de Energia
<b>S i N</b>	Pré-req. 03	Redução de CFC's em equipamentos AVAC&R
<b>S i N</b>	Crédito 01	Otimização do Desempenho Energético
<b>S i N</b>	Crédito 02	Energia Renovável

S i N	Crédito 03	Poder Verde
S i N	Crédito 04	Comissionamento Adicional
S i N	Crédito 05	Proteção Camada de Ozônio
S i N	Crédito 06	Medição e Verificação
<b>Materiais e Recursos</b>		
S i N	Pré-req. 01	Armazenamento e Seleção de Recicláveis
S i N	Crédito 01	Reutilização do Edifício
S i N	Crédito 02	Gerenciamento do Desperdício na Construção
S i N	Crédito 03	Reutilização de Recursos
S i N	Crédito 04	Conteúdo Reciclado
S i N	Crédito 05	Materiais Regionais
S i N	Crédito 06	Materiais Rapidamente Renováveis
S i N	Crédito 07	Madeira Certificada
<b>Qualidade Ambiental Interna</b>		
S i N	Pré-req. 01	Desempenho Mínimo de IAQ
S i N	Crédito 01	Acústica
S i N	Crédito 02	Controle ao Fumo de Tabaco no Ambiente (FTA)
S i N	Crédito 03	Plano de Gestão da Qualidade do ar Interno
S i N	Crédito 04	Controle de Fontes de Contaminação do Ar Interno
S i N	Crédito 05	Controle dos Sistemas e Conforto Térmico
S i N	Crédito 06	Iluminação Natural e Vistas
<b>Inovação e Processo de <i>Design</i></b>		
S i N	Crédito 01	Inovação em <i>Design</i>

**Figura 6.4 – Checklist utilizado na avaliação do edifício em estudo**

### **6.2.1 – Localização Sustentável**

O Edifício Maria José Gurgel possui uma garagem em subsolo, para realizar escavação e evitar possíveis erosões. Foi executada uma cortina atirantada de “pirulitos” de concreto em todo o perímetro do edifício, cumprindo o Pré-Requisito: **Controle de Erosão e Sedimentação.**

A edificação foi construída conforme as exigências legais locais, em local apropriado, o que preenche o crédito **Seleção do Local**. Além disso, possui uma boa estrutura de transporte público, estando a menos de 250 m de uma estação de ônibus, cumprindo o crédito: **Transporte Alternativo: Acesso ao Transporte Público**.

Embora a cidade de Natal possua uma boa rede de abastecimento de gás natural, a edificação em estudo encontra-se fora da área de abrangência mínima estabelecida para cumprimento do crédito **Transportes Alternativos: Transporte com Combustível Alternativo**. Em relação à percentagem mínima exigida para vagas de estacionamento, verifica-se que o edifício atende as normas municipais, o que cumpre o crédito: **Transporte Alternativo: Estacionamento**.

Quanto à redução da poluição luminosa foi utilizado um sistema de fachada cortina, tipo Pele de Vidro, formada por vidros com reflexão externa de 22%, reflexão interna de 14%, Fator solar 34%, Coeficiente de sombreamento 0,39, e Transmissão Luminosa 27%, que proporcionou uma boa transmissão luminosa, associada a uma reflexão externa satisfatória, e principalmente uma baixa absorção de calor. Esta preocupação atende as exigências do crédito: **Redução da Poluição Luminosa**.

### 6.2.2 – Eficiência do Uso da Água

Nenhum crédito foi cumprido nesta categoria. Em relação ao uso da água existem apenas hidrômetros que foram instalados nas entradas de água de cada apartamento, porém este controle é feito pelo condomínio, e a finalidade deste procedimento é de reduzir custos para os clientes.

### 6.2.3 – Energia e Atmosfera

O pré-requisito **Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício** que busca assegurar que os elementos e sistemas fundamentais dos edifícios estejam projetados, instalados e calibrados para funcionar como pretendido, foi executado de forma incompleta pelo empreendimento em estudo, de maneira que algumas exigências foram cumpridas e outras não. Neste contexto, a edificação apresenta os seguintes sistemas:

- Sistema detecção para informar o estado das bombas de incêndio, bem como informar a pressão na rede de hidrantes e *sprinklers*;

- Sistema detecção para informar os níveis dos reservatórios, bem como acionar a bomba de recalque quando da necessidade de abastecimento dos mesmos;
- Sistema detecção para informar comandar iluminação de acordo com a necessidade do Condomínio;
- Sistema para verificar tensão das fases nos quadros elétricos;
- Controle do Gerador quanto a tensão de energia gerada;
- Possibilidade de implantação de central de automação interna dos apartamentos, para controle de iluminação e dispositivos elétricos. Através de projeto personalizado, de acordo com a necessidade do proprietário.

O edifício possui ainda um sistema para aquecimento solar que funciona através de captação da luz do sol, onde a água fria passa por serpentina localizada nas placas coletoras e retorna para um *boiler*, que serve como reservatório de água quente. Quando a eficiência energética dos coletores solar não é satisfatória, são ligadas resistências elétricas para atingir a temperatura necessária. Devido a altura da coluna de abastecimento dos apartamentos ser considerável (95m), foi instalada uma bomba para recirculação da água, caso esta esteja com uma temperatura inferior a 37,5°C. Este sistema preenche o critério de **Energia Renovável** que visa substituir uma fração do uso total de energia do edifício por uso de sistemas de energia renováveis, no local, incluindo estratégias solares, eólicas, geotérmicas, de biomassa e hídricas.

Os elevadores sociais da edificação possuem um controle de chamadas dos pavimentos, no qual um deles sempre funcionará do subsolo até o pavimento intermediário, e o segundo elevador trabalhará do pavimento intermediário até a cobertura, com a função de atender a chamada através do menor percurso e economizar energia. Porém apenas esta forma de redução de energia não preenche nenhum aspecto desta categoria.

Um item a ser destacado neste edifício, mas que também não preenche nenhum critério, é um grupo de gerador que foi dimensionado para atender todo o edifício, exceto Elevador de Serviço, Resistência dos *Boilers* e Sauna. Estes geradores possuem acionamento automático, que entra em funcionamento quanto falta energia na concessionária. A transferência do grupo de gerador para Concessionária, também é automática, e isto é feito quando a tensão e a carga da Concessionária está restabelecida, este período dura em torno de 2min. Caso, haja um novo período de apagão, o edifício está pronto para atender seus clientes sem prejudicar o conforto dos mesmos.

Quanto ao critério **Medição e Verificação** o edifício não preencheu totalmente as exigências por apresentar sistemas de medição e verificação de alguns aspectos e outros não.

#### **6.2.4 – Materiais e Recursos**

Durante todo o período de construção do edifício, foi implantado um programa de coleta seletiva, em conjunto com a Prefeitura Municipal, com a finalidade de diminuir as retiradas de entulhos, e ajudar na preservação do meio ambiente com a reciclagem de materiais como metais, plásticos, papéis e vidros, e, ainda, incentivar os funcionários na preservação do meio ambiente. O programa, também, está sendo implantado pelo Condomínio. Este programa cumpre as exigências do Pré-requisito **Armazenamento e Seleção de Recicláveis**, que sugere providenciar uma área de acesso fácil (e devidamente identificada) que atenda todo o edifício e seja dedicada para a separação, coleta e estocagem de material para reciclagem, incluindo (no mínimo) papel, (cartão), vidros e embalagens.

#### **6.2.5 – Qualidade Ambiental Interna**

A preocupação **acústica** visou um maior conforto interno aos usuários, através da diminuição da entrada de poluição sonora, utilizando esquadrias de alumínio e madeira mais eficientes. Quanto às esquadrias de alumínio, foram utilizados perfis mais robustos que os aplicados costumeiramente, vidros monolíticos de 6mm que permitem uma maior diminuição no comprimento da onda sonora. Quanto às esquadrias de madeira, verifica-se o uso de portas de madeira maciça sem bandeirola, e com uma guarnição instalada na caixa que permite melhor vedação do ambiente.

Para os usuários que necessitaram de uma maior eficiência acústica dos sistemas foi utilizado um isolamento no forro das suítes, a partir de lâ-de-rocha com espessura de 50mm e um forro falso de gesso acartonado. Nas esquadrias foram preenchidos os perfis com lâ-de-rocha, espessura 25mm, e substituídos os vidros monolíticos por vidros laminados de 7mm, dessa forma, obtêm-se dois vidros com espessura diferente, o que gera um maior encurtamento da onda sonora.

Essas especificações acústicas preenchem o crédito **Acústica**.

Embora a presença deste sistema não cumpra nenhum critério o edifício possui um Sistema de Detecção Endereçável: com detectores de fumaça, gás, e de temperatura, acionadores e alarmes (sonoros e visuais) interligados com uma central situada na sala de controle, indicando o local do sinistro.

O Detector de Gás funciona interligado a uma válvula solenóide que ao constatar algum vazamento de gás, automaticamente corta o fornecimento para o determinado ponto, e, ainda toca um alarme na central para efeito de verificação por parte do administrador do edifício. A interligação com o sistema de automação, para em caso de diagnóstico de sinistro, aciona o retorno dos elevadores ao pavimento térreo, e aciona o sistema de pressurização das escadas.

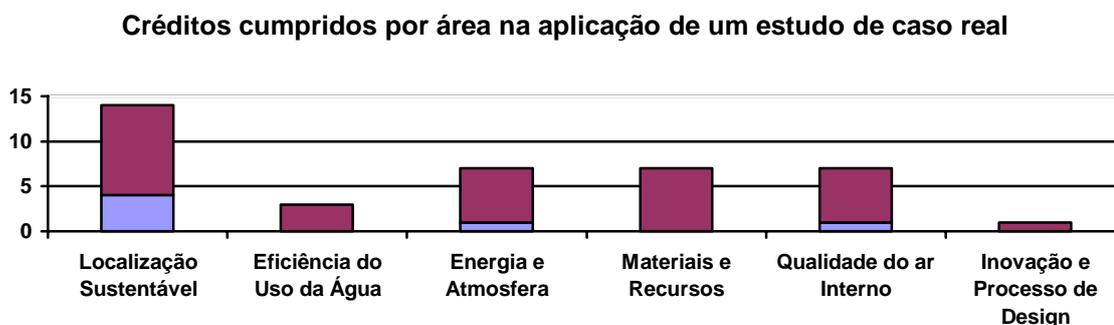
### 6.2.6 – Inovação e Processo de *Design*

Esta categoria objetiva proporcionar a equipe de projetistas a oportunidades de serem premiados por um desempenho excepcional acima dos requisitos MEDACNE e ou desempenho inovador em categorias verdes não especificamente definidos pelo MEDACNE. Dessa forma, o edifício em questão não cumpriu este crédito, visto que ele possui algumas características ambientalmente corretas, mas não excedeu substancialmente nenhuma delas, ou propôs a inserção de itens inovadores, além dos descritos na metodologia.

### 6.3 – Resultado da Avaliação do Estudo de Caso

Como pode ser verificado no Gráfico 6.1, e de todo o tópico 6.2 (p.85), o edifício Maria José Gurgel preencheu pré-requisitos em 02 categorias, e cumpriu créditos também em 03 categorias, enquadrando-se na categoria **Regular**. Ainda de acordo com o gráfico, pode-se observar que a edificação apresentou melhor desempenho na categoria Localização Sustentável, na qual efetuou as exigências de 01 pré-requisito e 04 créditos.

**Gráfico 6.1 – Número de créditos cumpridos pelo edifício (Azul) x número de créditos do MEDACNE (vermelho)**



A tabela 6.1 apresenta os pré-requisitos e créditos que o edifício avaliado cumpriu e a sua classificação final.

**Tabela 6.1 – Avaliação final do edifício Maria José Gurgel**

Pré-Requisitos Cumpridos/por Categoria	Créditos Cumpridos	Classificação Final
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Localização Sustentável:</b></li> <li>- Controle de Erosão e Sedimentação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Localização Sustentável:</b></li> <li>- Seleção do Local;</li> <li>- Transporte Alternativo: Acesso ao Transporte Público;</li> <li>- Transporte Alternativo: Estacionamento;</li> <li>- Redução da Poluição Luminosa.</li> </ul>	<p><b>Regular</b> Computou créditos em pelo menos 03 categorias e pré-requisitos em 02 categorias;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Materiais e Recursos:</b></li> <li>- Armazenamento e Seleção de Recicláveis;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Energia e Atmosfera:</b></li> <li>- Energia Renovável;</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Qualidade Ambiental Interna:</b></li> <li>- Acústica.</li> </ul>	

#### 6.4– Considerações Finais

Ressalta-se neste estudo, que embora o edifício tenha sido classificado como **Regular**, este apresenta um resultado satisfatório para os padrões locais, que usualmente não consideram nenhum critério relativo as práticas ambientalmente corretas durante a fase projetual de uma edificação.

