

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA E ESCOLA DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

OLGA MARIA DAS NEVES DE LEMOS

Sustentabilidade na Construção Civil e a sua
Relação com a Formação Profissional de
Engenheiros Cíveis e Arquitetos

RIO DE JANEIRO
2017

OLGA MARIA DAS NEVES DE LEMOS**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUA RELAÇÃO COM A
FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ENGENHEIROS CIVIS E ARQUITETOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Corpo Docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadores:

Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, DSc.

Eduardo Linhares Qualharini, DSc.

Rio de Janeiro
2017

Sustentabilidade na Construção Civil e a sua Relação com a Formação Profissional
de Engenheiros Civis e Arquitetos

Olga Maria das Neves de Lemos

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL, ESCOLA
POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

Prof^a. Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, DSc, Orientadora

Prof. Eduardo Linhares Qualharini, DSc, Orientador

Prof. Eduardo Gonçalves Serra, DSc

Prof. Assed Naked Haddad, DSc

Prof^a. Andréa Medeiros Salgado, DSc

FICHA CATALOGRÁFICA

Lemos, Olga Maria das Neves de
Sustentabilidade na Construção Civil e a sua Relação com a Formação
Profissional de Engenheiros Cíveis e Arquitetos,
Rio de Janeiro, 2017.
154 p.

Orientadores: Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, DSc.
Eduardo Linhares Qualharini, DSc.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Pós-graduação
em Engenharia Ambiental, 2017.

1. Construções Sustentáveis. 2. Engenharia Civil. 3. Arquitetura. 4.
Graduação. I. Couto, Maria Antonieta Peixoto Gimenes, orientador.
II, Qualharini, Eduardo Linhares, orientador. III. Título.

Dedico esta Dissertação aos meus dois amores:
meu marido Luiz Augusto e minha filha Márcia,
que são as razões da minha Vida.

Agradeço

Ao Deus Supremo por tudo que recebi na Vida. Com a certeza de que Ele esteve presente em todos os momentos, principalmente quando estive triste e desanimada. Foi a minha Fé que permitiu atravessar estes períodos sem desanimar.

Agradeço ao meu Pai que me ensinou o prazer da leitura.

A meu marido que me apoiou e pela sua disponibilidade de sempre rever o meu trabalho.

À minha filha pelo seu carinho e compreensão.

À amiga Sônia Regina que me incentivou a participar da seleção para o Mestrado e acompanhou esta trajetória.

À Professora Magali Christe Cammarota que confiou na minha capacidade de concluir o Mestrado e me aceitou.

À professora Suzana Borschiver pelos ensinamentos, que me auxiliaram na estruturação da Metodologia, mas principalmente por ter me indicado e apresentado a minha Orientadora.

À Orientadora Professora Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto pela sua dedicação, carinho e estímulo. Ela transmitiu sua competência de forma especial; aprendi muito com Ela. Muito Obrigada por ser uma Mestre.

Ao meu Orientador Professor Eduardo Linhares Qualharini e sua competente equipe pelo apoio, disponibilidade e estímulo, em especial na difícil tarefa de montar e encaminhar o questionário da pesquisa e no preparo da Apresentação.

“O respeito é a atitude fundamental que o homem há de ter com a criação. Esta a recebemos como um dom precioso e devemos esforçar-nos para que as gerações futuras possam seguir admirando-a e desfrutando-a”.

Papa Francisco, Encíclica “*Laudato Si*”, 2015

RESUMO

LEMOS, Olga Maria das Neves de. Sustentabilidade na Construção Civil e a sua Relação com a Formação Profissional de Engenheiros Cíveis e Arquitetos. Rio de Janeiro, 2017. Dissertação (MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AMBIENTAL) – Escola Politécnica e Escola de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A Construção Civil é uma das atividades que acarreta impacto negativo no meio ambiente. As Instituições de Ensino Superior (IES) são responsáveis pela formação de mão de obra qualificada para a Construção Civil e devem oferecer fundamentalmente a formação acadêmica adequada para capacitar os profissionais envolvidos, no intuito de implantar construções sustentáveis. A dissertação objetiva: avaliar os currículos dos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e Arquitetura, ofertados no Estado do Rio de Janeiro, com foco em “Sustentabilidade na Construção Civil”; verificar se Construtoras e empreendimentos residenciais nas duas áreas de maior crescimento imobiliários da Cidade do Rio de Janeiro, no período de 2012 a 2017, estão adotando indicadores de Sustentabilidade; verificar se os resultados têm relação com a formação dos profissionais envolvidos. A revisão literária definiu os indicadores de Sustentabilidade a serem avaliados. Foi feito o levantamento dos Cursos no portal E-mec e as grades curriculares foram acessadas nas páginas eletrônicas das IES. Os resultados foram analisados nos níveis Macro (características dos Cursos), Meso (características das Disciplinas ofertadas na Área Ambiental) e Micro (detalhamento das IES). Um questionário foi encaminhado às Construtoras, para verificar a adoção de conceitos de Sustentabilidade nos empreendimentos. Foi feita uma pesquisa para avaliar empreendimentos em duas regiões (Região 1: Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Vila Valqueire; e Região 6: Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba). Os resultados sinalizam que a maioria dos Cursos avaliados não está preparando adequadamente os alunos para atuarem em Construções Sustentáveis. Destacam-se positivamente os Cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro. As Construtoras avaliadas, de forma geral, não estão aplicando totalmente os quesitos de Sustentabilidade e, entre os empreendimentos imobiliários, os da Região 1 são os que mais adotam quesitos de Sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Construções Sustentáveis; Engenharia Civil; Arquitetura; Graduação

ABSTRACT

LEMOS, Olga Maria das Neves de. Sustainability in Civil Construction and its Relation with the Professional Training of Civil Engineers and Architects. Rio de Janeiro, 2017. Dissertation (PROFESSIONAL MASTER IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING) - Polytechnic School and School of Chemistry - Federal University of Rio de Janeiro., Rio de Janeiro, 2017. Dissertation (MASTER PROFISSIONAL IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING) – Polytechnic School –Federal University of Rio de Janeiro.

Civil construction is one of the activities that leads to greater environmental impact. The Higher Education Institutions (HEI) responsible for the formation of qualified professionals for the Civil Construction should offer fundamental academic formation enable them to search for sustainable constructions. The dissertation aims to: evaluate the curricula of the Civil Engineering and Architecture Undergraduate Courses offered in the State of Rio de Janeiro, focusing on "sustainability in Civil Construction"; verify that Builders and residential developments in the two areas of higher real estate growth in the City of Rio de Janeiro, in the period from 2012 to 2017 are adopting sustainability indicators; verify if the results are related to the training of the professionals involved. The bibliographic review defined the sustainability indicators to be evaluated. The courses were surveyed on the E-mec portal and the curriculum grades were accessed on the IES web pages. The results were analyzed at the Macro (course characteristics), Meso (characteristics of the offered subjects in the Environmental Area) and Micro (detail of HEIs) levels. A questionnaire was sent to the Builders, aiming to verify the adoption of sustainability concepts in their projects. A survey was carried out to evaluate projects in two regions (Region 1: Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena and Vila Valqueire, and Region 6: Bangu, Campo Grande and Pedra de Guaratiba). The results indicate that most of the evaluated courses are not adequately preparing students to work on sustainable buildings. The Civil Engineering and Architecture Undergraduate Courses of the Federal University of Rio de Janeiro stand out positively. The builders evaluated, in general, are not fully applying the sustainability requirements and, among the real estate projects, those in Region 1 are the ones that most apply sustainability issues.

KEY WORDS: Sustainable Buildings, Civil Engineering, Architecture, Undergraduate Courses

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Distribuição de unidades referentes aos lançamentos imobiliários na Cidade do Rio de Janeiro por Região	25
Figura 3.1	Consumo de Energia por Eletrodoméstico	61
Figura 3.2	Fontes de Energia para Aquecimento de Água	61
Figura 3.3	Ciclo de Vida	65
Figura 3.4	Categorias do Sistema BREEAM	77
Figura 3.5	Representação do Sistema LBC	89
Figura 3.6	Selo Procel Edificações: Etapa de Projeto e Etapa de Edificação Construída	92
Figura 4.1	Primeira interface E-mec - Mapa da Busca Interativa	100
Figura 4.2	Segunda interface E-mec – Lista dos Cursos	101
Figura 4.3	Terceira interface E-mec – Detalhamento das IES	101
Figura 5.1	Figura 5.1: Análise Macro - Categoria Administrativa das IES	107
Figura 5.2	Análise Macro - Localização das IES	107
Figura 5.3	Análise Macro - Conceito dos Cursos na Avaliação do MEC	107
Figura 5.4	Figura 5.4: Análise Macro - Relação de Conceitos entre IES Pública e Privada	108
Figura 5.5	Análise Meso – Distribuição das Ofertas de Disciplinas no Grupo I	110
Figura 5.6	Análise Meso - Grupo I - Foco das disciplinas ofertadas para Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura	111
Figura 5.7	Análise Meso - Grupo II - Foco das disciplinas ofertadas para Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura	112
Figura 5.8	Norma ABNT 15112:2004 - Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e	119

	operação	
Figura 5.9	Norma ABNT 15113:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação	121
Figura 5.10	Norma ABNT 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação	120
Figura 5.11	Norma ABNT 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos	121
Figura 5.12	Norma ABNT 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos	122
Figura 5.13	Utilização da Certificação ISO 14001 de Sistema de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para Uso	123
Figura 5.14	Aplicação da ISO 14004 de Sistema de Gestão Ambiental -Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio	123
Figura 5.15	Possui ou tem a intenção de adotar a Certificação LEED – <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> (Liderança em Energia e Projeto Ambiental)	124
Figura 5.16	Aproveitar as Condições Naturais Locais	125
Figura 5.17	Utilizar o Mínimo de Terreno e Integrar-se ao Ambiente Natural	126
Figura 5.18	Implantar e Analisar o Entorno	126
Figura 5.19	Não Provocar ou Reduzir Impactos no Entorno – Paisagem, Temperaturas e Concentração de Calor, Sensação de Bem Estar	127
Figura 5.20	Qualidade Ambiental Interna e Externa	127
Figura 5.21	Fazer a Gestão Sustentável da Implantação da Obra	128
Figura 5.22	Adaptar-se às Necessidades Atuais e Futuras dos	129

	Usuários	
Figura 5.23	Usar Matérias Primas que Contribuam com a Eco-eficiência do Processo	129
Figura 5.24	Reduzir o Consumo Energético	129
Figura 5.25	Reduzir o Consumo de Água	130
Figura 5.26	Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Dispor Corretamente os Resíduos Sólidos	130
Figura 5.27	Introduzir Inovações Tecnológicas, Sempre que Possível e Viável	131
Figura 5.28	Educar Ambientalmente: Conscientizar os Envolvidos no Processo na Concepção e Planejamento	131
Figura 5.29	Estudo do Ciclo de Vida na Fase de Concepção e Planejamento do Empreendimento	133
Figura 5.30	Ciclo de Vida na Fase de Projeto do Empreendimento	133
Figura 5.31	Ciclo de Vida na fase de Execução do Empreendimento	134
Figura 5.32	Ciclo de Vida na fase de Comercialização do Empreendimento	134
Figura 5.33	Ciclo de Vida na fase de Uso do Empreendimento	135
Figura 5.34	Estudo do Ciclo de Vida na fase de Operação e Manutenção do Empreendimento	136
Figura 5.35	Distribuição da Quantidade de Empreendimentos com Itens de Sustentabilidade	138
Figura 5.36	Percentual de Itens de Sustentabilidade por Empreendimento	139
Figura 5.37	Fatores que Influenciam na Construção Sustentável	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1	Certificações de Edifícios na Cidade de São Paulo com o Sistema AQUA	86
Quadro 3.2	Níveis de Classificação do Selo Casa Azul	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1	Quantidade de Disciplinas na Área Ambiental por Curso relacionada à quantidade de IES	108
Tabela 5.2	Análise Micro - Grupo I - Oferta de Disciplinas por IES – Engenharia Civil	114
Tabela 5.3.	Análise Micro - Grupo I - Oferta de Disciplinas por IES – Arquitetura	115
Tabela 5.4.	Análise Micro - Grupo II - Oferta de Disciplinas por IES – Engenharia Civil	117
Tabela 5.5	Análise Micro - Grupo II - Oferta de Disciplinas por IES – Arquitetura	118
Tabela 5.6	Informações de Itens de Sustentabilidade nos Empreendimentos	137
Tabela 5.7	Número de Empreendimentos por Construtoras	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEA	Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ADEMI	Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Proteção Ambiental
BEPAC	<i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i>
BRE	<i>Building Research Establishment</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency</i>
CAU/BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CAUs	Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CEFET/RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
CES	Câmara de Educação Superior
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CFE	Conselho Federal de Educação
CIB	Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Construção
CIB	<i>Conseil International du Bâtiment ou Innovation in Building and Construction</i>
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNEC	Faculdade Cenecista
CNABEA	Congresso Nacional da ABEA
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DAP	Declaração Ambiental dos Produtos
DCN	Diretrizes Nacionais Curriculares
EA	Educação Ambiental
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Fac Redentor	Faculdade Redentor
FIDIC	<i>International Federation of Consulting Engineers</i>
FISS	Faculdades Integradas Silva e Souza
GABC	<i>Global Alliance for Buildings and Construction</i>
GBC	<i>Green Building Council</i>
GBC	<i>Green Building Challenge</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
HIS	Habitações de Interesse Social
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
IES	Instituição de Educação Superior
IETC	<i>International Environmental Technology Centre</i>
IF Fluminense	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
IISBE	<i>International Initiative for a Sustainable Built Environment</i>
ILBI	<i>Internacional Living Building Institute</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITCSAS /CENSA	Instituto Tecnológico e das Ciências Sociais Aplicadas e da Saúde do Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
JSBC	<i>Japan Sustainable Building Consortium</i>
LBC	Living Building Challenge
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério de Educação e Cultura