Verifica-se ainda que, existiu a preocupação com alguns assuntos presentes nos créditos do MEDACNE, mas que não foram considerados devido a não atingirem o nível de desempenho mínimo para cumprimento daquele item. Um exemplo disso é o crédito Medição e Verificação, que pode ser encontrado na categoria Energia e Atmosfera. Neste caso, o edifício possuía algumas características que preenchiam o crédito, mas não cumpria todas as exigências. Este tipo de crédito foi considerado incompleto, e foi atribuído a letra “i” (incompleto) como símbolo.

É importante destacar que nenhuma medição foi realizada no edifício. Todos os dados foram baseados nas informações obtidas através de entrevista com profissionais responsáveis pela edificação na construtora. Sendo assim, os créditos foram atribuídos fundamentados nestes dados.

Para melhor verificação da utilização desta metodologia, é necessário a aplicação deste sistema em outros empreendimentos, ou seja, estudos de casos futuros, e em outras capitais do Nordeste.

## Capítulo 7

### Conclusões e Propostas Futuras

Este capítulo tem o intuito de abordar as conclusões do desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de desempenho ambiental em edifício, além da pesquisa bibliográfica e da pesquisa de campo, realizada em uma construtora localizada na cidade do Natal/RN, como também a análise crítica do trabalho e as recomendações para futuras pesquisas direcionadas às práticas ambientalmente corretas na construção civil.

#### 7.1 – Conclusões

Pretende-se neste item apresentar as conclusões dos resultados obtidos, focando as principais questões da pesquisa:

##### 7.1.1 – Ampliar conhecimento quanto à problemática ambiental e o desenvolvimento projetual de edificações.

Verificou-se a importância de um estudo mais detalhado sobre a relação destes dois assuntos, com o intuito de entender as origens dos problemas ambientais, até as consequências destas implicações para o mundo e a necessidade de buscar soluções para minimizar os efeitos gerados, introduzindo os conceitos de desenvolvimento sustentável.

Além disso, perceber o quanto o desenvolvimento do espaço urbano contribui de maneira agressiva para a degradação do meio ambiente, e como os agentes produtores do espaço urbano, neste caso mais especificadamente a construção civil, incorporou os parâmetros de sustentabilidade na produção dos novos empreendimentos.

Desta forma, a pesquisa mostrou que todas as formas de atuação danosas ao meio ambiente como a exaustão de recursos naturais, emissão de poluentes, descarte de resíduos sólidos, entre outras questões, poderão levar o mundo a um colapso total, e a indústria imobiliária atenta a essa problemática deu origem aos *green buildings*, que são edifícios que adotam no seu desenvolvimento questões como: fontes alternativas de energia, eficiência do

uso da água, controle de emissões de poluentes, utilização de materiais sustentáveis, entre outros aspectos.

A construção civil e o meio ambiente é um tema vasto que permite a abordagem mais profunda de diversos assuntos. Sendo assim, foram escolhidos esses tópicos para um detalhamento maior das Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental em Edifícios, que avaliam e certificam os empreendimentos que se submetem a esta análise, além de funcionar como um guia auxiliar para os projetistas do espaço urbano desenvolverem seus projetos sob as práticas ambientalmente corretas.

Assim, algumas metodologias existentes, e elaboradas para países como EUA, Japão, Reino Unido, foram extraídas da literatura, e estudadas com afinco, possibilitando a geração de conclusões para o desenvolvimento da MEDACNE.

### **7.1.2 - Conhecer, conceituar e identificar os principais elementos e objetivos que caracterizam os edifícios ecologicamente corretos**

Antes de iniciar os estudo das metodologias, fez-se importante estudar de forma mais detalhada os edifícios ecologicamente corretos, que como anteriormente citado, são edificações definidas, principalmente, a partir da utilização de fontes de energias alternativas, menor emissão de poluentes, uso de materiais recicláveis, sistemas de reciclagem das águas, maximização da iluminação natural, preservação de áreas verdes ou nativas, e adequada qualidade do ar interno.

Alguns exemplos de preocupações ambientais nas edificações de séculos anteriores foram exemplificadas, passando pelo desenvolvimento dos conceitos sustentáveis e de ciclo de vida, até a atual forma de projetar utilizando os parâmetros ecologicamente corretos, através dos quais puderam ser observados diversos benefícios.

Atualmente a utilização das diversas técnicas sustentáveis utilizadas na construção civil necessitou de uma avaliação para definir em qual nível “verde” se encontrava cada edifício. E assim, foram desenvolvidas as metodologias de avaliação ambiental em edifícios.

### **7.1.3 – Avaliação das proposições metodológicas existentes para avaliação de desempenho ambiental em edifícios.**

Dentro de um universo de diversas metodologias existentes, foram escolhidos 06 (seis) destes sistemas para uma caracterização mais abrangente. Em geral cada metodologia

apresenta categorias e dentro destas categorias, critérios de avaliação. Ao final, são computados pontos obtidos pela edificação que está sendo submetida a esta análise, e dependendo do seu desempenho quanto aos critérios ambientais exigidos, o edifício é classificado dentro de um nível de certificação.

As metodologias selecionadas foram: LEED™ (EUA), BREEAM (Reino Unido), *Green Building Challenge*, GBC (Canadá), NABERS (Austrália), PIMWAQ (Finlândia) e *Green Globes* (Canadá). Foi utilizado também o sistema português EXACT (Excelência Ambiental na Gestão Ambiental), que possui como metodologia base o LEED™, e por isso não foi discutido nesta pesquisa.

Dessa forma, o estudo destas metodologias proporcionou a adoção de uma das ferramentas estudadas como modelo base, devido a alguns fatores de adaptação. O LEED™, foi definido como referência para a proposição de uma metodologia de avaliação de desempenho ambiental adaptada para a realidade do Nordeste. Esta escolha deve-se ao fato de este esquema avaliar os empreendimentos através de um *checklist* de fácil compreensão, no qual os pré-requisitos e critérios são bem estruturados e de fácil adaptação a outros países ou regiões.

#### **7.1.4 – Desenvolvimento da MEDACNE (Metodologia de Avaliação para Construção no Nordeste)**

A MEDACNE foi desenvolvida a partir da metodologia base, o LEED™, e os aspectos importantes para definição deste esquema foram:

##### **a) Fatores relativos a clima e características da região que foram relevantes para desenvolvimento da MEDACNE.**

A construção Civil é uma indústria expressiva para geração de empregos no Nordeste, mas assim como no resto do mundo, é um setor que atua de forma danosa no meio ambiente.

Dessa forma, foi observado que o clima é um critério importante no momento de adaptação do sistema base para à realidade do Nordeste. As principais características climáticas apresentadas pela região foram, de uma forma geral: altas temperaturas durante quase todo o ano, um período de chuvas no inverno (meses de março a julho), além de uma alta umidade relativa do ar e boa velocidade dos ventos.

Os materiais que melhores se adaptam a região também foram pesquisados, como por

exemplo: pisos eco-cerâmicos frios (anexo 01, categoria Materiais e Recursos, crédito 04), que absorvem pouco calor, e não aquecem o ambiente, e são produzidos através de minerais naturais e reaproveitáveis, e além disso não levam pigmentos a base de metais pesados, sendo portanto sugerido na metodologia como um produto de baixo impacto ambiental.

Um exemplo de adaptação decorrente do estudo das características climáticas locais é o incentivo ao desenvolvimento de áreas para instalação de cata-ventos, e a captação de energia eólica, visto que as capitais litorâneas do Nordeste, como Fortaleza e Natal, possuem uma velocidade dos ventos consideráveis; ou mesmo a adoção nos empreendimentos de equipamentos que permitam a captação da energia solar, através da colocação de painéis solares nas edificações.

O estudo das peculiaridades da região permitiu a adequação dos pré-requisitos e créditos à realidade local, possibilitando sugestões de usos de materiais, fontes de energia, sistemas para captar água das chuvas, entre outras tecnologias.

#### **b) Estruturação MEDACNE: Guia de Aplicação**

O Guia de Aplicação, ou *rating system*, não possuiu alterações significativas na adaptação de um sistema para outro. Este manual que consiste nas referências e procedimentos a serem seguidos para atingir de forma satisfatória os itens definidos como essenciais, apresenta apenas um tópico distinto.

Verificou-se a necessidade de inserção deste item, de forma a tornar mais didática a metodologia proposta. Sendo assim, o aspecto **considerações**, que são as observações a serem feitas sobre as adequações ao Nordeste brasileiro, e sugestões para alcance dos objetivos, foi um tópico adotado pelo Guia de Aplicação da MEDACNE. Além disso, este item fornece alguns textos para contextualização dos critérios, ou mesmo indicação de fontes de pesquisa para melhor aprofundamento no assunto, como podemos observar no critério Madeira Certificada, dentro da categoria Materiais e Recursos, no qual é sugerido a consulta a uma manual disponível na Internet: “Madeira o uso sustentável na construção civil”.

#### **c) Estruturação MEDACNE: Categorias, Pré-Requisitos e Créditos**

Estruturalmente concluiu-se que deveriam ser adotadas as mesmas categorias do LEED™: Localização Sustentável, Eficiência do Uso da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade do Ar Interno e Inovação e Processo de *Design*. Porém

algumas modificações nas exigências para cumprimento dos critérios necessitaram ser realizadas.

Considerando que a metodologia proposta é um projeto piloto - e o aperfeiçoamento só irá ocorrer nos próximos estudos e versões - a introdução do tema na região Nordeste ser recente e a adoção das práticas sustentáveis pelos profissionais da construção civil serem ainda pontuais, as principais mudanças ocorreram para diminuir as porcentagens impostas. Essa redução foi baseada nos índices utilizados no sistema EXACT que foi adaptado a Portugal, e também necessitou de alterações, entre elas, a redução da maioria das porcentagens.

O objetivo destas alterações é que a MEDACNE seja menos exigente do que a metodologia base, para que seja melhor aceita inicialmente no mercado local, visto que do contrário nenhum edifício da região estaria apto, ainda, a ser certificado com níveis tão altos para cumprimento dos requisitos. Destaca-se que, o LEED™ possui algumas versões anteriores, e portanto, os níveis de exigência foram aumentando gradativamente.

A partir dos gráficos apresentados pode-se concluir que o número de pré-requisitos atribuídos pelo MEDACNE é o mesmo distribuído pela metodologia base, e que em relação ao número de créditos não há diferenças significativas entre os dois sistemas.

#### **d) Estruturação MEDACNE: Avaliação e Classificação**

No desenvolvimento da MEDACNE optou-se por não atribuir pontos ao cumprimento dos créditos. Na metodologia base são atribuídos 01 ou 02 pontos aos créditos, porém devido à inexistência de dados que permitam concluir acerca da maior ou menor importância entre os diferentes Créditos, a forma de avaliação e classificação foi reformulada.

Para uma avaliação mínima não foi necessário cumprir todos os pré-requisitos, como no sistema base. Porém, quanto mais pré-requisitos fossem atingidos melhor seria o desempenho do edifício na avaliação final. Além disso, mais uma vez foi ponderado que a metodologia é um projeto piloto e o mercado no qual está sendo desenvolvida esta ferramenta é uma área na qual o tema “construção sustentável” é recente, podendo ser verificadas poucas práticas ecologicamente corretas na construção civil. Sendo assim, concluiu-se que a melhor forma de classificação, neste momento, é a seguinte:

- **Regular:** (mínimo) computou créditos em pelo menos 03 categorias e pré-requisitos em 02 categorias;
- **Bom:** (mínimo) computou créditos em 04 categorias e pré-requisitos em 03 categorias.
- **Muito Bom:** (mínimo) computou créditos em 04 categorias e pré-requisitos em 05 categorias.

### **7.1.5 – Utilizar a metodologia desenvolvida para fazer uma análise crítica do projeto de um edifício localizado na região a fim de validar a metodologia proposta.**

A fim de validar a metodologia proposta, MEDACNE, foi necessário a aplicação deste sistema em um edifício localizado na região Nordeste, mas especificamente na cidade de Natal-RN. Dessa forma, foram realizadas algumas visitas à construtora EC engenharia em junho de 2005, a fim de coletar as informações necessárias para a avaliação do edifício Maria José Gurgel.

Primeiramente, a edificação foi submetida ao *checklist* do MEDACNE (figura 6.4), que continha as categorias, pré-requisitos e critérios de análise.

Em resumo, o edifício obteve melhor resultado na categoria Localização Sustentável, na qual o empreendimento conseguiu cumprir as exigências de 01 pré-requisito, controle de erosão e sedimentação, e 04 créditos: Seleção do Local, Transporte Alternativo: acesso ao transporte público, Transporte Alternativo: estacionamento e Redução da Poluição Luminosa.

Em contrapartida, a edificação não cumpriu nenhum crédito na categoria Eficiência do Uso da Água.

Na categoria Energia e Atmosfera, a edificação atingiu as exigências necessárias em 01 (hum) critério, Energia Renovável, visto que o Maria Gurgel apresentava um sistema de captação de energia solar. Ainda assim, o pré-requisito Commissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício, foi considerado incompleto, visto que apresentava apenas parte das exigências fundamentais.

Em relação à categoria Materiais e Recursos, o edifício apresentava um sistema para coleta diferenciada de lixo, que se enquadrava nos padrões exigidos pelo Pré-Requisito, Armazenamento e Seleção de Recicláveis.

Por fim, o edifício não conseguiu cumprir as exigências do crédito Inovação e Processo de *Design*, visto que não superou a metodologia em nenhuma categoria “verde”, ou mesmo apresentou categorias ou critérios “ecologicamente corretos” que não estivessem incluso na MEDACNE.

Como classificação final, o edifício Maria José Gurgel foi qualificado como **Regular**, na medida que cumpriu Pré-Requisitos em 02 categorias e créditos em 03 categorias.

#### **7.1.6 – Fornecer um guia auxiliar ao desenvolvimento de edificações sustentáveis para arquitetos e engenheiros.**

Além de um sistema para avaliar e certificar edifícios que queiram possuir um rótulo ambientalmente correto, o MEDACNE se propõe a ser um guia auxiliar para os arquitetos, engenheiros e urbanistas, construir suas edificações sob a ótica sustentável, na medida em que fornece os parâmetros, através das categorias e critérios, para que o empreendimento adote as estratégias ambientais durante a execução e pós-execução do edifício.

Sendo assim, mesmo que o empreendedor não deseje submeter a sua edificação a avaliação e certificação MEDACNE, ele pode apenas consultar a metodologia e seguir seus passos. Além disso, o guia de aplicação fornece estratégias para que os procedimentos “verdes” sejam colocados em prática da melhor maneira possível, através também da indicação de onde encontrar maior aprofundamento do assunto, ou mesmo textos que esclareçam mais o objetivo pretendido.

#### **7.2 – Análise crítica do trabalho**

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma Metodologia de Avaliação de Desempenho Ambiental adequada à realidade do Nordeste, através da análise das metodologias existentes na literatura, porém desenvolvidas para países como EUA, Japão, Portugal, e outros. A partir disso, a definição de um sistema base fez-se necessário e as adaptações indispensáveis neste caso foram realizadas.

Verificando os objetivos iniciais deste estudo, pode-se dizer que a pesquisa conseguiu cumpri-los.

Uma análise crítica da metodologia desenvolvida, permite concluir que este é um sistema piloto, na qual as exigências foram mais brandas no que no esquema base, devido ao fato do LEED™ ter sido elaborado para os EUA, e a MEDACNE adaptada para uma região com problemas econômicos e de clima que necessita de estratégias para adequação. Além disso, o tema sustentabilidade na construção civil é muito recente no Brasil e mais ainda no Nordeste, devendo então a MEDACNE ser compreensível e com um grau de exigência menor, para facilidade de aceitação. Sendo assim, e concordando com SILVA (2002): “O

mercado ou *não dispõe de dados* para avaliar grande parte dos indicadores de sustentabilidade propostos inicialmente ou *necessita de tempo para preparar-se* para ser avaliado em relação a alguns deles”.

Ainda existem muitos pontos a serem preenchidos quanto a forma de inserção da metodologia no mercado. Uma pesquisa mais abrangente com os responsáveis pelo desenvolvimento do espaço urbano, a fim de conhecer os níveis de conscientização a respeito das práticas ambientalmente corretas na construção civil, deverá ser realizada. Além do que, outros critérios, e sub-critérios podem ser inseridos na MEDACNE a partir desta consulta, não verificados até então.

Outro ponto destacável é que a MEDACNE foi utilizada para avaliar apenas 01 (hum) estudo de caso, localizado em Natal-RN. Sugere-se a aplicação deste sistema em outros edifícios, situados em outras capitais ou cidades do Nordeste, o que irá gerar modificações para uma próxima versão da metodologia proposta neste estudo.

Assim, como a maioria dos edifícios brasileiros, o Maria José Gurgel possui apenas alguns dos critérios exigidos na metodologia, o que leva a conclusão de que não existe ainda um pensamento a partir da ótica global dos padrões de sustentabilidade na construção.

Pode-se considerar que o desenvolvimento desta metodologia, bem como a sua aplicação no estudo de caso, foi atingido de maneira eficiente e que juntamente com a pesquisa bibliográfica, capacitou concluir que as metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios irão influenciar de maneira positiva nas decisões e procedimentos de construção de um edifício, além de estimular o mercado, visto que aumentará os padrões de sustentabilidade locais.

### **7.3 – Recomendações**

Diante dos resultados encontrados nas análises e conclusões do trabalho, verificou-se que o objetivo proposto foi alcançado, mas que o assunto ainda não esgotou seu conteúdo, mostrando a necessidade de estudos mais detalhados voltado para as metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios no Nordeste.

Acreditando ser um assunto atual e com repercussão no setor, várias iniciativas poderão surgir, ampliando os resultados encontrados.

Acreditando que a certificação de edificações através inserção das metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios irá aumentar os níveis de construções baseadas nos parâmetros da sustentabilidade . Assim sugere-se:

- Desenvolver estratégias para que o tema possa ser introduzido no mercado num intervalo de tempo menor que o previsto, para que este processo seja usual nas elaborações projetuais de empreendimentos;
- Implementar a metodologia proposta, MEDACNE em diferentes estudos de casos, e em capitais do Nordeste distintas para que sejam coletados novos dados, a fim de aprimorar as próximas versões;
- A continuação desta pesquisa, e o aprimoramento da MEDACNE para que esta possa avaliar também casas, edifícios de escritórios, edifícios institucionais, que possuem outras necessidades;
- A continuação desta pesquisa, e o desenvolvimento de versões futuras, condizentes com os avanços constantes do mercado, que adequem melhor as necessidades dos usuários dos empreendimentos, as práticas ambientais e os critérios exigidos;
- Transformar o MEDACNE em um programa computacional, ou seja um *software*, no qual as informações possam ser divulgadas com maior precisão, além do que o usuário possa realizar uma auto-avaliação sem a necessidade do processo de certificação;
- Inserção do tema “metodologias de avaliação de desempenho ambiental em edifícios” como disciplina curricular nas universidades, principalmente no Nordeste, onde os índices de estudo deste tema ainda são baixos, e isso permitirá a possibilidade de uma evolução mais rápida da MEDACNE, visto que os alunos poderão trabalhar com o sistema.

Assim estes foram alguns dos aspectos relevantes quando analisado as conclusões da pesquisa, visando que uma ampliação dos conceitos deste assunto no setor, devem ser aprofundados.

## Referências

A CAMADA DE OZÔNIO. Disponível em: <http://www.ecolnews.com.br/downloads.htm>  
Acesso em: 20/05/2005.

AMORIM, Alexandra de; SILVA, Moisés da Silva, 2003. **O que é Ozônio?** Disponível em:  
<http://bohr.quimica.ufpr.br/>. Acesso em: 04/06/2003.

ANTONIOLI, Paulo Eduardo, GRAÇA Moacyr Eduardo Alves da., **Subsídios conceituais para o planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas**. São Paulo, 2004. Texto Técnico Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil.

ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos). **O transporte urbano no século XXI**. 2005. Disponível em: <http://www.antp.org.br/jubileu/pptantp.htm>. Acessado em: 20.11.04

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040 – Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro, 2001.

BEQUEST TOOLKIT. **Assessment methods**: all reviews. 2001. Disponível em:  
<<http://research.scpm.salford.ac.uk/bqtoolkit/index2.htm>>. Acessado em: 15.08.03

BEQUEST PROCUREMENT PROTOCOL TG. **PIMWAQ**: background. 2001. Disponível em:  
<<http://cic.vtt.fi/eco/viikki/text.pdf>>. Acessado em 30.10.03

BOLETIMIDEA. **Método Engenharia traz o conceito dos edifícios "verdes"**. 2002. Disponível em: <http://www.idea.org.br/boletim/ed017/c-destaque.php>. Acesso em: 20 junho 2004

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Meio Ambiente: Rio 92**. 2004. Disponível em:  
<<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/relext/mre/agintern/meioamb/apresent.htm>>. Acessado em: 19.01.04

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Conservação e recuperação da biodiversidade em matas de galeria do bioma cerrado**. 2004. Disponível em:  
<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/finatec.html>. Acessado em: 22.05.04

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **O que é Agenda 21?** 2003. Disponível em:  
<http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/capa/>>. Acessado em 20.01.04

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. **Programa de Controle de Processos Erosivos**. Florianópolis/SC, 2001.

BREEAM. **How does BREEAM work?** Disponível em: <<http://products.bre.co.uk/breeam/index.html>>. Acessado em: 10.09.03

BRITISH COLUMBIA. **Green Buildings Checklist**. 2000.

BRITISH CONCIL FOR OFFICES (BCO). **BCO Guide 2000**: best practice in the specification for offices. Londres, 2000.

CARMO, Adriano Trotta, PRADO, Racine Tadeu Araújo. **Qualidade do Ar Interno**. São Paulo, 1999. Texto Técnico Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil.

CARVALHO, Isabel. **As transformações na cultura e o debate ecológico**: desafios políticos para a educação ambiental. In: Pádua M & Tabanez. Educação Ambiental: caminhos trilhados no Brasil, IPE, Brasília, 1997.

\_\_\_\_\_, Paulo César Marques de. **Energia e Meio Ambiente**. Apostila do curso de especialização em gestão ambiental PEP/UFRN, 2003.

CAVALCANTI, Clóvis. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. 3 ed. São Paulo: Cortez: Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001.

CENTRE FOR BRAZILIAN STUDIES, U n i v e r s i t y o f O x f o r d. **Relatório da conferência**: Energy and the environment in Brazil: present concerns, future trends and international comparisons Annual Oxford Petrobras. Conference 2002.

CEPINHA, Eloísa. RODRIGUES, Marta. **Sistemas de avaliação na construção sustentável**: aplicação do Green Building Tool. Portugal, 2003. Monografia - Licenciatura em Engenharia do Meio Ambiente, Instituto Superior Tecnológico.

CETESB. **O que são áreas contaminadas?** 2005. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas\\_contaminadas/areas.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/areas.asp). Acesso em: 14 de maio/2005.

CIMINO, Marly Alvarez. **Construção sustentável e eco-eficiência**. 2002. 12p. Dissertação (Pó-Graduação em Engenharia Urbana) – Curso de Especialização em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Disponível em: [http://www.editorasegmento.com.br/semesp/04378763818/tese433\\_construcao.doc](http://www.editorasegmento.com.br/semesp/04378763818/tese433_construcao.doc). Acesso em 27 de agosto/2003.

CIVIL ENGINEERING RESEARCH FOUNDATION. Disponível em: <http://www.cerf.org>. Acesso em: 13 de junho/2004.

COLE, Raymond J., LARSSON, Nils. **Green Building Challenge 2002**: GBTool user manual. 2002.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMPANHIA ENERGÉTICA DO MARANHÃO. 2005. Disponível em: [www.cemar-ma.com.br/normas/pdf/np1236201.pdf](http://www.cemar-ma.com.br/normas/pdf/np1236201.pdf). Acesso em: 12 agosto/2005.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CORTEZ, Henrique. **Aquecimento Global e Água**. Série Consciência e Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <http://www.camaradecultura.org/livro-f.pdf>. Acessado em: 03.05.2005

CORUS CONTRUCTION CENTER (CCC). **Achieving Sustainable Construction Guidance for clients and their professional advisers**. 2003. Disponível em: <http://scinews.steel-sci.org/articles/pdf/ASC.pdf> . Acessado em: 03.05.2005

COSTELO, Patrick; DOUTHWRIGTH Theresa, et. al. **MSE Green Building**: lessons learning from existing green buildings, 2004.

CTgas (Centro de Tecnologia do Gás). **Geração distribuída de gás natural**. 2005. Disponível em: <http://www.ctgas.com.br/template04.asp?parametro=5322>. Acesso em: 13.11.04.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. 7 ed. São Paulo: Gaia, 2001.

ENERGIA, CALOR, MOVIMENTO, FORÇA...**Boletim educativo do Núcleo de Comunicação do Centro Tecnológico da UFSC Florianópolis** - agosto de 2001 - ano I - número 2.

ENERGIA EÓLICA, 2004. Disponível em: <http://www.eolica.com.br/energia.htm>. Acesso em: 04 jun/2004.

ENTULHO REPRESENTA 40% DOS RESÍDUOS – BA. **Setor reciclagem**, 2004. Disp. em: <http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=127>. Acesso em: 19 de julho de 2004

FREITAS, C.G.L. et al. **Habitação e meio ambiente** – Abordagem integrada em empreendimentos de interesse social. São Paulo : IPT, 2001.

FURTADO, João S. (2002). **Atitude ambiental responsável na construção civil: Ecobuilding & Produção limpa**. Disponível em: [www.vanzolini.org.br](http://www.vanzolini.org.br) . Acesso em Março/2002.