MLIT	Ministério da Terra, Infra-estrutura, Transportes
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PLRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
P + L	Produção Mais Limpa
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PUC-RIO	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
PWGSC	<i>Public Works and Government Services Canada</i>
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício
RCC	Resíduos da Construção Civil
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SBCI	Sustainable Building and Climate Initiative
SBE	<i>Sustainable Built Environment</i>
SECOVI-Rio	Sindicato da Habitação – Rio de Janeiro
SINGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UCP	Universidade Católica de Petrópolis
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura
UNESA	Universidade Estácio de Sá
UNIFOA	Universidade Fundação Oswaldo Aranha
UVA	Universidade Veiga de Almeida
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>

SUMÁRIO

Capítulo 1 INTRODUÇÃO	21
1.1 PREMISSAS	21
1.1.1 A Importância da Qualidade Ambiental na Sustentabilidade	21
1.1.2 O Peso do Setor da Construção na Sustentabilidade	22
1.1.3 A Influência da Engenharia e Arquitetura na Sustentabilidade	22
1.1.4 A Relevância da Formação de Engenheiros e Arquitetos na Construção Civil	23
1.2 HIPÓTESE	23
1.3 APRESENTAÇÃO DO TEMA	24
Capítulo 2 OBJETIVOS, QUESTÕES NORTEADORAS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	26
2.1 OBJETIVO GERAL	26
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
2.3 QUESTÕES NORTEADORAS DA DISSERTAÇÃO	26
2.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	27
Capítulo 3 REVISÃO DA LITERATURA	28
3.1 BREVE HISTÓRICO DA ENGENHARIA E ARQUITETURA NO BRASIL	28
3.1.1 Engenharia Civil no Brasil	28
3.1.2 Arquitetura no Brasil	33
3.2 A FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ENGENHEIROS CIVIS E ARQUITETOS	36
3.3 ASPECTOS GERAIS DA SUSTENTABILIDADE	38
3.3.1 Sustentabilidade	38
3.3.2 Sustentabilidade na Construção Civil	42
3.4 Avaliação do Ciclo de Vida no Setor da Construção Civil	47
3.5 Os Custos na Construção Civil e o Meio Ambiente	48
3.6 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	50
3.6.1 Aproveitamento das Condições Naturais Locais	50
3.6.2 Utilização Mínima de Terreno e Integração ao Ambiente Natural	51

3.6.3 Implantação e Análise do Entorno	52
3.6.4 Minimização ou Eliminação de Impactos no Entorno – Paisagem, Temperaturas e Concentração de Calor, Sensação de Bem Estar	54
3.6.5 Qualidade Ambiental Interna e Externa	55
3.6.6 Gestão Sustentável da Implantação da Obra	55
3.6.7 Adaptação às Necessidades Atuais e Futuras dos Usuários	56
3.6.8 Uso de Matérias Primas que Contribuem com a Eco- eficiência do Processo	57
3.6.9 Redução do Consumo Energético	60
3.6.10 Redução do Consumo de Água	62
3.6.11 Redução, Reutilização, Reciclagem e Disposição Correta dos Resíduos Sólidos	63
3.6.12 Introdução de Inovações Tecnológicas, sempre que Possível e Viável	66
3.6.13 Educação Ambiental: Conscientização dos Envolvidos no Processo	67
3.7 REGULAMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL	69
3.8 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	73
3.8.1 Sistema BREEAM - <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>	74
3.8.2 Sistema LEED - <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>	78
3.8.3 Sistema CASBEE - <i>Comprehensive Assessment System for Built Environment</i>	80
3.8.4 Sistema AQUA ou HQE - <i>Haute Qualité Environnementale</i>	83
3.8.5 Sistema GBC- <i>Green Building Challenge</i>	86
3.8.6 Sistema LBC - <i>Living Building Challenge</i>	87
3.8.7 Selo Procel Edifica: Edificações	91
3.8.8 Selo Casa Azul	92
3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA REVISÃO	96

Capítulo 4 METODOLOGIAS	100
4.1 AVALIAÇÃO DAS GRADES CURRICULARES DOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E DE ARQUITETURA	100
4.2 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTORAS	103
4.3 AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NOS LANÇAMENTOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	105
Capítulo 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	106
5.1 AVALIAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E DE ARQUITETURA RELACIONADA AO QUESITO SUSTENTABILIDADE	106
5.1.1 Análise Macro: Caracterização das Instituições de Ensino	106
5.1.2 Análise Meso: Taxonomias - Foco das Disciplinas	109
5.1.3 Análise Micro: Detalhamento das Taxonomias Meso	112
5.2 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTORAS	119
5.3 AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NOS LANÇAMENTOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	137
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS RESULTADOS	141
Capítulo 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	143
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
6.2 CONCLUSÕES	144
6.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	147
REFERÊNCIAS	148
Apêndice A – Sistema LEED	
Apêndice B - Questionário	
Apêndice C - Resultado da Pesquisa	
Apêndice D- Região 1 – Itens de Sustentabilidade	
Apêndice E- Região 6 – Itens de Sustentabilidade	

1. INTRODUÇÃO

1.1 PREMISSAS

1.1.1 A importância da Qualidade Ambiental na Sustentabilidade

A qualidade ambiental está relacionada com os estudos das variações ocorridas no meio ecológico e social, que afetam o bem estar dos seres vivos, e em especial dos seres humanos. Esse termo é utilizado para caracterizar as condições ambientais, conforme normas e padrões pré-estabelecidos. Sua manutenção e a divulgação de sua importância para a proteção da vida são essenciais para a sociedade do tempo atual, devendo para essa missão serem avaliados os seguintes indicadores de qualidade ambiental:

- a) saneamento ambiental- disponibilidade, contaminação e qualidade de água, efluentes locais, ar, conforto térmico;
- b) estética ambiental- beleza estética de elementos naturais e antropogênicos;
- c) tratamento de resíduos domésticos e industriais- reciclagem e instalações operacionais;
- d) valores culturais da relação entre o Homem e o meio ambiente, de modo específico o grau de cultura ecológica;
- e) apreciação social da percepção ambiental; e
- f) respeito às normas e regras inerentes à estrutura e funcionamento dos ecossistemas.

Na década de 70, foi realizada a revisão dos conceitos desenvolvimentistas a partir de uma reflexão sobre a predominância econômica, política e ideológica, alicerçada na economia de mercado, em comparação com as demais formas de sociedades não capitalistas. Nesse sentido, passou-se a propor um estilo de desenvolvimento que desconsiderava um infundável crescimento econômico. Pronunciava-se contra a exportação compacta de matérias primas de recursos naturais; a degradação ambiental, o consumismo e a convicção no progresso alcançado pela ciência e a tecnologia. Contrariamente, propunha que a qualidade de vida fosse o objetivo fundamental de qualquer desenvolvimento (DIEGUES, 1992, p. 25) que trouxesse a satisfação das necessidades básicas da população,

conseguidas por meio da aplicação de tecnologias social e ecologicamente pertinentes.

A Sustentabilidade é um processo de mudança, no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras; é uma correção de rumo, uma retomada do crescimento, visando a alterar a qualidade do desenvolvimento.

Para enfrentar os impactos negativos provocados ao meio ambiente, o setor de construção civil empenha-se com empreendimentos que buscam a geração de edifícios com premissas ambientais que têm sido construídos nas grandes cidades do mundo. No Brasil, essa tendência encontra-se em fase embrionária, mas aos poucos, começando a aumentar. A necessidade mercadológica de uma comprovação de Sustentabilidade faz com que as Empresas utilizem as Certificações, ou Selos Verdes.

1.1.2 O Peso do Setor da Construção na Sustentabilidade

A Construção Civil é uma das atividades que mais acarreta impactos negativos ao meio ambiente, destacando-se: aumento do lixo urbano, enchentes, desmoronamentos, poluição dos recursos hídricos, poluição do ar, impermeabilização da superfície do solo, desmatamentos, congestionamento dos transportes e emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE). Segundo DARKO et al, (2017), globalmente, a indústria de construção consome 40% da produção total de energia, 12 a 16% de toda a água disponível, 32% dos recursos não renováveis e renováveis, 25% do total da madeira, 40% de todas as matérias primas, produz de 30 a 40% de resíduos sólidos e emite de 35 a 40% de CO₂.

1.1.3 A Influência da Engenharia e Arquitetura na Sustentabilidade

Os Engenheiros e Arquitetos aplicam ciências relevantes na busca por soluções adequadas para problemas ou no aperfeiçoamento de soluções já existentes, o que resulta em constante aprendizagem de novas disciplinas ao longo de suas carreiras.

Se existirem opções múltiplas, Engenheiros e Arquitetos pesam as diferentes escolhas de projeto, com base nos seus méritos e escolhem a solução que melhor corresponda aos requisitos. A tarefa crucial desses profissionais é identificar, compreender e interpretar as restrições de um projeto, de modo a produzir o resultado esperado. Aqui se incluem as limitações em termos físicos, criativos, técnicos ou de recursos disponíveis, a flexibilidade para permitir modificações e adições futuras, além de fatores como os custos, a segurança, a atratividade comercial, a funcionalidade e a razoabilidade. Normalmente, não basta construir um produto tecnicamente bem sucedido, é também necessário que ele responda a outros requisitos adicionais.

1.1.4 A Relevância de Formação de Engenheiros e Arquitetos na Construção Civil

Tradicionalmente, a Engenharia e a Arquitetura lidavam apenas com objetos concretos e palpáveis. Porém, esse cenário mudou, uma vez que lidam agora, também, com entidades não palpáveis, tais como custos, obrigações fiscais, uso de Informática e sistemas.

Atualmente, cuidados com as condições sócio-ambientais, com o saneamento básico e com a gestão do meio ambiente proporcionam a criação de novas áreas, que é o caso da Engenharia Civil Ambiental, que faz a união de processos de infraestrutura e aspectos ambientais na mesma área. A mudança de paradigma no que diz respeito às novas formas de pensar a Construção Civil, sob o prisma ambiental, requer profissionais capacitados para enfrentar referido desafio. Assim, a formação acadêmica deve contemplar conteúdos inerentes a esse assunto.

1.2 HIPÓTESE

Para o desenvolvimento do projeto dessa dissertação foi estabelecida como hipótese:

“As Instituições de Ensino Superior não formam adequadamente os profissionais para atuarem em Projetos de Construção Civil com quesitos de Sustentabilidade”.

- a) As Construtoras seguem os padrões definidos de Sustentabilidade?
- b) A formação de Engenheiros e Arquitetos seguem os padrões desejados de Sustentabilidade?
- c) O trabalho dos Engenheiros e Arquitetos influi nas Construtoras?

1.3 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Justificando a escolha do tema, pode-se citar o atual problema de abastecimento de água e o aumento da tarifa de energia elétrica, bem como o aquecimento do Setor Imobiliário na primeira década do novo século, em grande parte impulsionado pelo Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV, da Caixa Econômica Federal do Governo Federal, que ocasionou o crescimento da venda de lotes e da construção de casas e edifícios residenciais.

O aquecimento do mercado imobiliário está retratado nos dados do Sindicato da Habitação – Rio de Janeiro (SECOVI-Rio), entidade sindical que defende os interesses do setor da habitação. Indicam que foram lançadas 9778 unidades, divididas de acordo com as cinco regiões descritas a seguir, cuja distribuição percentual é mostrada na Figura 1.1:

Região 1: Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Vila Valqueire;

Região 2: Botafogo, Catete, Flamengo, Lagoa, Laranjeiras, Leblon e São Conrado;

Região 3: Cachambi, Del Castilho, Engenho da Rainha, Engenho Novo, Grajaú, Irajá, Madureira, Maracanã, Maria da Graça, Méier, Pavuna, Pilares, Quintino, Riachuelo, Rocha Miranda, Tijuca, Tomás Coelho, Vila da Penha e Vila Isabel;

Região 4: Centro, Lapa, Santo Cristo e São Cristóvão;

Região 5: Parada de Lucas e Penha; e

Região 6: Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba.