GHD. **Sustainability and green buildings**, 2003. Disponível em: [http://www.ghd.com.au/aprixpublishing.nsf/AttachmentsByTitle/CS+SustainabilityandGreenBuildings+PDF/\\$FILE/sustain&greenbuildings\\_lowresA4.pdf](http://www.ghd.com.au/aprixpublishing.nsf/AttachmentsByTitle/CS+SustainabilityandGreenBuildings+PDF/$FILE/sustain&greenbuildings_lowresA4.pdf). Acesso em 05.05.05.

GIL, C.A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GOUVEIA, Nelson et. al. **Poluição do ar e saúde em duas grandes metrópoles brasileiras na década de 90**. (resumo), Informe Epidemiológico do SUS, 41-43, 2002.

GREEN BUILDING BC CASE STUDY SERIES. **Telus Office Building**. Disponível em: [http://www.greenbuildingsbc.com/new\\_buildings/case\\_studies/Telus\\_Office.pdf](http://www.greenbuildingsbc.com/new_buildings/case_studies/Telus_Office.pdf) Acesso em: 12 junho/2004.

GREEN GLOBES. **Environmental assessment of building: what is it**. 2004. Disponível em: <<http://www2.energyefficiency.org/existing/whatisit.asp>>. Acessado em: 05.01.04

GUTIERREZ, Álvaro. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2005. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas\\_contaminadas/areas.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/areas.asp). Acesso em: 14 de maio/2005.

HIIL, Marquita K. **Understanding Environmental Pollution**. Cambridge University Press: United Kingdom, 1997.

HOLCIM AWARDS. **For sustainable construction**, 2004.

IBGE. **Censo 2000. Relatório**. São Paulo, 2000.

IDHEA – INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. **Ecoprodutos**. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/ecoprodutos.htm>. Acesso em: 20 março/2004.

JONH, V.M; AGOPYAN V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: Reciclagem de resíduos sólidos domésticos. São Paulo - SP. 2000.

KIBERT, Charles J. **Green buildings: an overview of progress**. 19 J. Land Use & Envtl. L. 491-502 (2004).

LAMBERTS, Roberto. Et al. **Eficiência energética na arquitetura** 2 ed.. São Paulo: ProLivros, 2004.

LEED Certified Project Case Study. **Cambria Office Building**. Disponível em: <http://leedcasestudies.usgbc.org/overview.cfm?ProjectID=47>. Acesso em: 03 de agosto/2004.

LIMA, SILVA, P.P. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex Ed, 1999.

MILANEZ, Fernando et. Al. **Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance** - Brasil, Rio de Janeiro, INEE, Outubro, 2001

MIRANDA, Ana Rita Anes de; COELHO, Susana Cristina Freitas de. **Excelência ambiental na gestão ambiental**: requisitos e prêmios. Portugal, 2002. Monografia - Licenciatura em Engenharia do Meio Ambiente, Instituto Superior Tecnológico.

MOORE, Patrick J. **Sustainable architecture of Nebraska**. 2003. Disponível em: [http://www.ecospheres.com/docs/sustainable\\_arch\\_ne.pdf](http://www.ecospheres.com/docs/sustainable_arch_ne.pdf) . Acesso: em 06.05.05

OLIVEIRA, Jaci Lara Silveira de. **Desenvolvimento Sustentável**: um desenvolvimento intergeracional. Revista Eletrônica de Turismo. Retur. Edição 4, volume 02, número 02, novembro de 2003.

\_\_\_\_\_, M. P. G., Medeiros, E. B., Davis Jr., C. A. **Planejando o meio ambiente acústico urbano**: uma abordagem baseada em SIG. *Informática Pública* 2(1):81-96, 2000.

PENNSYLVANIA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. **Creating a Green Design Process**. 1999. Disponível em: <<http://www.gggc.state.pa.us/publicitn/3process.pdf>>. Acessado em 27.10.03

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999.189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

POLUIÇÃO DAS ÁGUAS. Disponível em: [http://www.estudaweb.hpg.ig.com.br/meioambiente/problemas\\_ambientais/polui%C3%A7%C3%A3o\\_das\\_%C3%A1guas.htm](http://www.estudaweb.hpg.ig.com.br/meioambiente/problemas_ambientais/polui%C3%A7%C3%A3o_das_%C3%A1guas.htm). Acesso em: 12/05/2003.

PRADA, Bruno. **Casa na árvore**. 2005 Disponível em: <http://negocios.amazonia.org.br/?fuseaction=noticia&id=160027> . Acesso em 23/09/2005.

PREFEITURA DO RECIFE. **Coleta de resíduos na construção civil**. Disponível em <http://www.recife.pe.gov.br/pr/servicospublicos/emlurb/civil.php>. Acesso em: 15.04.05.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: [http://www.eletrabras.com.br/procel/site/oprograma/apresentacao\\_introducao.asp](http://www.eletrabras.com.br/procel/site/oprograma/apresentacao_introducao.asp). Acesso em: 20 jun/2005.

RAIA – The Royal Australian Institute of Architects. **Review of NABERS**. Australia, 2003.

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: IMPACTOS GERADOS. Disponível EM: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/impactos%20gerados.htm>. Acesso em: 25.04.05.

ROCHA, Jefferson Marçal da. **A gestão dos recursos naturais: uma perspectiva de sustentabilidade baseada nas aspirações do “lugar”**. Disponível em: [http://www.anppas.org.br/gt/conhecimento\\_local/Jefferson%20Marcal%20da%20Rocha.pdf](http://www.anppas.org.br/gt/conhecimento_local/Jefferson%20Marcal%20da%20Rocha.pdf). Acesso em: 25.04.05

SAMARA, Beatriz Santos.; BARROS, José C. **Pesquisa de Marketing: conceitos e metodologia**. 2. ed., São Paulo: Makro Books, 1997.

SANTOS, Cristiane Alcântara de Jesus. **Turismo sob a ótica da sustentabilidade**. Artigo premiado em 3º lugar – Categoria Externa do Prêmio Sesc-Senac de Turismo Sustentável, realizado em outubro de 2002.

SATTLER, M. A. **Edificações e Comunidades Sustentáveis: Atividades em Desenvolvimento no NORIE/UFRGS**. In: Vº Seminário de Transferência y Capacitación para Viviendas de Interés Social, 2003, San Lorenzo, Paraguai.

SECOVI - Sindicato para o Desenvolvimento Urbano Sustentável. **Indústria imobiliária e a qualidade ambiental: subsídios para o desenvolvimento urbano sustentável**. São Paulo: Pini, 2000. p 05-06.

SICZÚ, Abraham Benzaquem, LIMA, João Policarpo R. **Cadeias produtivas, cadeias do conhecimento e demandas tecnológicas no Nordeste: análise de potencialidades e de estrangulamentos**. In: VII Encontro Nacional de Economia Política, Curitiba, 2002.

SILVA, Demetrius David e PRUSKI, Fernando Falco. **Os comitês de Bacia Hidrográfica como instrumento para a adequada gestão dos recursos hídricos**. In: [www.iica.org.br/AguaTrab](http://www.iica.org.br/AguaTrab), s/d.

\_\_\_\_\_, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Musztak. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2001.

\_\_\_\_\_, Vanessa Gomes da. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. São Paulo, 2003. Tese - Doutorado em Engenharia Civil Urbana, Universidade de São Paulo.

SKOPEK, Jiri. **BREEAM, A building Environmental Performance Assessment Method**. In: Ontario Association of Architects Committee on the Environment, 1997, Canadá.

UNAMA - Universidade Da Amazônia. **Protocolo Internacional para Verificação e Medição de Performance**". Disponível em: <http://www.unama.br/institucional/proreitorias/pppe/Supes/MeioAmbiente/Documentos/Protocolo%20Montreal.doc>. Acesso em: 20 out/2005.

UNIVERSITY OF SARASOTA. **History of Green Building**. 2004. Disponível em: <http://www.sustainablesarasota.com/Default.aspx?C3D0B6B4=849C9E>. Acesso: 06.05.05

USGBC. **Leadership and Energy & Environmental Design**. 2003. Disponível em: <[http://www.usgbc.org/leed/leed\\_main.asp](http://www.usgbc.org/leed/leed_main.asp)>. Acesso: em 10.09.03.

\_\_\_\_\_. **LEED (Leadership and Energy & Environmental Design):** Green building rating system – Version 2.1. Novembro, 2002.

\_\_\_\_\_. **Application Guide for Lodging:** Using the LEED™ green building rating system. 2001.

\_\_\_\_\_, US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Application Guide for Lodging:** Using the LEED™ green building rating system. 2001.

USO RACIONAL DA ÁGUA. 2004. Disponível em: <http://www.deca.com.br/vitrine/agua/Economia.html>. Acesso em: 20 jun/2004.

WITTFOGEL, Karl. **The Theory of Oriental Society**. New York, 1938.

**MEDACNE**

(Metodologia de Desempenho Ambiental para Construção no Nordeste)

**Guia de Aplicação**

(Edifícios Residenciais)

Dezembro/2005

## ÍNDICE

### Lista de Verificação

#### Localização Sustentável

Pré-req. 01	Controle de Erosão e Sedimentação
Crédito 01	Seleção do Local
Crédito 02	Expansão Urbana
Crédito 03	Reabilitação de Áreas Contaminadas
Crédito 04	Transporte Alternativo: Acesso ao Transporte Público
Crédito 05	Transporte Alternativo: Segurança de Bicicletas
Crédito 06	Transporte Alternativo: Combustível Alternativo
Crédito 07	Transporte Alternativo: Estacionamento
Crédito 08	Redução de Distúrbios dos Locais: Proteção e Recuperação espaços abertos
Crédito 09	Redução Ilhas de Calor
Crédito 10	Redução Poluição Luminosa

#### Eficiência do Uso da Água

Crédito 01	Eficiência do Uso da Água na Irrigação
Crédito 02	Novas Tecnologias p/ águas Residuárias
Crédito 03	Redução do Uso da Água

#### Energia e Atmosfera

Pré-req. 01	Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício
Pré-req. 02	Desempenho Mínimo de Energia
Pré-req. 03	Redução de CFC's em equipamentos AVAC&R
Crédito 01	Otimização do Desempenho Energético
Crédito 02	Energia Renovável
Crédito 03	Poder Verde
Crédito 04	Comissionamento Adicional
Crédito 05	Proteção Camada de Ozônio
Crédito 06	Medição e Verificação

## **Materiais e Recursos**

<b>Pré-req. 01</b>	Armazenamento e Seleção de Recicláveis
<b>Crédito 01</b>	Reutilização do Edifício
<b>Crédito 02</b>	Gerenciamento do Desperdício na Construção
<b>Crédito 03</b>	Reutilização de Recursos
<b>Crédito 04</b>	Conteúdo Reciclado
<b>Crédito 05</b>	Materiais Regionais
<b>Crédito 06</b>	Materiais Rapidamente Renováveis
<b>Crédito 07</b>	Madeira Certificada

## **Qualidade Ambiental Interna**

<b>Pré-req. 01</b>	Desempenho Mínimo de QAI
<b>Crédito 01</b>	Acústica
<b>Crédito 02</b>	Controle ao Fumo de Tabaco no Ambiente (FTA)
<b>Crédito 03</b>	Plano de Gestão da Qualidade do ar Interno
<b>Crédito 04</b>	Controle de Fontes de Contaminação do Ar Interno
<b>Crédito 05</b>	Controle dos Sistemas e Conforto Térmico
<b>Crédito 06</b>	Iluminação Natural e Vistas

## **Inovação e Processo de *Design***

<b>Crédito 01</b>	Inovação em <i>Design</i>
-------------------	---------------------------

## LOCALIZAÇÃO SUSTENTÁVEL

### Pré-Requisito 01      Controle de Erosão e Sedimentação

---

**Objetivo:** Controlar a erosão a fim de reduzir os impactos negativos na qualidade do ar, água e solo.

**Critério:** Adotar um plano de controle de erosão e sedimentação para o projeto durante a construção. Neste plano, os principais aspectos a serem considerados são (Brasil, Ministério dos Transportes, 2001):

- **Chuva** – A precipitação pluviométrica, importante indicador do quadro climático, atua na aceleração maior ou menor da erosão, dependendo da sua distribuição mais ou menos regular, no tempo e no espaço, e sua intensidade.
- **Relevo** - As características do relevo refletem-se na intensificação de processos erosivos. Maiores velocidades de erosão podem ser esperadas em relevos acidentados, como morros, do que em relevos suaves, como colinas amplas, pois declividades mais acentuadas favorecem a concentração e maiores velocidades de escoamento das águas superficiais, aumentando sua capacidade erosiva.
- **Solo** - A natureza dos solos constitui um dos principais fatores indicativos da suscetibilidade dos terrenos à erosão. Quanto mais arenosa a textura do solo, menor o grau de coesão de suas partículas e maior o potencial de instalação e desenvolvimento de processos erosivos, comparativamente aos solos argilosos. Esses processos apresentam-se fundamentalmente associados a deficiências do sistema de drenagem e da proteção vegetal.
- **Vegetação** – A cobertura vegetal exerce importante papel na estabilidade do solo, na medida em que amortece o impacto da chuva, regulariza e reduz o escoamento superficial, a remoção e o transporte de partículas de solo e favorece a absorção da água pelo sub-solo. As culturas agrícolas e pastagens oferecem relativa proteção superficial ao solo, embora, em áreas declivosas, essa proteção seja mais efetiva quando há sistemas radiculares profundos. O manejo inadequado do solo e também as deficiências na drenagem de áreas agrícolas são causas frequentes da instalação de processos erosivos.

E os principais objetivos a serem considerados são, Miranda (2002):

- Prevenir a perda de solo, durante a fase de construção, por erosão hídrica ou eólica, através de um correto armazenamento da camada superficial do solo (mais fértil), para posterior reutilização;
- Prevenir a sedimentação do material erodido e arrastado pelas correntes de água (permanentes ou temporárias), além da poluição do ar com pó e matéria particulada.

**Tecnologias e Estratégias:**

Definir e adotar um plano de controle de erosão e sedimentação, para o local do projeto, durante a fase de construção, utilizando estratégias como a revegetação e controle de sedimentos. Para demais estratégias deve-se consultar: EPA's Storm Water Management for Construction Activities, EPA Document No. EPA-832-R-92-005, 3º capítulo.

## **Crédito 01      Seleção do Local**

---

**Objetivo:** Evitar o desenvolvimento da edificação em local inapropriado, reduzindo os impactos ambientais que o edifício possa proporcionar ao local.

**Critério:** As edificações devem seguir as legislações existentes para construção, considerando:

- Zonas Especiais de Preservação Histórica;
- Zonas de Interesse Turístico;
- Zonas de Preservação Ambiental;
- Área de Controle de Gabarito;
- Leis existentes para construção nas Orlas Marítimas;
- Parcelamento do uso do solo;
- Zonas de Preservação e Tombamento;
- Áreas de Operações Urbanas;
- Zona Especial Portuária;

Para tanto, deve-se consultar:

- Plano Diretor do Município em questão;
- Código de Obras do Município;
- Código do Meio Ambiente;

### **Tecnologias e Estratégias:**

Durante o processo de seleção do local, dar preferência aos terrenos que não incluem tipos de solo com restrições ou outros elementos sensíveis. Tais estratégias incluem construção sobre estacas.

## **Crédito 02    Expansão Urbana**

---

**Objetivo:** Estimular o desenvolvimento de projetos em áreas deterioradas e com infraestrutura precária ou obsoleta, bem como otimizar a utilização do solo, substituindo leis de zoneamento antigas ao implantar o projeto em conformidade com as leis de zoneamento atuais.

**Critério:** As edificações devem ser construídas em áreas definidas como passíveis de expansão urbanas, utilizando as leis de zoneamento, conforme o Plano Diretor das cidades em questão.

### **Tecnologias e Estratégias:**

Durante o processo de seleção do local, dar preferência a áreas da cidade passíveis de urbanização, conforme os Planos Diretores Municipais locais.

### **Crédito 03      Reabilitação de Áreas Contaminadas**

---

**Objetivo:** Reabilitar áreas danificadas, nas quais o desenvolvimento é dificultado por contaminação ambiental perceptível ou real, reduzindo pressões para desenvolvimento de edificações em áreas sem infra-estrutura ou desenvolvimento adequados.

**Critério:** Desenvolvimento das edificações em locais documentados como contaminados pelas definições ambientais locais; ou áreas definidas como degradadas por Órgãos Superiores Federais, Estaduais ou Municipais, buscando a descontaminação ou regeneração desses locais.

**Considerações:** “Uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, como por exemplo, no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções. Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais de qualidade e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores”. (Cetesb, 2005).

- Material Bibliográfico indicado para a consulta: “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” (Gutierrez, 2005).

**Tecnologias e Estratégias:** Durante o processo de escolha do local, dar preferência a áreas contaminadas, identificando taxas de incentivo do governo e economizando custos. Desenvolver e implementar um plano de remediação para descontaminação da área em questão, utilizando técnicas existentes.

## Crédito 04      Transportes Alternativos: Acesso ao Transporte Público

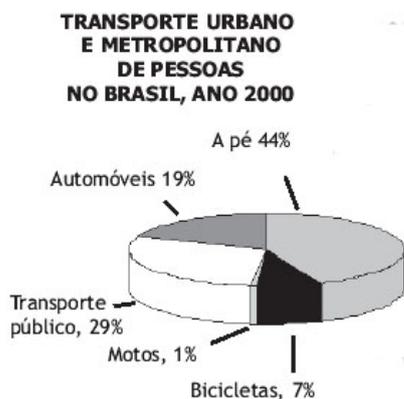
**Objetivo:** Reduzir a poluição e os impactos nas áreas em desenvolvimento devido ao uso do automóvel.

**Crítérios:**

- Localizar o projeto dentro de 500 metros de uma estação de metrô ou 250 metros de dois ou mais pontos de ônibus público usados por ocupantes das edificações.

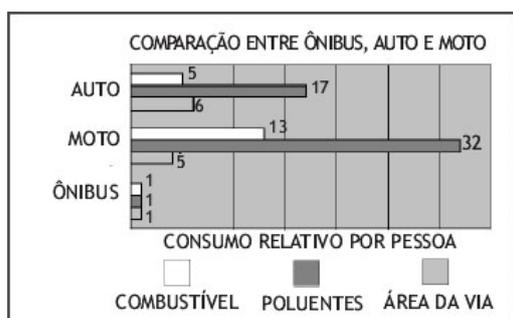
**Considerações:**

- Conforme a figura 01, das viagens motorizadas, 60% são feitas por transporte público. Os ônibus transportam 94% de todos que usam transportes coletivos. Os trens e os metrôs levam quase 05%. E o restante é transportado por barcas (ANTP, 2005).



**Figura 01. Tipos de veículos mais usados no Brasil. Fonte: ANTP, 2005.**

- A figura 02 mostra que em comparação com os ônibus, os carros e as motocicletas são caros e ineficientes, pois gastam mais espaços nas vias, mais energia e poluem muito mais.



**Figura 02. Comparação de desempenho dos veículos. Fonte: ANTP, 2005.**

**Tecnologias e Estratégias:**

Desenvolver uma pesquisa com os futuros ocupantes das edificações para identificar as necessidades de transporte. Localizar o edifício próximo às massas trânsito.

**Crédito 05      Transportes Alternativos: Segurança de Bicicletas**

---

**Objetivo:** Reduzir a poluição e os impactos nas áreas em desenvolvimento devido ao uso do automóvel, incentivando o uso da bicicleta.

**Critérios:** Para edifícios comerciais ou institucionais disponibilizar métodos adequados para a segurança das bicicletas para pelo menos 5% da ocupação prevista do edifício. Para edifícios residenciais este número deve atingir 15% ou mais da ocupação.

**Considerações:**

A Tabela 01 refere-se a frota de bicicletas no Brasil, por região, no ano de 2001.

**Tabela 01– Frota estimada de bicicletas no Brasil por região**

Região	Frota Estimada	%
Sudeste	21.000.000	43,8
Nordeste	12.500.000	26,0
Sul	7.000.000	14,6
Centro-Oeste	3.500.000	7,3
Norte	4.000.000	8,3
Total	48.000.000	100,0

Fonte: ANTP, 2001.

**Tecnologias e Estratégias:**

Desenvolver pesquisas sobre a utilização da bicicleta pelos usuários das edificações. Para segurança de bicicletas incluir instalações como trancas e outras variáveis necessárias nos estacionamentos.

## Crédito 06 Transportes Alternativos: Transporte com Combustível Alternativo

**Objetivo:** Reduzir a poluição e os impactos nas áreas em desenvolvimento devido ao uso do automóvel.

**Crítérios:** Fornecer alternativas de combustível de veículos para 3% dos ocupantes e disponibilizar preferência no estacionamento para esses veículos, ou instalar estações de reabastecimento de combustíveis alternativos para 3% da capacidade total dos veículos do local. Combustível líquido ou gasoso deve ser separadamente ventilado ou locado em lugares ao ar livre.

### Considerações:

- Uma alternativa viável para o Nordeste, é a implantação de postos de abastecimentos de Gás Natural, visto que, a infra-estrutura necessária para a exploração deste recurso já está em uso na maioria das capitais da região, como pode ser verificado no Mapa 01.
- O gás natural encontra-se acumulado em rochas porosas no subsolo, freqüentemente acompanhado por petróleo, quando é então chamado de gás associado, constituindo reservatórios naturais. Como combustível possui qualidades excepcionais por ser pouco poluente e por apresentar boas condições de controlabilidade;



Mapa 01: Rede de Gasodutos no Nordeste, CTGas (2005).

- A região Nordeste possui uma ampla rede de gasodutos, que é a solução mais utilizada para o transporte do gás natural. Gasoduto é um duto (uma tubulação) para conduzir o gás natural, que nele é introduzido sob pressão, por meio de compressores (CTGas, 2005).
- Verifica-se pelo Mapa 01, que a região Nordeste apresenta uma rede de gasodutos na maioria das Capitais, estando em estudo a viabilidade de gasodutos para Teresina e São Luís, e em construção para o interior da região.

**Tecnologias e Estratégias:**

Proporcionar facilidades para transporte tais como estações alternativas de reabastecimento de combustível. Considerar o compartilhamento dos custos e benefícios dos postos de reabastecimentos com a vizinhança.

## **Crédito 07      Transportes Alternativos: Estacionamento**

---

**Objetivo:** Reduzir a poluição e os impactos nas áreas em desenvolvimento para os usuários de veículos.

**Critérios:** Proporcionar vagas de estacionamento capazes de atender a pelo menos 05% dos ocupantes dos edifícios, ou o mínimo estabelecido pelas Leis e Normas específicas dos Municípios em estudo.

**Tecnologias e Estratégias:**

Minimizar o estacionamento nas áreas de lotes ou garagens. Considerar o compartilhamento do estacionamento com a vizinhança adjacente.

**Crédito 08    Redução de Distúrbios dos Locais: Proteção e Recuperação dos espaços abertos**

---

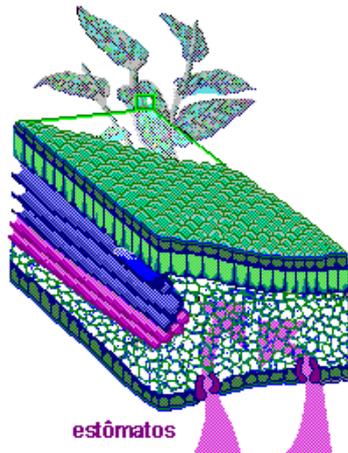
**Objetivo:** Conservar as áreas naturais existentes e recuperar as áreas danificadas para fornecer habitat e promover a biodiversidade.

**Critérios:** Nas áreas verdes, limitar os distúrbios locais incluindo trabalhos de movimentação de terra e desmatamento, a 10 metros de distância do edifício; 1,5 metros das principais estradas e ruas e 7,00 metros das áreas pavimentadas permeáveis, ou em locais já desenvolvidos, repor um mínimo de 50% do espaço aberto com vegetação nativa ou adaptada. (Miranda, 2002);

**Considerações:**

“... A biodiversidade de uma determinada área é uma função da interdependência dos diferentes componentes do ecossistema e suas interações com os ecossistemas adjacentes. A influência humana é de importância fundamental na conservação ou degradação da biodiversidade local”. (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2004).

- Utilização de vegetação adequada ao clima da região, no caso da Região Nordeste plantas que necessitem de pouca água, suportem altas temperaturas, e umidade.
- Um exemplo deste tipo de vegetação são os *cactos* e as plantas suculentas, que se adaptam às condições de sol forte, estendendo a área de solo para absorção de água, reduzindo a perda de água nas folhas, ou aumentando a quantidade de água armazenada em seus tecidos. As plantas *xerófitas* apresentam grossas camadas de cera para reduzir a perda de água.
- Tais plantas conseguem obter níveis baixos de oxigênio nas folhas ao manterem os estômatos fechados e assim evitar a perda de água (figura 03).



**Figura 03.** Esquema de fechamento dos estômatos nas plantas para evitar a perda d'água.

### **Tecnologias e Estratégias:**

Providenciar um levantamento para identificar elementos locais, relativos à região Nordeste, e adotar um plano estratégico para o desenvolvimento do projeto. As estratégias incluem estacionamento subterrâneo organizado e partilha de infra-estruturas com os vizinhos. Estabelecer e assinalar limites da construção perfeitamente definidos, para minimizar as perturbações no local e repor o estado natural das áreas afetadas.

## **Crédito 09      Redução de Ilhas de Calor**

---

**Objetivo:** Reduzir as ilhas de calor, definidas como diferença de gradiente térmico entre as áreas desenvolvidas e não-desenvolvidas, para minimizar os impactos no microclima<sup>1</sup> original do terreno e no habitat humano e selvagem.