Figura 1.1: Distribuição de unidades referentes aos lançamentos imobiliários na Cidade do Rio de Janeiro por Região
Fonte: ADEMI, 2013

Em 2016, o número de unidades teve uma retração para 7431, com destaque para a Região 6 que, em 2013, respondia por 12% dos lançamentos e, em 2016, apresentou um crescimento expressivo, com 35%. A Região 1, que liderou o ranking em 2013, com 60%, em 2016, respondeu por 9% dos lançamentos. (ADEMI, 2017).

Essa breve análise suscita as duas arguições: Será que os empreendimentos em Construção Civil seguem as premissas de Sustentabilidade Ambiental? Os profissionais envolvidos têm formação adequada para efetivamente adotar tais premissas?

2 OBJETIVOS, QUESTÕES NORTEADORAS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta dissertação é avaliar a formação dos Engenheiros Civis e Arquitetos egressos das Universidades do Estado do Rio de Janeiro, consoante com o tema Sustentabilidade na Construção Civil; e se existe relação entre o processo de inserção dos conceitos de Sustentabilidade no mercado imobiliário do Rio de Janeiro com a formação que as Universidades estão oferecendo aos profissionais envolvidos nesta área de atuação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar as grades curriculares dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura ofertadas pelas Instituições de Ensino Superior do Estado do Rio de Janeiro, para avaliar a quantidade de disciplinas direcionadas para o tema da Sustentabilidade;
- b) Realizar um levantamento junto a algumas Construtoras para avaliar como o tema Sustentabilidade está sendo conduzido;
- c) Verificar se e como as Construtoras estão elaborando seus Projetos com os procedimentos reconhecidos de Sustentabilidade Ambiental, e avaliar os tópicos relacionados ao reuso de água, separação de lixo, aquecimento solar e iluminação; e
- d) Realizar levantamento quantitativo e avaliação qualitativa, sob a ótica da Sustentabilidade, dos Condomínios residenciais lançados nos últimos anos, em regiões da Cidade do Rio de Janeiro, onde o mercado imobiliário está em expansão.

2.3 QUESTÕES NORTEADORAS DA DISSERTAÇÃO

Algumas questões foram formuladas para o direcionamento da análise, discussão dos resultados e elaboração das conclusões, tais como:

Os Cursos de Graduação, na Região analisada, formam adequadamente os profissionais no quesito Sustentabilidade na Construção Civil? Existe alguma relação

entre a abordagem desse conceito nos Cursos de Graduação e os indicadores de qualidade dos mesmos?

Quais são as premissas adotadas pelas Construtoras avaliadas? Quais são os quesitos e Certificações adotados? Como o conceito de Sustentabilidade está sendo incorporado nos Projetos de construção? Quais os itens abordados?

Como está evoluindo a abordagem de Sustentabilidade nos novos empreendimentos? Quais pontos básicos os Projetos não estão levando em consideração? Existe alguma estratégia de marketing relacionada à Sustentabilidade junto ao consumidor final (comprador)?

2.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi organizada em seis Capítulos. O primeiro Capítulo apresenta as Premissas e Hipótese que motivaram a elaboração da dissertação. O Capítulo 2 expõe os objetivos gerais e específicos. No Capítulo 3 a revisão literária retrata um breve histórico da origem do estudo da Engenharia e da Arquitetura no Brasil, bem como os princípios básicos da Construção Sustentável, os aspectos gerais e os instrumentos de avaliação de Sustentabilidade na Construção Civil e completa o Capítulo com considerações pertinentes, quanto à formação profissional e a sua regulamentação. As Metodologias da Pesquisa são detalhadas no Capítulo 4 e os resultados e discussões são indicados no Capítulo 5. O Capítulo 6 aponta as Considerações Gerais, Conclusões e Sugestões de Trabalhos e as Referências consultadas estão listadas em sequência. Fazem, ainda, parte deste documento quatro Apêndices e 11 Anexos, contendo materiais complementares.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 BREVE HISTÓRICO DA ENGENHARIA E DA ARQUITETURA NO BRASIL

A história da Arquitetura e da Engenharia no Brasil começa em 1549, com a instituição do Governo Geral e a fundação da Cidade de Salvador por Thomé de Souza; as construções anteriores a esse período são muito precárias e delas há poucas informações. O primeiro Governador Geral trouxe consigo um grupo de profissionais construtores e a ordem do Rei D. João III para que fizessem uma “fortaleza de pedra e cal e uma cidade grande e forte”. Com Tomé de Souza vieram Luiz Dias, “mestre das obras da fortaleza”, Diogo Peres, “mestre pedreiro”, e Pedro Gois, “mestre pedreiro-Arquiteto”, e mais pedreiros, carpinteiros e outros artífices. Luiz Dias voltou para Portugal em 1551; seu sucessor foi Pedro de Carvalhais, nomeado “mestre de obras de Salvador”, em julho de 1552. (JUNIOR, 1994).

Sylvio de Vasconcellos supõe que a Casa Forte e os muros de defesa construídos na Bahia em taipa de pilão, por Diogo Álvares Correia, cognominado Caramuru, tenham sido talvez as primeiras construções duradouras feitas no Brasil.(TELES, 1984).

3.1.1 Engenharia Civil no Brasil

A Engenharia entrou no Brasil por meio das atividades de duas categorias de profissionais: os oficiais-Engenheiros e os então chamados mestres de risco, construtores da edificação Civil e religiosa, antepassados dos nossos Arquitetos. Graças a essa atividade os brasileiros de então tiveram teto, repartições e templos sagrados (TELES, 1984). Segundo o autor, a missão desses profissionais, no período colonial abrangia as seguintes funções:

- a) obras de defesa, no litoral, contra os ataques de outras nações e de piratas e, ao longo das fronteiras, acompanhando e consolidando a expansão territorial promovida pelos bandeirantes;
- b) demarcação de fronteiras, levantamentos geográficos e topográficos, mapeamento e levantamento de itinerários;
- c) ensino para formar Engenheiros no Brasil; e

- d) Obras Civis diversas: construções Civis e religiosas, estradas, serviços públicos, etc.

Percebe-se, portanto, que o método empregado na Construção estava diretamente relacionado aos problemas enfrentados durante a colonização. Com as preocupações quanto a invasões e à dificuldade de penetrar no território continental, de florestas hostis e de madeira dura. Os portugueses enfrentaram ainda a necessidade de dominar a navegação na costa brasileira, do que resultou a Construção em pedra de faróis, portos e fortes. A associação entre o aspecto de segurança e a Construção em pedra é traço notório da Engenharia brasileira desde então, com forte influência da tradição portuguesa.

No período colonial, o Brasil recebeu de Portugal os melhores Engenheiros de que os portugueses dispunham, fato comprovado pelo alto padrão técnico aqui realizado. Alguns Engenheiros que atuaram no Brasil-Colônia tiveram o título de Engenheiro-mor do Brasil (ou do Estado do Brasil), como foi o caso do conhecido Engenheiro Francisco de Frias da Mesquita, funcionário público nomeado em 1603, autor de importantes trabalhos. Durante algum tempo, foi o único Engenheiro existente no Brasil. (TOLEDO, 2012).

Os mestres de risco, que foram os responsáveis pela maioria das construções até o Século XIX, eram os artífices legalmente licenciados para projetar e construir. Na condição de aprendizes, seus conhecimentos haviam sido adquiridos diretamente de outro “mestre”, cuja capacidade profissional havia de ser comprovada por exames minuciosamente descritos no Regimento dos Oficiais Mecânicos – compilado pelo “licenciado” Duarte Leão em 1572 – que regulamentou as Corporações de Ofícios em Portugal e suas colônias. Essa legislação prevaleceu no Brasil por mais de 250 anos, tendo sido revogada pela Constituição do Império, de 1824, que extinguiu as antigas “Corporações de Ofícios”, consideradas de origem medieval. (TELLES, 1984).

Religiosos de diversas Ordens realizaram também muitos projetos e obras, principalmente de Igrejas e de Conventos, como foi o caso do beneditino Frei Macário de São João, construtor, entre outros, do Mosteiro de São Bento, da Santa Casa de Misericórdia, da Igreja de Nossa Senhora da Imaculada Conceição e do

Convento de Santa Teresa (Museu de Arte Sacra), todos em Salvador. (TELLES, 1984).

É interessante notar que o título que se dava aos primeiros Engenheiros militares era de oficial de Engenheiros, e não oficial-Engenheiro, ou simplesmente Engenheiro; chamava-se, por exemplo, “capitão de Engenheiros” ou “coronel de Engenheiros”, dando a entender que os subalternos e soldados comandados por esses oficiais seriam também Engenheiros, já que se dedicavam igualmente a fazer obras. Da mesma forma, as primeiras unidades de Engenharia do Exército eram chamadas de Batalhões de Engenheiros, denominação essa mantida no Brasil até o início do século XX. (CAMARDELLA, 2012).

O termo Engenheiro já era usado desde o Século XVII, tanto em português como em algumas outras línguas, com a acepção de quem é capaz de fazer fortificações e engenhos bélicos. As pessoas que propriamente projetavam e construíam as edificações em geral eram os mestres pedreiros, ou mestres de risco, denominações que ainda guardavam uma lembrança das antigas corporações medievais. Alguns Engenheiros militares, à época, enviados pela Metrópole ao Brasil, foram designados indistintamente, como Engenheiro-mor, Engenheiro Arquiteto, Arquiteto-mor de Sua Majestade, ou mesmo como mestre-pedreiro. Observa-se, ainda, que o termo Engenheiro teve no Brasil, desde os primeiros tempos, o sentido também de dono ou capataz de engenho, que eram as primitivas e toscas instalações para o fabrico de açúcar, cachaça, farinha, etc.(TELLES, 1984).

No período colonial foi grande a quantidade de Engenheiros brasileiros; os primeiros foram mandados para estudar na Europa e os últimos já então formados aqui. Desses, muitos se destacaram, como o baiano José Antônio Caldas, o paulista Francisco de Lacerda e Almeida e o mineiro Antônio Pires da Silva Pontes. (TELLES, 1984).

O Ensino da Engenharia no Brasil tem origem em 1699, época em que o Rei D. Pedro II de Portugal ordena a criação de aulas de fortificação em vários pontos do Ultramar Português, para não estarem tão dependentes de Engenheiros vindos do Reino. Em território brasileiro, seriam criadas salas de aulas em Salvador, no Rio de

Janeiro e no Recife, constituindo-se na fase embrionária do ensino de Engenharia no país. (TELLES, 1984).

No entanto, somente quase um século mais tarde é que foi iniciado o Ensino formal da Engenharia Civil no Brasil, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, em 1792, cuja missão era a formação de oficiais de Cavalaria, Infantaria, Artilharia, e Engenharia, para a força militar do Brasil Colônia. Com a chegada da Família Real ao País, em 1808, ocorreu a reforma da recém fundada Real Academia, resultando na geração da Real Academia Militar do Rio de Janeiro, em 1811, origem da atual Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O objetivo era formar oficiais da Artilharia, além de Engenheiros e Cartógrafos. O sexto ano era dedicado exclusivamente à Engenharia Civil. Nesse ambiente, verificava-se o traço notório das construções fortificadas e sua influência na formação dos Engenheiros Civis. (TELLES, 1994).

De acordo com os registros históricos, o ensino de Engenharia no Brasil na Real Academia foi também o primeiro a funcionar de maneira regular nas Américas. Nos Estados Unidos surgiu a segunda Escola de Engenharia das Américas, a Academia Militar de West Point. (GRUNENVALDT, 2003).

Em 1842, a Real Academia foi transformada em Escola Central de Engenharia. Em 1858, ocorreu a separação da função Civil da Militar, originando a Escola Central e o Instituto Militar de Engenharia. Após 32 anos, em 1874, a Escola Central foi convertida em Curso exclusivo de Engenharia Civil. Essa Instituição passou a ser chamada de Escola Nacional de Engenharia; posteriormente Escola de Engenharia da UFRJ, hoje Escola Politécnica da UFRJ.

A Engenharia, à época, lidava apenas com objetos concretos e palpáveis. No entanto, esse cenário mudou e a Engenharia trata agora, também, com outros elementos, tais como custos, obrigações fiscais, aplicações de informáticas e sistemas. Na Engenharia, os conhecimentos científicos, técnicos e empíricos são aplicados para exploração dos recursos naturais e para a concepção, construção e operação de utilidades. Os Engenheiros aplicam as ciências físicas e matemáticas para solucionar problemas, ou para aperfeiçoar soluções já existentes.