### **Critérios:**

Conforme Miranda (2002):

- Providenciar sombra em pelo menos 30% da superfície impermeável não coberta do local, incluindo lotes de estacionamento, passeios, praças, etc. OU;
- Utilizar materiais claros/de elevado albedo (refletividade de, pelo menos, 0,3) em 30% das superfícies impermeáveis não cobertas do local OU;
- Usar um sistema de pavimento de malha larga (área impermeabilizada inferior a 50%) para um mínimo de 50% da área do lote de estacionamento OU;
- Instalar uma cobertura “verde” (com vegetação) em pelo menos 50% da área coberta OU;
- conjugar qualquer um dos anteriores, reduzindo as percentagens para metade (no caso da conjugação de dois), 1/3 (no caso da conjugação de três) ou 1/4 (no caso da conjugação dos quatro).

### **Considerações:**

Este fenômeno climático ocorre nos centros das grandes cidades devido aos seguintes fatores:

- Elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto.
- Falta de áreas revestidas de vegetação, prejudicando o albedo, o poder refletor de determinada superfície quanto maior a vegetação, maior é o poder refletor e logo levando a uma maior absorção de calor.
- Impermeabilização dos solos pelo calçamento e desvio da água por bueiro e galerias, o que reduz o processo de evaporação, assim não usando o calor, e sim absorvendo.

- Concentração de edifícios, que interferem na circulação dos ventos. - Poluição atmosférica que retém a radiação do calor, causando o aquecimento da atmosfera (capítulo 02, p.09);
- Utilização de energia pelos veículos de combustão interna, pelas residências e pelas indústrias, aumentando o aquecimento da atmosfera. Devido a esses fatores, o ar atmosférico na cidade é mais quente que nas áreas que circundam esta cidade.
- O nome ilha de calor dá-se pelo fato de uma cidade apresentar em seu centro uma taxa de calor muito alta, enquanto em suas redondezas a taxa de calor é normal. Ou seja, o poder refletor de calor de suas redondezas é muito maior que no centro dessa cidade;

### **Tecnologias e Estratégias:**

Sombrear as superfícies construídas nos terrenos com paisagismo e minimizar a área global utilizada para o edifício. Considerar a substituição das superfícies construídas (telhados, estradas, calçadas) por superfícies verdes tais como telhados ajardinados, pavimentação do tipo “grelha aberta”, ou especificar materiais com alto índice de albedo, materiais reflexivos e de cores claras, sistemas descontínuos de pavimentação, para reduzir a absorção de calor.

## **Crédito 10      Redução da Poluição Luminosa**

---

**Objetivo:** Minimizar a passagem de luz da edificação para o ambiente, através de projeto de iluminação eficiente, reduzindo o impacto do edifício no ambiente noturno.

**Critérios:** Os projetos desenvolvidos para o interior e exterior do edifício não devem exceder os padrões de iluminação recomendados pelas normas.

### **Tecnologias e Estratégias:**

Adotar critérios de iluminação do local que permitam manter níveis de luminosidade seguros, evitando a iluminação fora do local e poluição luminosa noturna. Minimizar a iluminação do local, onde possível, e modelar a iluminação do mesmo, usando um modelo computacional. Tecnologias para reduzir a poluição luminosa incluem a incorporação de superfícies de baixa refletividade e pontos de luz de baixos ângulos.

## EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

### Crédito 01 Eficiência do Uso da Água na Irrigação

---

**Objetivo:** Limitar ou eliminar o uso de água potável para irrigação.

**Critérios:**

- Usar tecnologias de irrigação de alta eficiência OU;
- Captar água das chuvas OU;
- Reciclar as águas no empreendimento para reduzir o consumo de água potável em relação aos meios convencionais.

**Considerações:** Algumas sugestões de tecnologias a serem utilizadas para alcance deste objetivo são:

▪ **Sistema de Captação das Águas pluviais:** O sistema prevê a utilização do telhado e calhas para captação da água de chuva, a qual é dirigida para um filtro autolimpante e levada para uma cisterna ou tanque subterrâneo. É excelente alternativa para economizar e reaproveitar a água de residências particulares, edifícios, instalações comerciais, condomínios, indústrias, chácaras, sítios, fazendas, casas de praia e edificações em geral (figura 04).



Figura 04 - Peças utilizadas para captação de águas das chuvas (IDHEA, 2004).

- **Mini-Estação de tratamento de água e esgoto:** Este equipamento, que realiza o tratamento biológico de todas as águas usadas (servidas) em um imóvel, é recomendado para residências, edifícios, condomínios, indústrias (carga orgânica de refeitórios e banheiros), parques, casas em áreas de praia e/ou litoral, chácaras, sítios, fazendas e situações em que não haja atendimento pela rede pública.

As Mini-estações são indicadas, também, para quem deseja fazer o reuso da água tratada no próprio ambiente construído, para funções como: descarga de vasos sanitários, lavagem de piso e automóveis, regas de horta e jardins (figura 05).



Figura 05 – Esquema de funcionamento de um sistema de tratamento de resíduos (IDHEA, 2004).

### Tecnologias e Estratégias:

Desenvolver uma análise climática para determinar o tipo de vegetação apropriada para reduzir ou eliminar a necessidade de irrigação. Usar sistemas de irrigação de alta eficiência e considerar o uso das águas das chuvas ou de lavagem para a irrigação.

## **Crédito 02    Novas Tecnologias para Águas Residuárias**

---

**Objetivo:** Reduzir o desperdício de água e a demanda de água potável, enquanto aumenta a recarga do aquífero local.

**Critérios:** Reduzir o uso de água potável fornecida pela rede municipal para edifícios.

**Considerações:** Algumas sugestões de tecnologias a serem utilizadas para alcance deste objetivo são:

Utilização de peças hidráulicas que possuam controle da vazão de água, como por exemplo:

- **Chuveiro com Restritor de Vazão:** economia de 30%.
- **Misturador de Cozinha com Arejador de Vazão Constante:** economia de 70%.
- **Bacia com caixa de descarga:** economia de 50%.

### **Tecnologias e Estratégias:**

Especifique instalações de alto-eficiência e instalações secas, por exemplo, em sanitários, para reduzir o volume das águas desperdiçadas. Considerar o re-uso das águas das chuvas ou das águas servidas, ou um sistema de tratamento *in locu* para evitar desperdício de água (mecânico ou natural).

## Crédito 03 Redução do Uso da Água

**Objetivo:** Maximizar a eficiência da água em edifícios para reduzir o fornecimento de água pelo município e nos sistemas de tratamento de efluentes.

### CrITÉrios:

- **Reduzir o consumo de água em 20%:** utilizar estratégias que agregadas usem 20% menos de água que a base de cálculo estimada para edifícios residenciais (não incluindo irrigação), desde que tais estratégias sejam também energeticamente eficientes.

Consultar, por exemplo:

- ABNT 13713 – Aparelhos Hidráulicos Acionados Manualmente e com Ciclo de Fechamento Automático;
- NBR 5688, 1999 - Sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação. Tubos e Conexões de PVC, tipo DN – requisitos.

### Considerações:

A distribuição média de consumo de água em residência no Brasil pode ser verificada pelas figuras 06 e 07:

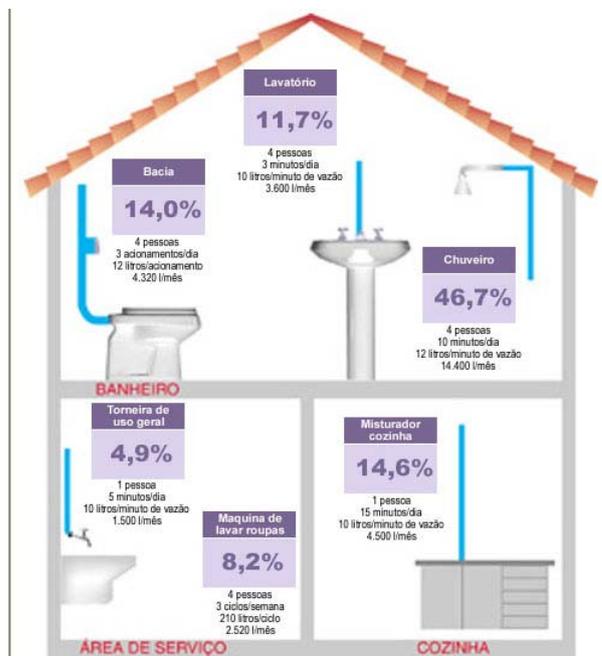


Figura 06 – Consumo de Água dos Ambientes de uma residência: Banheiro, Área de Serviço e Cozinha (Uso Racional da Água, 2004).

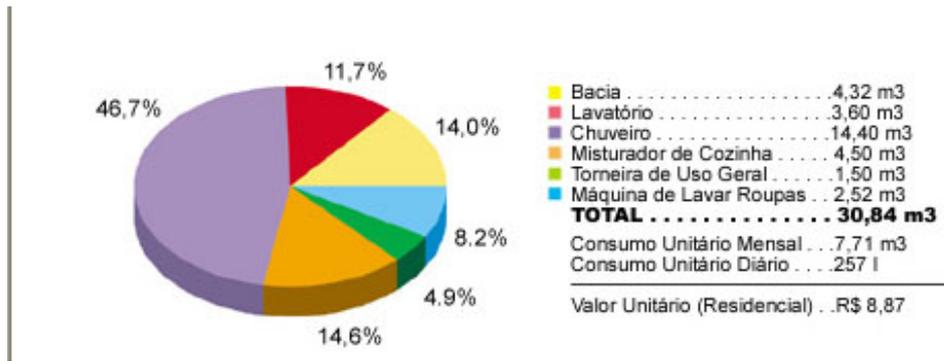


Figura 07 - Consumo em m³/mês dos compartimentos hidráulicos (Uso Racional da Água, 2004).

### Tecnologias e Estratégias:

Estimar a necessidade de água potável e não potável para o edifício. Usar equipamentos de alta-eficiência, equipamentos secos, tais como sanitários que descarreguem menos quantidade de água, sensores de ocupação, entre outros. Considerar o re-uso das águas das chuvas e águas servidas para aplicação não potável, como sanitários, descargas, sistemas mecânicos, e outros.

## ENERGIA E ATMOSFERA

### Pré-requisito 01      Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício

---

**Objetivo:** Verificar e assegurar que os elementos e sistemas fundamentais dos edifícios estejam projetados, instalados e calibrados para funcionar como pretendido.

**Crítérios:** Implementar ou ter um contrato no local para alocar os seguintes procedimentos fundamentais de comissionamento - Verificação de conformidade, desde a fase de anteprojeto até a energização da obra, segundo critérios e normas estabelecidas pelas unidades de planejamento, engenharia básica, manutenção e operação (Companhia Energética do Maranhão, 2005):

- Uma equipe de comissionamento comprometida, que não inclui responsabilidades individuais diretas para a concepção do projeto ou para o gerenciamento da construção;
- Rever os objetivos e as bases de documentação do projeto;
- Incorporar requisitos do comissionamento dentro dos documentos da construção;
- Desenvolver e utilizar um plano de comissionamento;
- Verificar instalação, desempenho funcional, treinamento e operação e manutenção da documentação;
- Completar um relatório de comissionamento;

#### **Tecnologias e Estratégias:**

Comprometer uma autoridade para essa função e adotar um plano de comissionamento. Incluir requisitos de comissionamento nos documentos de orçamento e elaborar um relatório toda vez que determinada atividade for concluída.

## **Pré-requisito 02      Desempenho Mínimo de Energia**

---

**Objetivo:** Estabelecer um nível mínimo de eficiência energética para as bases e sistemas do edifício.

**Crítérios:** Projetar os edifícios de acordo com as normas e leis existentes.

Sugere-se consultar, no Brasil:

- PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica);
- Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001 (Lei da Eficiência Energética);

### **Tecnologias e Estratégias:**

Projetar os sistemas e fachadas dos edifícios para maximizar o desempenho energético. Usar um modelo de simulação computacional para avaliar o desempenho energético e identificar medidas de custos mais efetivas. Quantificar o desempenho energético comparado à estimativa de base do edifício.

### **Pré-requisito 03      Redução de CFC's em equipamentos AVAC&R**

---

**Objetivo:** Reduzir a destruição da camada de ozônio.

**Critérios:** Não utilizar refrigeradores a base de CFC's nos sistemas de AVAC & R (aquecimento, ventilação, bases dos edifícios & refrigeração) em edifícios novos. Quando reutilizar equipamentos de AVAC&R de base existente do edifício, completar com uma conversão em fases de CFC's.

**Tecnologias e Estratégias:**

Quando reutilizar sistemas AVAC&R existentes, desenvolver um inventário para identificar equipamentos que usam refrigerantes CFC e adotar uma agenda de substituição para esses refrigerantes. Para novos edifícios, especificar novos equipamentos de AVAC&R que não usam refrigerantes de CFC.

## Crédito 01 Otimização do Desempenho Energético

---

**Objetivo:** Alcançar níveis de desempenho energético acima dos pré-requisitos padrões para reduzir os impactos ambientais associados com o uso excessivo de energia.

**Critérios:** Através de alterações em componentes como sistemas de AVAC&R, sistemas de serviço de água quente, iluminação, etc., reduzir o consumo energético, quando comparada com a estimativa de base para o edifício, em:

- 20% para edifícios novos e 10% edifícios existentes.