Cada vez mais é exigido dos Engenheiros o conhecimento de Ciências relevantes para os seus projetos, resultando em uma constante aprendizagem de novas matérias ao longo de suas carreiras. Não é suficiente construir um produto tecnicamente bem sucedido, é preciso que ele atenda a outros requisitos adicionais. As restrições incluem limitações em termos físicos, criativos, técnicos e de recursos disponíveis; a flexibilidade para permitir modificações e acréscimos futuros; além de fatores como os custos, o lazer, a segurança, a atratividade comercial, a funcionalidade e a Sustentabilidade.

A Engenharia é uma Ciência abrangente e muitas vezes subdividida em diferentes ramos ou especialidades. Cada uma destas especialidades importa-se com um determinado tipo de tecnologia ou com um campo de aplicação. Apesar de um Engenheiro se formar originalmente numa especialidade específica, ao longo da sua carreira tornar-se-á polivalente, adentrando com o seu trabalho em diferentes áreas da Engenharia.

Quando o assunto se refere à estrutura, o Engenheiro Civil é o profissional apropriado. Ele está habilitado a lidar com projetos e construções de edifícios, estradas, túneis, metrô, barragens, portos, aeroportos, Arenas para práticas esportivas e até usinas de geração de energia. Com seu conhecimento, escolhe os lugares mais adequados para uma Construção, verifica a solidez e a segurança do terreno e o material que deve ser usado na obra, fiscaliza o andamento do projeto e também o funcionamento e a conservação da rede de água e a distribuição de esgotos. Trata-se de um campo de trabalho vasto, que está relacionado diretamente à situação econômica do país. Aumenta consideravelmente a oferta de vagas para o Engenheiro, quando atravessamos uma fase desenvolvimentista. O Engenheiro Civil pode trabalhar em escritórios de Consultoria e de Construção Civil, Indústrias, Construtoras, Serviço Público, Instituições específicas, Bancos de Desenvolvimento e de Investimento.

3.1.2 Arquitetura no Brasil

Por séculos confundia-se a função do Engenheiro com a do Arquiteto e a do Construtor. Às vezes tornava-se difícil distinguir-se o artista do projetista e do empreiteiro de obras. Inexistia distinção entre o responsável pelo aspecto mecânico-estrutural da obra, que seria o Engenheiro, e o responsável pela concepção artístico-arquitetônica, que seria o Arquiteto, que era também um título corrente entre os mestres de ofício, que se destacavam na arte de construir. (TELLES, 1984).

Exponha-se o fato de que o mestre de risco projetava e construía obras verdadeiramente grandiosas, com as mais ousadas disposições arquitetônicas, e dotadas de tal equilíbrio, solidez e estabilidade, que ainda aí estão intactas e exuberantes. São desses profissionais quase todos os nossos magníficos templos barrocos, como também a primeira obra urbanística feita no Brasil-português, o Passeio Público, no Rio de Janeiro, de autoria do Mestre Valentim. (TELLES, 1984).

A produção e o aprendizado da Arquitetura no Brasil-Colônia ocorria junto a corporações de ofício ou em um canteiro de obras, a exemplo dos trabalhos de Antônio Francisco Lisboa. Excepcionalmente, seriam encontrados alguns profissionais habilitados, na maioria das vezes em Academias Militares, que desenvolviam projetos arquitetônicos ou urbanísticos, como Frias da Mesquita ou Pinto Alpoim. (CAU/RJ, 2016).

Em 1808, o Príncipe Regente de Portugal, Dom João decidiu transferir a Corte de Lisboa para o Rio de Janeiro, o que ocasionou grandes mudanças, principalmente nas Artes. Dom João trouxe o neoclassicismo, um estilo artístico que estava sendo difundido na Europa na segunda metade do século XVIII e que veio substituir a tradição barroca na arte brasileira. (PINHEIRO, 2006).

Os Professores foram importados da França e eram considerados grandes nomes da cena artística da Europa, entre eles citam-se os pintores Jean- Baptiste Debret e Nicolas- Antoine Taunay e o Arquiteto Auguste Henry Victor Grandjean de Montigny. (CAU/RJ, 2016).

Além dos artistas da Missão Francesa que chegaram ao Rio de Janeiro, mais alguns vieram e se dirigiram para outras cidades, como o Arquiteto Louis Vauthier,

que foi para o Recife, onde tinha a tarefa de modernizar e afrancesar a cidade fundada por Maurício de Nassau. A mesma incumbência que Grandjean de Montigny fizera no Rio de Janeiro, Vauthier realizou no Recife, construindo pontes, edifícios públicos e casas populares. (CAU/RJ, 2016).

A obra de Debret, do tempo da Missão Francesa no Brasil, permanece como referência para as primeiras iniciativas relacionadas ao desenvolvimento de uma história da Arquitetura brasileira de cunho operacional. (PINHEIRO, 2006)

Decreto de Dom João VI, de 12 de agosto de 1816, criou a Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios. Até aquela data não havia no país uma Escola ou formação específica para Arquitetos. A assinatura do Decreto foi um marco jurídico, político e administrativo que veio formalizar o ensino. Em 1822, essa Escola passou a se chamar Academia Imperial de Belas Artes, tendo sido projetada pelo Arquiteto Grandjean de Montigny, que havia conquistado em Roma o Prix de Rome, principal reconhecimento aos artistas da época. (PINHEIRO, 2006).

Na década de 20, ocorreram diversas tentativas de incluir o Urbanismo no ensino da Arquitetura. Em São Paulo, foi criada uma cadeira de Urbanismo e a Associação Brasileira de Urbanismo. Na década de 30, o Arquiteto Lúcio Costa propôs uma reforma curricular na Escola de Belas Artes, na qual incluiu uma cadeira de Urbanismo e outra de Arquitetura Paisagística. No entanto, a iniciativa não prosperou. A partir de 1935, o Curso de Urbanismo era ministrado na Universidade do Brasil, hoje UFRJ, e, a partir de 1939, como Pós-graduação. Teve seu fim abreviado em 1939, tendo sido fechada por Getúlio Vargas.

Em 1937, o Presidente Getúlio Vargas criou o Museu Nacional de Belas Artes, que abrigou o Curso de Arquitetura até o ano de 1961, quando foi transferido para a Cidade Universitária, na Ilha do Fundão, chamando-se, posteriormente, de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Essa Escola é uma das maiores e mais importantes do país, responsável pela formação de eminentes profissionais não só conhecidos no Brasil, mas também no cenário internacional, como por exemplo, Oscar Niemeyer, Sérgio Bernardes, Maurício Roberto e Afonso Eduardo Reidy.

O Curso de Urbanismo somente volta a ter destaque com a Reforma do

Ensino Superior, aprovada pelo Conselho Federal de Educação, em 25 de junho de 1969, quando ocorreu a unificação dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo. Assim, o Curso de Arquitetura sofreu outra modificação para atender às novas características do sistema de créditos então implantado, sendo posteriormente modificado para atender ao disposto na Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), como será detalhado na seção 3.2.

Segundo Mesentier, “Os conteúdos se renovam e se expandem de um ano para o outro. A questão é como lidar com as disciplinas de forma que a carga horária do Curso não se torne incompatível. Há uma necessidade de adaptar a educação profissional no sentido de atualizar os métodos de ensino a práticas mais contemporâneas e preparar o aluno, inclusive, para as pressões do campo ético em um mercado de trabalho que atropela os planos e projetos completos”. (CAU/RL, 2016).

Segundo o Professor Carlos Eduardo Nunes Ferreira, “a maioria da população vive predominantemente em áreas urbanas, em cidades precárias. Concomitantemente, ocorreram mudanças na estrutura familiar com a diminuição de número de filhos, como também o rápido desenvolvimento da tecnologia e da ciência, fatores aceleradores das pesquisas. Este conjunto de fatores transformadores da sociedade exige a renovação do conteúdo da grade curricular com adaptação do número de disciplinas com uma carga horária compatível”.

Os problemas das grandes cidades, como a falta de infraestrutura urbana e o déficit habitacional, também estão entre as preocupações dos Arquitetos e Urbanistas. As Universidades procuram adequar a formação dos futuros profissionais, para que eles possam atuar em áreas como assistência técnica a Habitações de Interesse Social (HIS).

Este cenário impõe novas adaptações no Ensino, e as Universidades procuram uma formação do profissional que lhe possibilite acompanhar os avanços tecnológicos em relação a técnicas e materiais de Construção, mas que proporcione um protagonismo a Arquitetos e Urbanistas, possibilitando-lhes atuarem com o objetivo precípua de considerar questões como o Bem Estar Social, o Desenvolvimento Urbano e a Sustentabilidade.

Atualmente, a Arquitetura e o Urbanismo encontram uma gama de desafios, que vão desde o reconhecimento mais amplo da importância do papel dos profissionais pela sociedade, e a não inserção de Arquitetos e Urbanistas nas equipes de projetos em obras públicas. São profissionais fundamentais para colaborar na solução de grandes problemas urbanos, como a falta de integração entre as cidades, a mobilidade urbana, o déficit habitacional e a grande responsabilidade social de adaptar os projetos ao meio ambiente.

3.2 A FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ENGENHEIROS CIVIS E ARQUITETOS

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei 9394, Brasil, 1996), os Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura deveriam atender ao currículo mínimo, estabelecido na Resolução Nº 48/76 do Conselho Federal de Educação - CFE (Brasil, 1976). A LDB estabeleceu que os currículos mínimos fossem gradativamente substituídos pelas Diretrizes Nacionais Curriculares - DCN.

Dessa forma, a Resolução CNE/CES Nº 11, de 11 de março de 2002 (anexo 1), do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior - CNE/CES instituiu as DCN dos Cursos de Graduação em Engenharia. Definiu como perfil do formando egresso/profissional o Engenheiro com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva. Com capacidade para absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, para atender às demandas da sociedade. (BRASIL, 2002).

Os Cursos de Engenharia, independentemente de sua modalidade, devem possuir os seguintes núcleos: Núcleo de Conteúdos Básicos – 30 % da carga horária, Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes – 15% da carga horária e Núcleo de Conteúdos Específicos, definidos pela Instituição de Educação Superior (IES), que caracterizem a modalidade – 55% da carga horária. De acordo com a Resolução CNE/CES Nº 11, “Ciências do Ambiente” são conteúdo obrigatório do Núcleo Básico. (BRASIL, 2002).

Na formação dos Engenheiros Civis devem ser abordados os seguintes temas: Sistemas Estruturais; Materiais de Construção Civil; Projetos de: Edificações, Pontes, Rodovias, Hidrovias, Barragens, Portos e Aeroportos; Instalações Elétricas, Telefônicas, Hidráulicas e de Esgotamento Sanitário; Bioclimatismo; Conforto Térmico, Sonoro e Luminoso; Hidráulica e Hidrologia; Sistemas de Abastecimento de Água, Coleta e Tratamento de Águas e Resíduos; Políticas de Habitação; Processos de Gestão de Obras e Projetos; Geotecnia; Geologia; Topografia; Desenho Técnico; Computação Gráfica; Matemática; Física; Química; Ética e Meio Ambiente; Ergonomia e Segurança do Trabalho; e Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS.

Para os Cursos de Arquitetura, inicialmente as DCN foram estabelecidas pela Resolução Nº 6, de 2 de Fevereiro de 2006 (BRASIL, 2006), sendo posteriormente substituída pela Resolução Nº 2, de 17 de junho de 2010 (Anexo 2). Em ambas, o perfil do egresso inclui formação de profissional generalista; aptidão de compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, organização e Construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação e o paisagismo; conservação e valorização do patrimônio construído; proteção do equilíbrio do ambiente natural e utilização racional dos recursos disponíveis (Brasil, 2010). Os conteúdos curriculares dos Cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo deverão estar distribuídos em Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação, aqui incluídos Estudos Ambientais; e Núcleo de Conhecimentos Profissionais, também acrescidos de Conforto Ambiental e Trabalho de Curso, recomendando-se sua interrelação.

Os Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura do Ministério da Educação- Secretaria de Educação Superior (Brasil 2010a) definem que tanto o Curso de Arquitetura como o de Engenharia Civil tenham carga horária mínima de 3600 horas e tempo de integralização de 5 anos.

Verifica-se, portanto, que as DCN dos Cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura estabelecem uma visão ambiental, como parte dos conteúdos obrigatórios, mas não se referem especificamente à Sustentabilidade na Construção Civil, bem como não fixa uma carga horária mínima para estes conteúdos. Adicionalmente, a Resolução CONFEA Nº 1.048, de 14 de agosto de 2013

(CONFEA, 2013), estabelece que as áreas de atuação dos profissionais abrangidos pelo sistema CREA/CONFEA são caracterizadas pelas realizações de interesse social e humano, incluindo a utilização de recursos naturais.

A Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo – ABEA aprovou no XVII Congresso Nacional da ABEA – CONABEA, de novembro de 2013, uma proposta que apontava a necessidade de atualizar os conceitos, procedimentos, perfis e padrões, visando à manutenção e aprimoramento das condições de oferta dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, tendo em vista os acontecimentos e transformações ocorridas recentemente no âmbito da disciplina, da profissão no mundo e no Brasil, do ordenamento da educação superior e da conjuntura social, climática e ambiental em todo o planeta (ABEA, 2013).

3.3 ASPECTOS GERAIS DA SUSTENTABILIDADE

3.3.1 Sustentabilidade

Na década de 60, a ONG Clube de Roma debatia as questões ambientalistas, enquanto alguns estudiosos em várias partes do planeta comentavam sobre questões que envolviam o tema. O primeiro relatório do Clube de Roma (LimitstoGrowth de 1972) causou impacto à comunidade científica ao apresentar contexto calamitoso sobre o futuro do planeta, caso fosse mantido o padrão de desenvolvimento vigente àquela época. (ANDRADE, 2011)

A partir daquele momento, vários relatórios passaram a abordar o tema da preservação do meio ambiente, apresentando a percepção da necessidade de mudança do padrão desenvolvimentista. Destacam-se alguns dos documentos que são considerados referenciais ao Desenvolvimento Sustentável:

Relatório do Clube de Roma: Limites do Crescimento (1968);

Declaração de Estocolmo (1972);

Relatório de Nosso Futuro Comum (1987);

Declaração do Rio (1992);

Agenda 21 (1992);

Declaração de Política da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (2002); e

Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20.

Em 1972, a Declaração de Estocolmo elaborou vinte e seis princípios comuns aos povos do mundo, no sentido de preservar e melhorar o meio ambiente humano. No entanto, pode-se observar que a relação desenvolvimento/preservação ambiental ficou duvidosa, pelo citado no Princípio 11: “As políticas ambientais de todos os Estados deveriam estar encaminhadas para aumentar o potencial de crescimento atual ou futuro dos países em desenvolvimento e não deveriam restringir esse potencial nem colocar obstáculos à conquista de melhores condições de vida para todos. Os Estados e as organizações internacionais deveriam tomar disposições pertinentes, com vistas a chegar a um acordo para poder se enfrentar as consequências econômicas que poderiam resultar da aplicação de medidas ambientais nos planos nacionais e internacionais”.

Em 1987, a primeira ministra da Noruega GroHarlem foi nomeada pela ONU para coordenar os debates ambientais na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. O documento final desses estudos chamou-se Nosso Futuro Comum ou Relatório de Brundtland.

O Relatório propôs o desenvolvimento sustentável definido como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

A nova visão da relação homem/meio-ambiente demonstra que além do limite mínimo para o bem estar da sociedade existe concomitantemente um limite máximo para a utilização dos recursos naturais, com a finalidade de preservá-los e de perpetuá-los.

Segundo o Relatório da Comissão Brundtland, uma série de medidas deve ser tomada pelos países para promover o Desenvolvimento Sustentável. Entre elas:

- a) limitar o crescimento populacional;
- b) garantir recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo;
- c) preservar a biodiversidade e dos ecossistemas;
- d) diminuir o consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis;
- e) aumentar a produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- f) controlar a urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores; e
- g) atender às necessidades básicas (saúde, escola, moradia).

Em âmbito internacional, as metas propostas são:

- a) adotar a estratégia de desenvolvimento sustentável pelas organizações de desenvolvimento (órgãos e instituições internacionais de financiamento);
- b) proteger os ecossistemas supranacionais como a Antártica, oceanos, etc., pela comunidade internacional;
- c) banir as guerras; e
- d) implantar um Programa de Desenvolvimento Sustentável pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Para implantar um Programa minimamente adequado de Desenvolvimento Sustentável é necessário adotar os seguintes procedimentos:

- a) usar novos materiais na construção;
- b) reestruturar a distribuição de zonas residenciais e industriais;

- c) aproveitar e consumir fontes alternativas de energia, como a solar, a eólica e a geotérmica;
- d) reciclar materiais reaproveitáveis;
- e) consumir racionalmente água e alimentos; e
- f) reduzir o uso de produtos químicos prejudiciais à saúde na produção de alimentos.

Em junho de 1992, ocorre no Rio de Janeiro a ECO-92 sobre o meio ambiente e é deflagrado o documento Declaração do Rio, que é o resultado das discussões da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que reafirma o conteúdo da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972.

O documento produzido define vinte e sete princípios, onde está presente o direito ao Desenvolvimento Sustentável, atendendo equitativamente às necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações presentes e futuras, além de recomendar aos Estados a tarefa de erradicar a pobreza.

Ainda em 1992, a Agenda 21 é mais um resultado das discussões da ECO-92. Trata-se de um documento consensual firmado entre os países, resgatando o termo 'Agenda' no seu sentido de intenções, desígnio, desejo de mudanças para um modelo de civilização em que predominasse o equilíbrio ambiental e a justiça social entre as nações. Destaca-se ainda o ato de a Agenda 21 não ser simplesmente uma Agenda Ambiental, mas sim uma Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, em que visivelmente o meio ambiente é uma consideração de primeira ordem.

Em 2002, a Declaração de Política da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburg, afirma que o Desenvolvimento Sustentável é construído sobre “três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores”:

- a) desenvolvimento econômico;
- b) desenvolvimento social; e
- c) proteção ambiental.

Em 2012, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. A proposta brasileira de sediar a Rio+20 foi aprovada pela Assembleia-Geral das Nações Unidas, em sua 64ª Sessão, em 2009.

O objetivo da Conferência foi renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais Cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes.

A Conferência teve dois temas principais:

- a) a economia verde no contexto do Desenvolvimento Sustentável e da Erradicação da Pobreza; e
- b) a estrutura institucional para o Desenvolvimento Sustentável.

3.3.2. Sustentabilidade na Construção Civil

Em 1994, dois anos após o termo Sustentabilidade ter sido reconhecido na Cimeira Mundial do Rio de 1992, ocorreu a Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável (*First World Conference for Sustainable Construction*, Tampa, Flórida), em que se discutiu o futuro da Construção no contexto da Sustentabilidade. (PINHEIRO, 2003, apud FONSECA, 2014).

Naquela Primeira Conferência, surgiram seis princípios para a Sustentabilidade na Construção Civil. Foram eles:

- a) minimizar o consumo de recursos;
- b) maximizar a reutilização dos recursos;
- c) utilizar recursos renováveis e recicláveis;
- d) proteger o ambiente natural;
- e) criar um ambiente saudável e não tóxico; e
- f) fomentar a qualidade ao criar um ambiente construído.

Em 1999, o Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) organizou um documento específico com o título de “Agenda 21 para a Construção Sustentável” (SALGADO, 2013). Segundo o CIB a Construção Sustentável precisa ser iniciada por um “processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica”. (CIB/ UNEP – IETC, 2002; MOTTA; AGUILAR, 2009).

Em 2002, para ampliar ainda mais esta discussão foi publicada a “Agenda 21 para a Construção Sustentável nos países em desenvolvimento”, devido às necessidades e restrições daqueles países. A Agenda abordou três aspectos: a definição de níveis para o desempenho ambiental dos edifícios, a implantação de mudanças na concepção e gestão de Construção, e investimento em ações para criação de uma nova cultura no Setor, com a preservação dos recursos naturais. (SALGADO, 2013).

Além dos Fóruns em que foram definidos inicialmente os conceitos de Sustentabilidade na Construção Civil, há outras definições e pensamentos de autores da área.

Jonh, Clements-Croome e Jeronimidis (2005) definem Construção Sustentável como uma prática de Construção que busca qualidade econômica e social e desempenho ambiental, incluindo o Ciclo de Vida da Construção, a qualidade ambiental e funcional e os valores futuros. (CARVALHO, 2009).

Larson (2008) conceitua Construção Sustentável como a responsável pelo fornecimento, operação e manutenção dos edifícios que atendem às necessidades dos usuários durante a sua vida com o mínimo de impactos ambientais desfavoráveis, incentivando ao mesmo tempo a economia, o social e o cultural. (CARVALHO, 2009).

Não se pode deixar de citar nesta dissertação a orientação de SILVA et al (2002) e CARVALHO (2009), que propõem que a Construção Sustentável seja abordada pela integração das três dimensões tradicionais: ambiental, social e econômica.

O desafio da Construção Sustentável, segundo John (2006), está em reinventar o desenvolvimento na inovação tecnológica, por meio de projetos e produtos, e o desenvolvimento tecnológico, pela criatividade e pelas mudanças culturais, sugerindo reformulações no ensino de Engenharia e Arquitetura, na educação de trabalhadores e de consumidores para a Sustentabilidade e nos sistemas de Certificação de produtos. (CSILLAG, 2007).

Uma revisão da literatura de artigos relevantes sobre Sustentabilidade e Resiliência de edifícios revelou grandes pontos em comum: (SILVA, 2003, CSILLAG, 2007, WACLAWOSKY, 2010 LEITE JUNIOR, 2013):

- a) compreensão comum a que a Sustentabilidade se refere, e a suas origens;
- b) importância das atividades da construção de edifícios e estruturas subsequentes para o Desempenho Sustentável global das atividades humanas; e
- c) necessidade definitiva de medir, avaliar, analisar e relatar o desempenho de Sustentabilidade e Resiliência, para abordar cientificamente e aplicar Princípios de Engenharia para ela.

Desde o Relatório Brundtland, a maioria dos Governos se comprometeu com o Desenvolvimento Sustentável. Para tanto, diferentes organizações e instituições globais e nacionais tentaram encontrar as relações, e especialmente as causalidades, entre pilares de Sustentabilidade, que são interessantes para eles do ponto de vista político. No que diz respeito às suas conclusões, algumas questões devem ser respondidas antes de serem formuladas políticas adequadas:

- a) causalidades entre os pilares de Sustentabilidade são fatos estilizados globais, ou fenômenos regionais?
- b) países com características diferentes podem seguir as mesmas regras, ou são causalidades entre os pilares sensíveis às características regionais e intrínsecas dos países?

HOSSEINI et al (2012) realizaram um estudo, utilizando a análise de componentes principais para a construção de indicadores de Sustentabilidade e o modelo de causalidade de Granger (abordagem GMM), para testar as causalidades entre pilares de Sustentabilidade em diferentes amostras. Os autores verificaram que os padrões causais entre os pilares da Sustentabilidade são completamente sensíveis às características dos países que estão agrupados. Portanto, os autores recomendam que os pesquisadores se concentrem mais em estudos de casos homogêneos e evitem generalizações de relações causais entre conjuntos de países heterogêneos.

No caso do Brasil, o Setor da Construção Civil é carente de informações quantitativas relativas aos seus processos. Existem vários trabalhos, principalmente nas diversas Universidades do País, que avaliam as perdas na Construção. Contudo, sua contribuição pouco auxilia para determinar se a Construção, ou se seus processos construtivos estão adequados às questões ambientais.

Atualmente, enfrentam-se grandes problemas sócio-ambientais e como a produção e o uso de edificações causam impacto ambiental, a utilização de Construção Sustentável é um caminho para a redução destes problemas.

Cada vez mais cresce a necessidade de o Setor da Construção Civil preocupar-se com a mudança na sua forma de projetar e produzir suas obras, visando a uma maior adequação aos indicadores de Construção Sustentável. Para a adoção deste caminho é necessária uma maior conscientização dos profissionais, investidores, áreas governamentais e consumidores.

O Setor da Construção está no centro da crise ambiental. Entre 2005 e 2010, de acordo com TEIXEIRA (2010), observou-se um crescimento significativo no volume de construções em países em processo de desenvolvimento, principalmente Brasil, China e Índia, segundo a OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), entidade que reúne as economias mais prósperas. O autor prevê, ainda, que se os países emergentes mantiverem o ritmo de crescimento atual, em 2030, o Brasil, a China, a Índia e a Rússia emitirão mais dióxido de carbono do que todos os demais trinta países desenvolvidos que fazem parte da OECD.

Na Indústria da Construção, a ênfase está baseada em requisitos mais técnicos da Construção, como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia (TEIXEIRA, 2010). No entanto, as questões sociais e econômicas, os aspectos culturais e de patrimônio construído passaram a ser considerados essenciais para a realização da Construção Sustentável.