**Tecnologias e Estratégias:**

Projetar os sistemas do edifício para maximizar o desempenho de energia. Usar um modelo de simulação computacional para avaliar o desempenho energético e identificar as medidas de eficiência energética de custos mais efetivos. Quantificar o desempenho energético através de comparação com a estimativa de base para o edifício.

## Crédito 02      Energia Renovável

---

**Objetivo:** Aumentar a auto-eficiência energética, através da utilização de tecnologias renováveis, que reduzem os impactos ambientais associados à utilização de energia proveniente dos combustíveis fósseis.

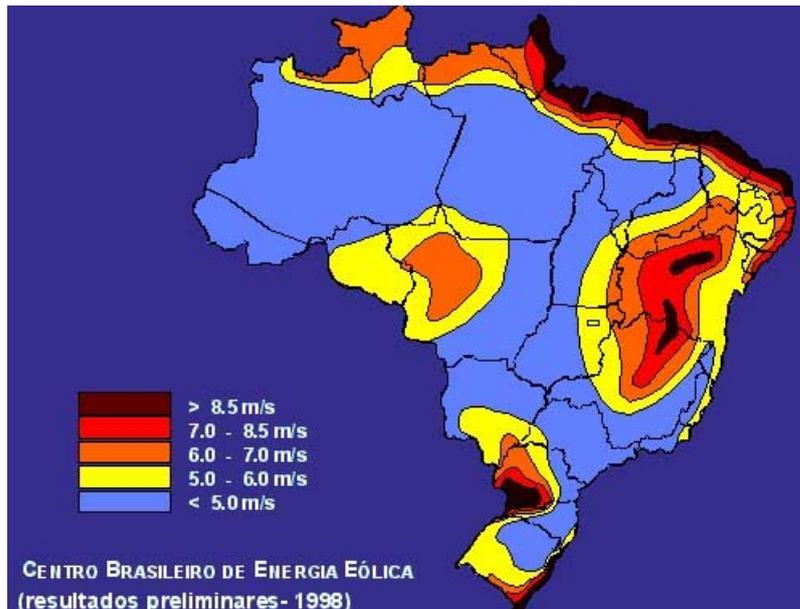
**Critérios:** Substituir uma fração do uso total de energia do edifício por uso de sistemas de energia renováveis, no local.

### Considerações:

- Especificamente para o Nordeste existem programas de Apoio à Geração de Energia Renovável, o PROERNE, o Programa de Energia Renovável para o Nordeste, que financia aplicações produtivas, podendo beneficiar sistemas energéticos quando esses constituírem um meio de produção.
- Uma fonte de energia importante para o Nordeste é a eólica. A análise dos dados de vento de vários locais no Nordeste confirmaram as características dos ventos comerciais (*trade-winds*) existentes na região: velocidades médias de vento altas, pouca variação nas direções do vento e pouca turbulência durante todo o ano. Além disso foram observados fatores de forma de Weibull (da distribuição estatística de Weibull),  $k$ , maiores que 3 - valores considerados muito altos quando comparados com os ventos registrados na Europa e Estados Unidos.

Dada a importância da caracterização dos recursos eólicos da região Nordeste, o Centro Brasileiro de Energia Eólica - CBEE, com o apoio da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT lançou, em 1998, a primeira versão do Atlas Eólico do Nordeste do Brasil (WANEB - Wind Atlas for the Northeast of Brazil) com o objetivo principal de desenvolver modelos atmosféricos, analisar dados de ventos e elaborar mapas eólicos confiáveis para a região (Energia Eólica, 2004). Um mapa de ventos preliminar do Brasil gerado a partir de simulações computacionais com modelos atmosféricos pode ser observado no Mapa 02.

Baseado no WANEB 2 (ainda não publicado) o CBEE estima que o potencial eólico existente no Nordeste é de 6.000MW.



Mapa 02: Mapa dos Ventos do Brasil (Energia Eólica, 2004)

### Tecnologias e Estratégias:

Permitir ao projeto ter potencial para a integração de energias renováveis, incluindo estratégias solares, eólicas, geotérmicas, de biomassa e hídricas.

### **Crédito 03      Poder Verde**

---

**Objetivo:** Estimular o desenvolvimento e uso de tecnologias energias renováveis e uma rede de poluição zero.

**Critérios:** Fornecer pelo menos 30% de eletricidade do edifício com recursos renováveis através de um contrato de 02 anos, pelo menos, de energia renovável.

**Tecnologias e Estratégias:**

Determinar as necessidades energéticas dos edifícios e investigar oportunidades para comprometer com um contrato de poder verde com a utilidade local. O Poder verde é derivado das energias solar, ventos, geotérmica, biomassa e recursos hidráulicos de baixo impacto.

## **Crédito 04      Comissionamento Adicional**

---

**Objetivo:** Verificar e assegurar que o edifício esteja projetado, construído e calibrado para operar como pretendido.

**Critérios:** Em soma ao pré-requisito Comissionamento dos Sistemas Fundamentais do Edifício, implementar ou ter um contrato em local para implementar as seguintes tarefas de comissionamento fundamental:

1. Uma autoridade independente da equipe de projetista deverá conduzir uma revisão das prioridades do projeto para as fases de documentação da construção.
2. Uma autoridade independente da equipe de projetista deverá conduzir uma revisão do desenvolvimento e preenchimento dos documentos de construção e priorizar a edição de contratos para a construção.
3. Fornecer um manual simples ao proprietário que contém informações para requerer re-comissionamento dos sistemas do edifício.
4. Ter um contrato no local para revisar as operações do edifício com uma equipe de Operação e Manutenção, incluindo um plano para resolução de questões destacadas de comissionamento, quando completar 01 (hum) ano de construção.

### **Tecnologias e Estratégias:**

Empregar uma autoridade de comissionamento nas fases do projeto.

## **Crédito 05      Proteção a Camada de Ozônio**

---

**Objetivo:** Reduzir a destruição da camada de Ozônio e está em conformidade com o Protocolo de Montreal<sup>2</sup>.

**Critérios:** Instalar sistemas de AVAC&R, equipamentos de refrigeração, e sistemas de supressão do fogo que não contenham HCFC's ou Halons.

**Tecnologias e Estratégias:**

Quando reutilizar edifícios, desenvolver um inventário dos sistemas das edificações que usam refrigeradores e químicos de supressão do fogo e substituir aqueles que contenham HCFC's ou halons. Para novos edifícios especificar sistemas de refrigeração e supressão do fogo que não contenham HCFC's ou Halons.

## Crédito 06      Medição e Verificação

---

**Objetivo:** Fornecer um andamento da contabilidade e otimização do consumo de água e energia do edifício ao longo do tempo.

**Crítérios:** Estabelecer um programa de medição e monitoração contínua do desempenho de:

- Sistemas e Controles de Iluminação;
- Motores (situação normal de funcionamento e situações especiais – arranque, encerramento, emergência etc.);
- *Chillers* (situação normal de funcionamento e situações especiais – arranque, encerramento, emergência etc.);
- Sistemas de arrefecimento (situação normal de funcionamento e situações especiais arranque, encerramento, emergência etc.);
- Sistemas de redução dos caudais de ar e água e ciclos de reconversão de calor;
- Pressões estáticas de distribuição do ar e volumes de ar de ventilação;
- Caldeiras;
- Sistemas específicos para a eficiência energética;
- Sistemas de bombeamento de água interiores e sistemas de irrigação exteriores;
- Programa para medição sugerido nesta dissertação: “Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance”

### **Tecnologias e Estratégias:**

Quando reutilizar edifícios, desenvolver um inventário dos sistemas das edificações que usam refrigeradores e químicos de supressão do fogo e substituir aqueles que contenham HCFC’s ou halons. Para novos edifícios especificar sistemas de refrigeração e supressão do fogo que não contenham HCFC’s ou Halons.

## MATERIAIS E RECURSOS

### Pré-requisito 01    Armazenamento e Seleção de Recicláveis

**Objetivo:** Facilitar a redução de desperdício gerada pelos ocupantes dos edifícios que são transportados e depositados em aterros.

**Crítérios:** Providenciar uma área de acesso fácil (e devidamente identificada) que atenda todo o edifício e seja dedicada para a separação, coleta e estocagem de material para reciclagem, incluindo (no mínimo) papel, (cartão), vidros e embalagens.

**Tecnologias e Estratégias:** Destinar uma área para coleta e armazenamento de materiais recicláveis, com dimensões e localizações apropriadas, de modo a facilitar o acesso dos ocupantes e a expedição do destino final. Equipamentos para amassar latas e prensas para a composição de fardos, podem ser adquiridos a baixos custos. Deve-se instruir os ocupantes do edifício sobre a importância e os procedimentos de reciclagem e buscar empresas que têm interesse em adquirir vidro, plástico, papel e outros resíduos.

## **Crédito 01    Reutilização do Edifício**

---

**Objetivo:** Estender o ciclo de vida dos edifícios existentes, conservação de recursos, manter os recursos culturais, reduzir o desperdício e impactos ambientais de novos edifícios, uma vez que estes estão relacionados a produção de materiais e transporte.

**Critérios:** Durante projetos de reformas ou reabilitação manter pelo menos 30% da fachada e estrutura.

**Tecnologias e Estratégias:** Considerar o reuso de edifícios existentes, incluindo estrutura, alvenaria e fachada. Remover os elementos que possam causar risco de contaminação para os ocupantes dos edifícios e substituir componentes desatualizados como janelas, sistema mecânico e canalização. Quantificar a extensão do reuso do edifício.

## **Crédito 02 Gerenciamento do Desperdício na Construção**

---

**Objetivo:** Direcionar os entulhos de construção, demolição e limpeza de terras para aterros para a disposição final. Redirecionar o material reciclável novamente para o processo de produção.

**Critérios:** Desenvolver e implementar um plano de gerenciamento de desperdício. Reutilizar ou reciclar 30% dos resíduos da construção, demolição e terraplanagem e quantificar o desvio de material por peso.

**Tecnologias e Estratégias:** Estabelecer metas para desvio em aterros e adotar um plano de gerenciamento de resíduos da construção para alcançar esses objetivos. Considerar os resíduos resultantes da terraplanagem, cartões, metais, tijolos, cimentos, plástico, madeira limpa, vidros, paredes de gesso, alcatifas e isolantes. Destinar uma área específica no local da construção para reciclagem. Identificar transportadores e recicladores para lidar com os referidos materiais.

### **Crédito 03 Reutilização de Recursos**

---

**Objetivo:** Reutilizar materiais e produtos dos edifícios para reduzir a demanda por materiais virgens e reduzir o desperdício, diminuindo os impactos associados com a extração e processamento de materiais virgens.

**Critérios:** Especificar materiais recuperados e/ou remodelados para 5% dos materiais do edifício.

**Tecnologias e Estratégias:** Identificar oportunidades para incorporar materiais recuperados ou remodelados dentro do projeto do edifício e pesquisar potenciais fornecedores destes materiais. Considerar materiais reciclados tais como: assoalho, portas, caixilhos, mobília, tijolos e objetos decorativos.

## Crédito 04 Conteúdo Reciclado

---

**Objetivo:** Aumentar a procura de produtos para o edifício que tenham incorporado materiais de conteúdo reciclado, reduzindo, portanto, os impactos da extração de novos materiais.

**CrITÉrios:**

- Especificar um mínimo de 25% de materiais para o edifício que contenha, no conjunto, um mínimo em peso de 20% de material com conteúdo reciclado após utilização doméstica;

**Considerações:** Alguns exemplos de materiais sustentáveis que podem ser utilizados nos edifícios em questão localizados na região Nordeste:

- **Piso Ecocerâmicos** – As placas ecocerâmicas anti-ácidas são produzidas com matérias-primas minerais naturais e minerais reaproveitadas. Não levam pigmentos à base de metais pesados, já que a cor é resultado do próprio processo de fabricação. Toda a água utilizada em sua elaboração é tratada e reciclada na própria fábrica, não havendo efluentes lançados à rede pública ou meio ambiente. A tecnologia é de origem alemã, mas a produção é brasileira.

O produto sofre queima, por gás natural, de 1.300° C para atingir a cura adequada. É, portanto, um produto de baixo impacto ambiental (figura 08).

Além disso, este piso é indicado para regiões que apresentam altas temperaturas, visto que não absorvem calor facilmente. Deve-se ressaltar que para ambientes que necessitem de conforto acústico, este piso não é a solução ideal.

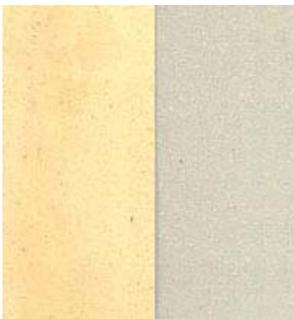


Figura 08 – Piso ecocerâmico, IDHEA (2004).