Entre as práticas ambientais, a redução da poluição no local tem impactos significativos sobre o desempenho financeiro de curto e longo prazo das empresas de Construção. Muitos estudos têm destacado os benefícios e os pontos fracos da implementação dessas novas práticas, e alguns chamam a atenção para implicações estratégicas de adotar estes métodos (FERGUSSON e LANGFORD, 2006, TAN et al., 2011). Estes estudos estão divididos em duas categorias primárias. A primeira categoria enfatiza os aspectos técnicos, a implementação e as consequências das novas práticas ambientais, a partir da perspectiva de um projeto. A segunda categoria examina como essas novas práticas exigem grandes mudanças na estrutura e na produção das empresas de Construção (AHN e PEARCE, 2007), levando a uma reorientação dos modelos de negócios e criação de valor (MOKHLESIAN e HOLMÉN, 2012), tendo assim um foco sobre a perspectiva de nível da empresa.

Muitas empresas de Construção não precisam inovar para permanecerem viáveis ou bem sucedidas, porque podem se sustentar e atender às necessidades locais, obedecer aos regulamentos e extrair novas tecnologias de seus fornecedores e clientes (REICHSTEIN et al., 2005). O comportamento conservador observado na Indústria da Construção torna necessário perguntar se seria proativo controlar documentações ambientais como o fazem outras Indústrias. Desta forma, a informação ambiental de uma empresa é geralmente dispersa através de vários atores dentro e fora da empresa.

O avanço do conceito de “Desenvolvimento Sustentável” pode ser testemunhado com a emergência e a adoção de práticas ou padrões ambientais relacionados à produção (análise do Ciclo de Vida, padrões de Construção Ecológica, etc.) ou procedimentos de gestão (Sistema de Gestão Ambiental) na Indústria da Construção.

3.4 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL (ACV)

A necessidade de avaliar o Ciclo de Vida de uma Construção Sustentável surgiu a partir do momento em que parte da sociedade passou a se inserir no estudo dos impactos ambientais ocasionados pelos produtos e meios empregados na Construção Civil. Conforme a ISO 14040 expedida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, a ACV é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante:

- a) compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto;
- b) avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas; e
- c) interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos.

O uso da técnica de ACV auxilia a escolher as decisões e a ajudar a identificar oportunidades, com o objetivo de melhorar o desempenho dos produtos aplicados no meio ambiente ao longo de seu Ciclo de Vida e também na relação de indicadores de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição. (CONDEIXA, 2013, *apud* ALMEIDA 2015).

Ao usar a ferramenta da ACV limites devem ser definidos, porque o excesso de detalhes aumenta os custos. Em consequência deste fato, regras devem ser aplicadas para determinar os limites do estudo. O sistema gerencial deve ser prático, econômico e confiável.

As questões abaixo devem ser observadas na definição dos objetivos:

- a) qual a origem dos dados;
- b) como utilizar o estudo;
- c) como a informação será manipulada; e
- d) onde os resultados serão aplicados.

Recentemente, ao conceito de ACV foram acrescentados os aspectos sociais e de custos, surgindo duas novas siglas: Avaliação do Ciclo de Vida Social - ACVS e Análise de Custos no Ciclo de Vida – ACCV. (LEITE JUNIOR, 2013)

A primeira avalia o aspecto sócio- econômico dos produtos ou serviços e seus potenciais impactos positivos ou negativos ao longo do seu Ciclo de Vida. Engloba a extração e o processamento de matérias primas, fabricação, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final.

A segunda permite realizar comparações dos custos num período de tempo específico, considerando todos os aspectos econômicos importantes em termos de custos iniciais e futuros operacionais, para melhorar a efetividade dos mesmos.

3.5 OS CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E O MEIO AMBIENTE

A Construção de novas residências é um aspecto importante para a manutenção da qualidade de vida. A edificação construída com a preocupação da Sustentabilidade permite aos usuários uma melhor qualidade do ar interno, da iluminação, da ventilação, do conforto olfativo, térmico e acústico e da menor toxicidade dos materiais utilizados. O Governo por sua vez, reduz gastos com infraestrutura para água, energia, saúde, além de locais para disposição de resíduos e reduções de emissões de efeito estufa e poluentes. (KATS, 2010; LEITE JUNIOR, 2013). Os impactos sócio-ambientais também dependem das práticas adotadas pelas empresas do Setor.

Segundo Kats (2010) "as construções são tipicamente projetadas e construídas para satisfazer ao objetivo de menor custo de Construção, com pouca preocupação em relação a como elas se relacionam entre si ou como elas moldam nossas vidas e nossas subsistências". (LEITE JUNIOR, 2013).

De acordo com o referencial técnico do Processo AQUA (Fundação Vanzolini, 2013), a qualidade ambiental do edifício é "a capacidade do conjunto de suas características intrínsecas satisfazer às exigências relacionadas: ao controle dos impactos sobre o ambiente externo; e a criação de um ambiente interno confortável e saudável". (LEITE JUNIOR, 2013).

Os custos iniciais adicionais dão em média 1,5% em uma obra sustentável certificada conforme Kats, 2010, (baseado numa amostra de 170 edifícios de sua pesquisa), se comparado a empreendimentos construídos de modo convencional. Considerando-se um ciclo de vida de 20 anos para uma edificação, os benefícios econômicos obtidos durante a fase de uso superam em mais de 10 vezes os custos adicionais. (LEITE JUNIOR, 2013).

Para vários autores, entre eles Yeang, 1999, Reddy e Jagadish, 2003, Earlandsson e Borg, 2003 e Assefa *et al* 2007, (CARVALHO, 2009) o ambiente construído com suas edificações, atividades, serviços e transportes consomem mais de 50% das fontes mundiais de energia e grande parte da matéria prima existente no planeta. Estes dados mostram a importância de estudos relacionados com os impactos provocados pelas edificações e a utilização de técnicas mais sustentáveis.

Segundo a UNEP/SBCI (2011), "a Construção Civil mundial demanda 40% da energia e um terço dos recursos naturais do planeta; emite um terço dos gases provenientes do efeito estufa, consome 12% da água potável e produz 40% dos resíduos sólidos urbanos". (LEITE JUNIOR, 2013).

Por volta de 26% da água retirada e cerca de 10% da água consumida são volumes utilizados no ambiente construtivo brasileiro, excluída a Indústria e o agronegócio. (LEITE JUNIOR, 2013).

De acordo com Kats (2010), "a participação das edificações para as emissões globais de CO₂ varia significativamente entre os países, e é estimada entre 20% e mais de 50%, dependendo do método de contagem de emissões". (LEITE JUNIOR, 2013).

Segundo o GRI (2005), as emissões de gases do efeito estufa gerados pelos edifícios residenciais e comerciais representam 15,3% do total mundial, referente apenas à eletricidade e ao aquecimento. (LEITE JUNIOR, 2013).

Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017) apontam que o Setor residencial brasileiro absorve 9,7% do total de energia e, de acordo com o Relatório Final do Balanço Energético Nacional de 2016 (EPE, 2016), as edificações no Brasil, no segmento industrial, comercial, serviços, residencial e público, são identificadas

como a principal demanda de eletricidade do país, responsável pelo consumo de cerca de 50% do total da eletricidade. Todavia, por meio da aplicação das premissas de Construção sustentável, em que eficiência energética desponta como um dos principais temas, tal consumo pode ser muito reduzido.

Pelo exposto, deve-se ter uma preocupação com a educação ambiental, para facilitar o entendimento de todos os envolvidos no processo sobre os benefícios deste tipo de Construção. Se o consumidor não estiver disposto a pagar por isto, e o Governo não oferecer incentivo para este tipo de Construção, a equação econômica fica prejudicada, porque o ônus fica para o empresário e os benefícios para o consumidor e o Governo.

3.6 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS e outras Instituições apresentam diversos princípios básicos da Construção Sustentável, detalhados a seguir.

3.6.1 Aproveitamento das Condições Naturais Locais

Segundo Vallin (2008), aproveitar a iluminação e a ventilação natural é muito importante, tanto para a eficiência energética, como para garantir o conforto térmico de uma Construção, pois reduz o consumo de energia elétrica, já que é uma alternativa que traz aos usuários o bem estar dentro de residências e organizações.

Para se conseguir um melhor sistema pode-se utilizar em conjunto as iluminações e a ventilação natural e artificial. Porém, deve-se tomar cuidado com as aberturas para o ganho de iluminação e ventilação natural, que podem acarretar aumento da sensação de calor por incidência direta da radiação solar. Todavia, as aberturas tradicionais não são a única opção para otimizar seu aproveitamento, já que existem alternativas de recursos arquitetônicos, como *brise soleil*, dutos de iluminação com espelho, persianas reflexivas, paredes transparentes (tijolos de vidro), refletores externos, entres outros.(CIPRIANI, 2007).

Segundo Roaf *et al.*, 2009, ao projetar uma Construção devem ser analisadas as posições das portas e das janelas em relação à iluminação e à ventilação natural,

bem como ao isolamento térmico, pois a projeção delas em locais inadequados implicará no aumento do consumo de energia elétrica, o que significa desperdício de recursos naturais.

Para minimizar as cargas de energia e as cargas térmicas nas envoltórias, é essencial orientar o projeto do edifício no sentido de aproveitar as brisas e evitar a radiação solar excessiva. A luz natural deve ser explorada através do dimensionamento correto da abertura para assim reduzir o uso de iluminação artificial durante o dia. A radiação solar pode ser aproveitada para aquecer os ambientes nos períodos frios, porém deve ser considerado o projeto de sombreamento adequado para prevenir o calor excessivo no verão. (GOULART, 2009).

3.6.2 Utilização Mínima de Terreno e Integração ao Ambiente Natural

A Construção de uma edificação exige que sejam considerados e atendidos diversos aspectos, principalmente os de caráter legal, que têm início já na escolha do lote. A legislação é muito ampla e varia de um local para outro, motivo pelo qual é recomendada a contratação de um profissional.

A primeira questão refere-se às cláusulas contratuais do loteamento, que procuram uniformizar o bairro e, muitas vezes, são até mais severas que o Código de Edificações do Município. Elas definem o número de pavimentos, a taxa de ocupação, o coeficiente de aproveitamento e a adoção de recuos maiores que os previstos em lei.

As exigências legais aumentam, quando o lote pretendido está no litoral, em região de mananciais, ou em área de floresta nativa. No caso do litoral, muitas faixas de terra são bens permanentes da Marinha Brasileira; paga-se o preço de mercado do lote, mais uma taxa à Marinha para ocupá-lo e ainda é preciso cumprir as exigências para sua ocupação. Geralmente, não se constrói ao longo de uma faixa de 30m, contados a partir da maré alta; nela, somente são permitidos equipamentos de lazer e jardins, desde que não comprometam a paisagem.

Em área de proteção aos mananciais, o problema está mais na taxa de ocupação e no coeficiente de aproveitamento, visando a prejudicar o menos possível

a vegetação nativa. Árvores centenárias não podem ser derrubadas; muitas vezes, elas são identificadas pelo diâmetro do seu tronco, e precisam estar indicadas no levantamento plani-altimétrico.

No caso das matas naturais, por maior que seja o terreno, a taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento serão bastante pequenos, para que a Construção da edificação não configure um desmatamento. Ao visitar o loteamento, deve-se verificar se o mesmo está em região protegida por lei especial, que são cognominadas de Área de Proteção Ambiental (APA).

3.6.3 Implantação e Análise do Entorno

No planejamento da Construção de um empreendimento, é conveniente buscar as melhores condições de saúde da vizinhança, respeitando a legislação no que tange ao alto nível de ruído, gases e fibras emitidos, bem como com as alterações que a obra possa provocar na paisagem local, com a utilização de equipamentos de grande porte, tapumes, fossas sépticas, construções provisórias, etc.

Algumas ações por parte do empreendedor devem ser observadas como sendo uma atitude de respeito à Sustentabilidade da cidade, por exemplo: procurar observar o entorno, seus condicionantes físicos ambientais, os marcos legais adotados com as devidas considerações críticas.

A observação do meio e dos condicionantes exógenos devem estar vinculadas a uma postura sensível ao meio ambiente. As alterações observadas em função do impacto gerado pelo empreendimento urbano, atrelado a uma tomada de decisão que considere criticamente os efeitos no meio ambiente de médio e longo prazo, se integram em uma ação sustentável.

O acesso a um Meio Ambiente Sustentável deve ser garantido à coletividade e é um dos requisitos que determinam o equilíbrio da relação impacto/lucro, e faz compreender quão impactante é a ação humana na terra. Nas áreas urbanas, cujas características originais foram alteradas por consequência da atividade humana, esta ação é mais visível, pois a sociedade modifica o meio físico climático no qual habita.

Outros fatores ligados ao modo como é tratado o espaço antropizado em nossas cidades são: o adensamento, a verticalização, a impermeabilização, a alteração da paisagem natural pelo desmatamento, o desvio de cursos d'água, a ocupação excessiva e intensiva nos grandes centros urbanos, a alteração de lençóis, poluição e formação de barreiras arquitetônicas ao local, com reflexos no clima, o desempenho de ventos dominantes, a produção de espaço artificial em abundância, a alteração do comportamento das espécies vegetais etc. Assim, visando à produção de cidades sustentáveis, torna-se necessário considerar a Sustentabilidade dos condicionantes de uso e da ocupação do solo e se estes igualmente também respeitam a dimensão humana, o entorno, o meio natural, a projeção e o impacto da intervenção, bem como a possibilidade de Construção harmoniosa de cidades.

A modificação em um dos componentes do ecossistema (solo, água, ar, animais e vegetais) provoca efeitos nos outros, com alterações dinâmicas que são geradas na estrutura, criando com isso o impacto ambiental denominado alteração da dinâmica dos ecossistemas locais.

No caso específico da Construção Civil, o componente solo é de importância crucial. É importante manter as propriedades físicas do solo (textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, fluxo de água, ar e calor), que modificam os mecanismos fundamentais e garantem o equilíbrio do ecossistema e reduzem a poluição, responsáveis pela diminuição física de poluentes, como a filtração e a lixiviação. (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, s.d.(1), (CORRÊA, 2009).

Caso ocorram alterações na textura e na permeabilidade do solo, o mecanismo de filtração é alterado, o que possibilita a poluição de lençóis freáticos. A modificação da estrutura do solo é outro exemplo devido à ocorrência de erosões.

A contaminação química do solo é a alteração de suas propriedades químicas: pH, teor de nutrientes, capacidade de troca iônica, condutividade elétrica e matéria orgânica, que são responsáveis por mecanismos que reduzem poluentes, como adsorção, fixação química, precipitação, oxidação, troca e neutralização (CETESB, s.d. (1)).(CORRÊA, 2009).

Outros fatores podem ser citados como processos de erosão e que também causam graves problemas ambientais: redução da fertilidade e produtividade do solo; transporte de partículas sólidas pelas águas de drenagem, ocasionando entupimentos na rede e a deposição em corpos d'água, que gera alterações nos fluxos, e até enchentes; e alteração na qualidade das águas. (JULIEN, 1998, *apud* CORRÊA, 2009).

3.6.4 Minimização ou Eliminação de Impactos no Entorno – Paisagem, Temperaturas e Concentração de Calor, Sensação de Bem Estar

No momento de adquirir o terreno, deve-se precaver quanto aos seguintes itens: avaliar o local escolhido para implantar a edificação, de forma a evitar contaminações que possam comprometer a saúde dos usuários, bem como a adequação do próprio local para essa Construção; verificar a infra-estrutura existente no terreno e seu entorno, analisando o estágio de desenvolvimento urbano da região e a tipologia de edificação predominante; a acessibilidade à malha de transportes públicos; as condições de acesso a infra-estruturas, redes de água e redes de energia elétrica.

Em seguida, levantar as características físicas e os aspectos naturais do terreno: a topografia; a natureza do solo; o clima e o microclima local; as temperaturas mínimas e máximas; a orientação solar (considerando as variações em função das estações do ano); os ventos dominantes; a umidade relativa do ar; os recursos naturais e paisagísticos, particularmente a vegetação nativa pré-existente.

Em obediência às posturas municipais, preservar o solo e evitar alterações no terreno: corte e aterro; projetar com aproveitamento a inclinação do terreno, com a opção de elevar as construções do solo em locais muito úmidos. Caso não seja possível adotar as opções citadas, fazer os cortes com mesmo volume dos aterros para evitar maior descarte de terra.

Outro cuidado deve ser reservado para a flora, pois qualquer interferência altera o equilíbrio e suas características, ocasionando danos ao meio ambiente como um todo.

3.6.5 Qualidade Ambiental Interna e Externa

As ações que influenciam diretamente no conforto do usuário é uma estratégia de Sustentabilidade bastante específica, baseada na qualidade interna e externa que os Construtores devem estabelecer como meta para apresentar o empreendimento ao mercado comprador.

As edificações, em respeito à legislação regulatória relativa aos impactos ambientais, devem atender a quatro pontos específicos:

- a) impacto ao solo e ao entorno;
- b) insumos da fase de Construção e manutenção física da edificação;
- c) dispêndio de energia com equipamentos durante a vida útil da edificação; e
- d) qualidade ambiental interna e externa.

Assim, a elaboração e execução do projeto devem obedecer a técnicas que permitam uma Construção mais econômica, menos poluente e que impacte de forma menos agressiva o meio ambiente. Devem, ainda, ser evitados:

- a) impermeabilização do solo;
- b) danos à fauna, flora, ecossistema local e ao meio ambiente;
- c) minimização de geração de lixo e resíduos durante a obra e no ciclo de vida da edificação; e
- d) todo e qualquer tipo de contaminação, degradação e poluição de qualquer natureza, visual, sonora, ar, luminosa etc.

Na busca da qualidade interna o empreendedor deve estabelecer como meta obter o maior conforto térmico e visual para os ocupantes com o menor consumo de energia artificial possível. Por esta razão, na fase de concepção, gestão de energia e emissões e qualidade do ambiente interno são temas que devem ser tratados conjuntamente.

3.6.6 Gestão Sustentável da Implantação da Obra

Gestão sustentável é aquela que abrange o valor econômico, social e ambiental, ou seja, os três preceitos da Sustentabilidade. Sua atividade deve ser

gerada com o intuito de reduzir os impactos ambientais e fomentar o desenvolvimento sustentável da sociedade.

A gestão sustentável na Construção Civil se fez basicamente pelo lado ambiental, com base em Selos de Certificações, ou com a aplicação da gestão de resíduos nas construções.

Desta forma, focado na Construção Sustentável, em que há conflitos entre interesses econômicos, sociais e ambientais é que surge a necessidade de um novo raciocínio de gestão, cujo objetivo é equilibrar tais interesses integrando – os no cotidiano das organizações (JABOOUR; SANTOS, 2006), *apud* FONSECA Juliana, 2014. Assim, o novo modelo de gestão teria como base novas dimensões, que fortalecessem e ultrapassassem as barreiras físicas das edificações, acoplando a esse processo outros vetores da Sustentabilidade nas organizações. (BARBIERI, 2007).

De acordo com este modelo, a Construção Civil deve dar importância à motivação e ao desenvolvimento de competências, participando de toda a estrutura organizacional na busca de resultados mais eficientes e com uma gestão renovada e participativa. (MOTTA; AGUILAR, 2009).

3.6.7 Adaptação às Necessidades Atuais e Futuras dos Usuários

Nota-se um grande foco em torno do tema Sustentabilidade. Aborda-se o uso sustentável da madeira na Construção Civil, no sentido de ajudar a conservar as florestas brasileiras. Outro fator que está sendo muito utilizado é o uso das estruturas em aço com revestimento termo-acústico, manta hidrofugante para repelir a água e a placa cimentícia, mais leves do que o cimento convencional, e utilização de madeira reaproveitada, encontrada em depósitos de demolição. A aplicação destes materiais torna a Construção mais eficiente, minimizando o desperdício de materiais e diminuindo consideravelmente o prazo de duração da obra.

A adaptação de construtores/clientes para utilizar novos métodos e materiais deve considerar que embora os materiais sejam mais caros, o prazo de duração da Construção é muito mais rápido, proporcionando um orçamento equilibrado diante da economia no item referente à mão de obra.

Europa e Japão vêm utilizando o bambu nas construções, em substituição às madeiras usuais, devido ao elevado preço e à escassez deste material. Profissionais especializados utilizam o bambu, porque o material está disponível em muitos lugares, podendo trabalhar com exemplares plantados próximos às áreas da Construção, devido ao transporte de peças que em algumas ocasiões atingem varas de 20 m de comprimento. O bambu está sendo utilizado para construções de até três pisos, sendo conhecido por Engenheiros e Arquitetos que a força deste material é comparável a de um tubo de aço.

No Brasil, esta mudança de métodos e hábitos deve exigir um programa de educação para divulgar novas técnicas, e o uso de materiais pouco conhecidos demandará um tempo maior de adaptação por parte dos usuários, em geral reticentes à quebra de paradigmas.

3.6.8 Uso de Matérias Primas que Contribuam com a Eco-eficiência do Processo

O crescente desenvolvimento urbano e conseqüentemente o aumento das edificações e obras de engenharia, a consciência da limitação dos recursos ambientais e de sua degradação, tornaram a questão ambiental uma necessidade para a sobrevivência. O mercado competitivo prioriza a escolha de produtos com responsabilidade para o planeta e seus ecossistemas.

A Construção com qualidade não pode comprometer o ecossistema existente, ocasionando a necessidade de o Setor de Construção Civil reduzir os impactos ambientais. As construções sustentáveis utilizam o modelo de eco-eficiência, que é alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços que satisfaçam às necessidades humanas, promovendo ao mesmo tempo a redução progressiva dos impactos ambientais e do consumo de recursos de forma inteligente, eficaz e duradoura.

O conceito de eco-eficiência se baseia em técnicas ecológicas que adequam as novas tecnologias às soluções ambientais que possibilitem retorno financeiro. As construções eco-eficientes empregam as técnicas da Arquitetura bio-ecológica (ou bio-Arquitetura) e praticam intervenções conscientes e planejadas. Buscam

satisfazer às necessidades humanas, ajustando-as às condições naturais locais, empregando de forma sustentável os recursos, gerenciando a sua procedência, seu uso, o destino dos resíduos gerados, sua reciclagem, procurando preservá-los para as gerações futuras. O desperdício na Construção Civil colabora com o aumento dos entulhos e lixões, muitas vezes localizados em espaços em que os ecossistemas são mais frágeis.

A eco-eficiência é uma ferramenta do desenvolvimento sustentável, dentro do conceito do pensar globalmente, agindo localmente. Considerando de um lado o aspecto econômico, de outro o ecológico, e ambos associados à visão social, em que a responsabilidade é de todos.

A utilização da Arquitetura bio-ecológica tem aumentado a conscientização da necessidade da análise de modelos para uma Construção melhor a curto, médio e longo prazo. Os maiores custos neste tipo de Construção são financeiros e estão relacionados às tecnologias sustentáveis, em que estão aplicados os conceitos de eco-eficiência.

Para alcançar a eco-eficiência é necessário o fornecimento de bens e serviços a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e melhorem a qualidade de vida, promovendo uma redução dos impactos ambientais e do consumo de recursos ao longo do seu ciclo de vida, a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de suporte estimada da Terra.

A determinação de fornecedores certificados ecologicamente, o uso e descarte responsável dos materiais, a conservação da água, da energia, dos itens de Construção e de acabamento e o treinamento da mão de obra para atuar em obediência a esta tecnologia necessitam de um planejamento bem elaborado antes do início da obra, para que se obtenha o melhor custo/benefício em cada etapa do processo.

Dos recursos extraídos da terra, 60% são consumidos nos edifícios, o que tem aumentado o uso de sistemas construtivos ecologicamente apropriados, assim como de materiais ecologicamente corretos e em si só recicláveis e/ou reciclados, incluindo-se uma análise científica dos seus Ciclos de Vida, cujo conceito insere

todos os custos produzidos, desde a fabricação até o descarte de um material específico. (CIMINO, 1992, *apud* FLORIM, 2005).

Para que a Construção Civil seja eco-eficiente deve-se implantar um sistema de gestão de qualidade compatível com as características do Setor da Construção Civil. Um dos programas de qualidade e produtividade mais reconhecidos é o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), que tem sido um dos mais indicados por envolver todas as etapas da cadeia produtiva configurada nos seus seis programas desenvolvidos, aumentando a competitividade do Setor, incluindo a modernização técnica e gerencial das empresas. Esse Programa proporciona ganhos em toda a cadeia produtiva, gerando benefícios, tais como:

- a) aumento da qualidade nos produtos;
- b) ganhos em produtividade pela melhoria nos processos de produção de materiais de Construção e na execução de obras; moradia de melhor qualidade;
- c) redução dos custos através da redução dos desperdícios de material e melhoria na qualificação das Construtoras;
- d) modernização tecnológica e gerencial através do fortalecimento da infraestrutura laboratorial e de pesquisa para desenvolvimento tecnológico; e
- e) qualificação de recursos humanos e satisfação do cliente; e
- f) implantação de uma metodologia de trabalho, na qual sejam consideradas todas as fases do empreendimento.

Propõe-se o uso da ferramenta chamada Produção Mais Limpa (P+L), que implica em evitar (prevenir) a geração de resíduos. Estes são gerados a partir da fase de Construção, afetando o meio-ambiente e exaurindo seus recursos. Desta forma, aprimora-se a eficácia dos processos, visando à redução ou eliminação da geração de resíduos e desperdícios durante o uso de matérias primas, entre outras ações.