- **Telhas sustentáveis** - Telha ondulada e cumeeira reta produzidas a partir de matéria-prima 100% reciclada, oriunda de plásticos reciclados diversos (polietileno de baixa densidade), embalagens do tipo longa-vida e outras. Pode ser utilizada para cobertura de estacionamentos em edifícios residenciais por exemplo (figura 09).



Figura 09 – Telha produzida a partir de plásticos reciclados, IDHEA (2004).

- **Madeira plástica:** Tábuas rígidas de plástico reciclado, substituindo a madeira em diversas funções. Os benefícios do material são inúmeros, tais como: elevada resistência mecânica, produto não é agredido por insetos (cupins), fungos, não é afetado pela umidade, maresia, não racha e não trinca sob a ação de sol e chuva (figura10). Pode ser aplicada em substituição a madeira e madeiramento para decks, pallets, estrados, caibros para telhados, móveis rústicos e para áreas de maresia (litoral). É composto de 100% de resíduos plásticos pós-consumo de diversas procedências, como embalagens e recipientes de PP (polipropileno), PE (polietileno) e PET (politereftalato de etileno).



Figura 10 – Tábuas produzidas a partir de plásticos reciclados, dando origem à madeira plástica, IDHEA (2004).

- **Tintas Ecológicas:** Tinta acrílica ecológica Ecotinta é um produto à base de água que foi desenvolvido sem a adição de compostos orgânicos voláteis (COVs)\*, substâncias

derivadas de petróleo que agredem o sistema respiratório de aplicadores e usuários e a camada de ozônio que protege o planeta dos efeitos nocivos dos raios ultra-violeta. Além disso, a Ecotinta não incorpora pigmentos à base de metais pesados, o que a caracteriza, portanto, como um produto de menor impacto sobre o meio ambiente que tintas convencionais (figura 11).



**Figura 11 – Tinta produzida a base de água, sem pigmentos derivados de metais pesados IDHEA (2004).**

**Tecnologias e Estratégias:** Estabelecer uma meta de projeto para materiais com conteúdo reciclado e identificar materiais e reservas dos mesmos que possam atingir esta meta. Assegurar que os materiais com conteúdo reciclado especificados estejam instalados e quantificar a percentagem total de utilização dos mesmos.

## **Crédito 05    Materiais Regionais**

---

**Objetivo:** Aumentar a demanda por materiais e produtos nos edifícios que sejam extraídos e produzidos dentro da região, reduzindo os impactos ambientais resultantes dos seus transportes.

**Critérios:** Especificar um mínimo de 10% de materiais do edifício que sejam produzidos ou transformados localmente, num raio de 100km.

**Tecnologias e Estratégias:** Estabelecer uma meta de projeto para materiais com fonte local e identificar materiais e reservas de materiais que possam atingir esta meta. Assegurar que os materiais locais especificados são instalados e quantificar a porcentagem total de utilização dos mesmos.

## **Crédito 06      Materiais Rapidamente Renováveis**

---

**Objetivo:** Reduzir o uso e a depreciação de matérias-primas não-renováveis e de materiais renováveis com longo ciclo de vida, substituindo por materiais de rápida renovação.

**Critérios:** Usar materiais e produtos nos edifícios de rápida renovação e ou operação do edifício, equivalente a 5% do total de todos os materiais e produtos utilizados no projeto.

**Tecnologias e Estratégias:** Estabelecer uma meta projetual para materiais rapidamente renováveis e fornecedores que possam atingir esta meta. Considerar materiais como, assoalho de bambu, alcatifa de lã, palha, entre outros. Durante a construção assegurar que os materiais rapidamente renováveis especificados sejam instalados.

## **Crédito 07      Madeira Certificada**

---

**Objetivo:** Incentivar um gerencialmente florestal com responsabilidade ambiental.

**Critérios:** Usar um mínimo de 30% de materiais e produtos de madeira de acordo com o FSC (Forest Stewardship Council).

**Considerações:** Fundado em 1993, o FSC é uma organização não governamental independente e sem fins lucrativos. Seus membros são representantes de organizações sociais ambientais de comércio de madeira e produtos florestais, de povos indígenas, organizações comunitárias e certificadoras de produtos florestais de todo o mundo.

A certificação do FSC garante que os produtos florestais são originários de florestas manejadas de uma maneira ambientalmente adequada, socialmente benéfica e economicamente viável. A certificação não assegura a qualidade da confecção do produto nem o preço.

Leitura sugerida:

- “Madeira o Uso sustentável na construção civil”: O *download* desta publicação está disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/index.htm>

**Tecnologias e Estratégias:** Estabelecer uma meta projetual para produtos de madeira certificados pelo FSC e identificar os fornecedores que possam alcançar esta meta. Durante a construção assegurar que os produtos de madeira estejam instalados.

**QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA**

**Pré-Requisito      Desempenho Mínimo de QAI**

---

**Objetivo:** Estabelecer um mínimo de Qualidade Ambiental Interna para prevenir o desenvolvimento de problemas de QAI em edifícios, contribuindo para o bem-estar e conforto dos ocupantes.

**Critérios:** Usar os requisitos que determinam padrões para uma boa qualidade ambiental interna, visto que no Brasil, não há normas vigentes relativas a este tópico.

**Tecnologias e Estratégias:** Projetar um sistema de AVAC& R para encontrar os requisitos de ventilação dos padrões referidos. Identificar os potenciais problemas de QAI no local, e localizar tomadas de ar longe das fontes de contaminação.

## **Crédito 01      Acústica**

---

**Objetivo:** Proporcionar saúde e conforto dos edifícios, através da minimização do ruído no interior dos mesmos.

**Critérios:** Nos locais situados no interior do edifício, onde se exerçam atividades que requeiram concentração e sossego, o valor do nível sonoro do ruído ambiente não deve exceder os 50dB(A).

**Considerações:** Existem duas normas vigentes no Brasil acerca do desempenho acústico das edificações, são elas:

- NBR 10151:1987 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando ao conforto da comunidade;
- NBR 10152:1987: Níveis de ruído para conforto acústico;

**Tecnologias e Estratégias:** Equipar o edifício com meios que permitam minimizar e monitorizar o nível sonoro do ruído ambiente que é audível no seu interior, bem como o nível sonoro do ruído interior. Estratégias incluem o isolamento do edifício, a utilização de materiais absorventes para cobertura, paredes, etc. e a utilização de equipamento pouco ruidoso, bem como isolamento das fontes locais interiores geradoras de ruído.

**Crédito 02      Controle ao Fumo de Tabaco no Ambiente (FTA)**

---

**Objetivo:** Prevenir os ocupantes e sistemas dos edifícios contra o fumo no ambiente.

**Critérios:** Não expor os não fumantes ao fumo no ambiente, através da proibição de fumar nos edifícios.

**Tecnologias e Estratégias:** Proibir fumar em edifícios ou fornecer salas separadas com sistemas de ventilação isolados.

### **Crédito 03      Plano de Gestão da Qualidade do ar Interno**

---

**Objetivo:** Prevenir problemas de QAI resultantes dos processos de construção, renovação e utilização do edifício, para manter as instalações duradouras, bem como a saúde e conforto dos seus ocupantes.

**Critérios:**

- Desenvolver e implementar um Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior (QAI), para a construção ou fases de remodelação do edifício.
- Desenvolver e implementar um Plano de Gestão da Qualidade do Ambiente Interior (QAI), para a fase de utilização do edifício, que inclua, pelo menos:
  - A manutenção dos sistemas de AVAC&R;
  - A monitorização da concentração de CO<sub>2</sub>;
  - A limpeza geral de todas as zonas.

**Tecnologias e Estratégias:** Adotar um plano de gestão da QAI, para proteger o sistema AVAC&R, durante trabalhos de construção, controlar as fontes poluentes e interromper as vias de contaminação. Programar a instalação sequencial de materiais, para evitar a contaminação de materiais absorventes, tais como isolantes, alcatifas, tetos, telhas, azulejos, ladrilhos e paredes de gesso, entre outros, ou proteger, de danos de mistura, os materiais absorventes armazenados ou existentes no local. Antes da ocupação, testar os níveis de contaminação no edifício, garantir uma descontaminação efetiva do mesmo e substituir todos os meios de filtração.

Efetuar, periodicamente, a manutenção aos sistemas de ventilação e climatização do edifício. Projetar o sistema AVAC&R com sensores de monitoramento do CO<sub>2</sub> e outros gases problemáticos e integrar estes sensores com o sistema automático do edifício (SAE). Efetuar análises periódicas ao ar interior. Garantir a limpeza adequada de todas as áreas do edifício, mesmo as menos utilizadas.

## **Crédito 04      Controle de Fontes de Contaminação do Ar Interno**

---

**Objetivo:** Reduzir a quantidade de contaminantes do ar interno que emitam cheiro, potencialmente irritando e prejudicando o conforto e bem estar de instaladores e ocupantes.

**Critérios:**

- Não utilizar materiais com elevados valores de emissão de COV's (adesivos, isolantes, tintas e vernizes, alcatifas, etc.) E não utilizar madeira composta que contenha resinas de ureia-formaldeído adicionadas OU;
- Estabelecer um plano em fases de substituição dos materiais com elevada emissividade de contaminantes do ambiente interior.

**Tecnologias e Estratégias:** Especificar materiais que emitam poucos COV's nos documentos de construção. Em edifícios já existentes providenciar a substituição de materiais emissores de COV's por outros com menor emissividade. Efetuar estudos acerca da localização das entradas de ar exterior no sistema de ventilação do edifício.

## **Crédito 05      Controle dos Sistemas e Conforto Térmico**

---

**Objetivo:** Providenciar um alto nível de controle dos sistemas térmicos, de ventilação e iluminação por ocupantes individuais ou grupos específicos em espaços multi-ocupados (exemplo, salas de aula ou salas de conferências) para promover a produtividade, conforto e bem-estar dos ocupantes.

**Critérios:**

- Estar conformidade com a norma ISO 7730 para os padrões de conforto térmico;
- Instalar um sistema permanente de monitoramento da temperatura e umidade. E providenciar controle diferenciado dos operadores sobre as temperaturas, umidade e iluminação.

**Considerações:** Além da ISO citada acima, para desempenho térmico das edificações ainda podem ser consultadas:

- ASHRAE 55-92;
- ISO 6946:1996 - apresentação das fórmulas básicas para o cálculo de resistência térmica, transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar. Apresenta-se também o procedimento de cálculo da resistência térmica, da capacidade térmica e do atraso térmico de componentes com camadas homogêneas e não-homogêneas, e com câmaras de ar ventiladas para condições de verão e inverno.
- Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.
- ISO 8302:1991, BS 874:1986 e ASTM C- 177:1997: Medição da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;

Para desempenho lumínico, ainda podem ser consultados:

- Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural: DIN 5034-2 (1985), Kittler (1981), CIE 110 (1994), IES RP-21 (1984), Krochmann e Seidl (1974), Tregenza (1993).
- Texto sobre Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos;
- Texto sobre Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de ensaio.

**Tecnologias e Estratégias:** Projetar os edifícios com controle de fluxo de ar, temperatura e iluminação. Estratégias para considerar o controle de iluminação e janelas operáveis. Estabelecer intervalos de conforto da temperatura e umidade e desenhar a fachada do edifício e sistema AVAC de forma a manter esses intervalos de conforto. Instalar e manter o sistema de monitoramento e controle das temperaturas, umidade e iluminação do edifício para ajustar de forma apropriada as condições das diferentes zonas. Estratégias incluem o estudo da viabilidade de sistemas individuais *versus* centrais de AVAC&R.

## **Crédito 06 Iluminação Natural e Vistas**

---

**Objetivo:** Fornecer para os ocupantes dos edifícios uma conexão entre os espaços internos e os externos através da introdução da luz do dia e vistas, nas áreas ocupadas da edificação.

**Critérios:** Alcançar um fator de luz do dia de 2%, em 75% dos espaços ocupados por tarefas visuais críticas.

**Tecnologias e Estratégias:** Projetar o edifício para maximizar a entrada de luz natural. Estratégias que considerem a inclusão de orientação do edifício, sensores de luz foto-integrados entre outros. Prever a luz do dia através de cálculos e modelos computacionais para avaliar os níveis de luminosidade e fatores de luz natural a alcançar.

## **INOVAÇÃO E PROCESSO DE DESIGN**

### **Crédito 01 Inovação em Design**

---

**Objetivo:** Proporcionar a uma equipe de *designers* e projetistas a oportunidades de serem premiados por um desempenho excepcional acima dos requisitos MEDACNE e ou desempenho inovador em categorias verdes não especificamente definidos pelo MEDACNE.

**Critérios:** Identificar a intenção dos créditos inovadores propostos, o atendimento aos requisitos propostos, e as estratégias que possam ser usadas para cumprimentos dos requisitos.

**Tecnologias e Estratégias:** Exceder substancialmente um crédito de desempenho do MEDACNE, tais como desempenho de energia ou desempenho na eficiência de água. Aplicar estratégias ou medidas que não estejam no MEDACNE, como educação dos ocupantes e análise do ciclo de vida dos materiais escolhidos.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)