O cuidado com o Meio Ambiente deve-se manifestar em todas as fases de um empreendimento, principalmente na fase de planejamento. Este módulo é considerado como o mais importante por ser o início do ciclo, desencadeando todo o

processo referente à Construção do empreendimento habitacional. Erros cometidos nesta fase acarretam prejuízos ambientais, econômicos e sociais futuros. Significa dizer que a sua eficácia está baseada em um planejamento bem elaborado e minucioso, que observa os dados e informações de todas as etapas restantes do processo como um todo. Atenção especial deve ser dirigida à fase de uso, operação e manutenção, fazendo com que haja incremento na vida útil dos ambientes construídos através de uma visão preventiva.

A avaliação de desempenho de ambientes construídos promove a ação (ou a intervenção), de maneira a gerar melhoria da qualidade de vida dos usuários do ambiente construído, e produz informações na forma de banco de dados, gerando conhecimento sobre o ambiente e as relações ambiente/comportamento.

Uma vez caracterizados os processos atuantes no meio ambiente e os impactos provenientes dos processos tecnológicos, que compõem o empreendimento em suas diversas fases, propõem-se instrumentos de gestão ambiental.

3.6.9 Redução do Consumo Energético

Para uma Construção sustentável deve-se, também, observar a redução do consumo de energia para aquecimento, refrigeração, iluminação e outros equipamentos. A minimização do balanço global de energia de um edifício, que abrange a concepção, Construção, utilização e seu fim. Podem ser usadas fontes renováveis de energia, como energia solar, eólica ou biomassa, para reduzir consideravelmente o impacto ambiental do edifício.

Dentre essas fontes, a energia solar, além de ser renovável e não poluidora, está disponível em quantidade muito superior à demanda energética mundial. Estima-se que a energia solar disponível no Brasil seja 55 mil vezes maior do que a demanda de energia elétrica nacional (Rosa, 2012). Conforme Pozzebon (2009), diante do aquecimento global, a energia solar ganha maior atenção, sendo umas das energias renováveis a ser empregada em grande escala para substituir alguns tipos de energias poluentes.

Segundo pesquisa realizada na Empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS), por meio do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), em 2007, o chuveiro elétrico estava presente em 73,1% dos domicílios brasileiros, sendo responsável por 24% do consumo de energia, conforme ilustrado na Figura 3.1. (BERNARDO, 2014).

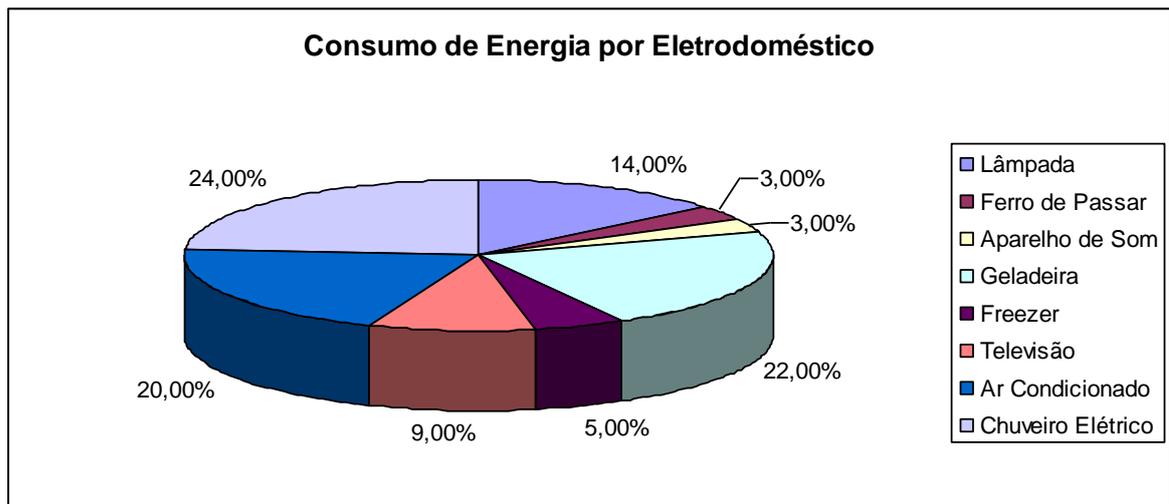


Figura 3.1. Consumo de Energia por Eletrodoméstico
Fonte: Eletrobras, 2007

Ainda, de acordo com dados da ELETROBRAS, o consumo de eletricidade consome 73,10 % das fontes de energia para aquecimento de água (Figura 3.2).

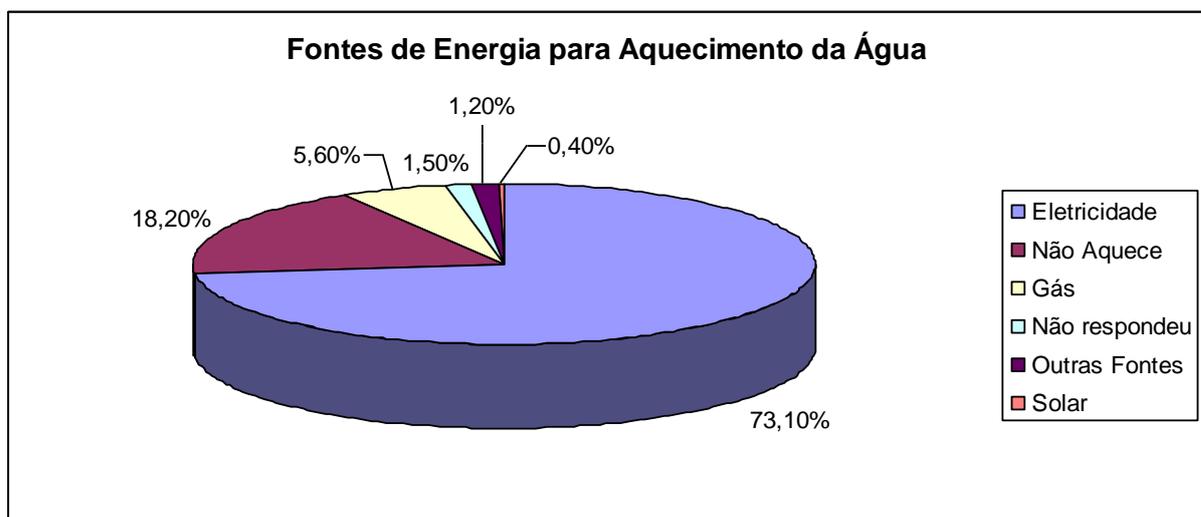


Figura 3.2. Fontes de Energia para Aquecimento de Água
Fonte: Eletrobrás, 2007

Mesmo que o Brasil seja o país com a matriz energética mais limpa do mundo, com 44% de uso de fontes renováveis, de acordo com o Balanço Energético Nacional de 2017 (EPE, 2017), o uso da energia elétrica nas residências figura em segundo lugar no consumo, com 21% em relação à oferta de eletricidade.

Existem conceitos, sistemas e ferramentas, dentre as quais os profissionais responsáveis pelos empreendimentos podem selecionar as alternativas que, alinhadas às características climáticas, possam oferecer conforto no empreendimento com eficiência energética. As principais variáveis são: Forma, Função, Tipos de Acabamento e Sistemas de Condicionamento. Deve-se buscar não apenas a otimização do consumo, como também a valorização de fontes renováveis. Recomenda-se que a concepção do empreendimento vislumbre a obtenção de nível de eficiência energética compatível com os níveis A ou B do Selo Procel Edifica. (CHUEKE, 2016).

3.6.10 Redução do Consumo de Água

A água é um recurso natural, dotado de valor econômico e de vital importância para os seres vivos, porém com disponibilidade limitada. Como a quantidade de água na Terra é praticamente constante, a disponibilidade específica tende a diminuir com o passar do tempo, devido ao aumento da população, provocando conflitos pelo uso da água. A poluição dos recursos hídricos pelo lançamento dos esgotos domésticos e efluentes industriais também ajuda a acentuar os problemas de escassez da água.

Entre 2025 e 2050, a ONU prevê que o número de países que sofrerão as consequências de escassez de água aumentará para cerca de 50, existindo diversos fatores reais que ratificam a preocupação com a possibilidade de falta de água potável em algumas regiões do planeta. (UNESCO, 2015)

Assim, o uso eficiente da água torna-se assunto primordial de estudo, visando à implantação de metas específicas de economia na utilização da água abastecida. Portanto, atenção especial deve ser dada à redução do consumo de água, à adoção de sistemas de recirculação e/ou à reutilização de água.

Para falar em desenvolvimento sustentável há de se preocupar com o reaproveitamento ou reuso da água, pois estaremos garantindo para as gerações futuras o suprimento necessário de água. O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. (PESSOA, 2015).

Buscando entender as variáveis que podem influenciar o cenário internacional, Gnesotto e Grevi (2006) argumentaram que nos países em desenvolvimento iriam crescer a poluição e o abastecimento de água, enquanto que saneamento e segurança alimentar estariam a cada dia sob um maior estresse. (AGUIAR JUNIOR, 2011).

O desafio básico do desenvolvimento sustentável, em relação ao suprimento de água, é encontrar um equilíbrio entre os impactos inevitáveis e os impactos evitáveis, que estão relacionados com a gestão inadequada e não sustentável da água.

Em 1997, entrou em vigor a Lei nº 9.433, também conhecida com “Lei das Águas”, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Segundo essa Lei, a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Além disso, o instrumento legal prevê que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas e deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, 1997).

3.6.11 Redução, Reutilização, Reciclagem e Disposição Correta dos Resíduos Sólidos

Na Construção Sustentável devem ser utilizados materiais renováveis, reutilizáveis ou recicláveis, quando possível. O consumo desnecessário de material, como por exemplo, a utilização de lajes ou camadas de revestimento mais espessa do que as especificadas no projeto representa perda pelo excessivo consumo de material. O uso destes recursos tem como consequência imediata o esgotamento de jazidas e a geração de resíduos.

Outra apreensão na Construção Civil são os resíduos de argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos e tintas pelo uso acima do planejado. A madeira é outro material utilizado na Construção Civil proveniente da extração de madeira natural sem a devida reposição, o que provoca uma cadeia de impactos ambientais que modificam a fauna, a flora e o ar.

O uso de embalagens de forma desnecessária, que não possam ser reutilizadas ou recicladas, com materiais não renováveis, utilizando energia em demasia ou que emitam excesso de poluentes em sua fabricação é danoso ao meio ambiente e não incorpora nenhum valor ao empreendimento.

A dificuldade na medição das características dos resíduos reciclados, tem como resultado a desvalorização do produto, porque produtos reciclados de boa qualidade são utilizados em funções menos exigentes.

Desenvolver um conjunto de tecnologias de caracterização dos resíduos que torne possível a identificação rápida e segura das oportunidades de reuso e reciclagem mais adequadas para cada lote é a meta a ser alcançada. O objetivo é ampliar o mercado para os produtos reciclados e valorizar a fração de boa qualidade. O alto índice de perdas na Construção Civil, devido à geração de grande quantidade de entulho, obriga-nos a pensar em uma cultura de redução, reutilização e reciclagem.

Em alguns países europeus, assim como no Japão e nos EUA, o reaproveitamento de entulho para reciclagem já está integrado no processo construtivo, fato que atesta a total viabilidade técnica e econômica. Os benefícios ambientais são os ganhos principais produzidos pela reciclagem do entulho. O resultado na qualidade de vida pela utilização não predatória dos recursos naturais é mais importante do que a equação econômica. A menor deposição em locais impróprios e a redução de matéria prima a ser extraída de seus mananciais são os principais ganhos na redução dos desperdícios na Construção Civil.

Não se pode também esquecer a vantagem econômica em substituir a deposição irregular do entulho pela sua reciclagem, se for levada em conta a redução de áreas públicas destinadas à deposição dos resíduos, o custo de

correção de entulho clandestino e o controle de doenças. Pode-se afirmar que na maioria dos casos a reciclagem de entulho possibilita o barateamento das atividades de Construção.

Minimizar os resíduos envolve processos durante todo o Ciclo de Vida de uma Construção. Inicia com a racionalização do processo construtivo, prossegue com componentes reusados e/ou renováveis, até o fim do seu Ciclo de Vida, como esquematizado na Figura 3.3.



Figura: 3.3 Esquema 3Rs
Fonte: newsrondonia.com.br

Esta sequência representa o reconhecimento de prioridades ao decidir como proceder com o manejo do entulho. Reutilizar deve ser a primeira opção, porque apresenta benefícios na diminuição de: gasto de energia, taxa de emissão de poluentes e utilização de água, ocasionando um custo menor do que a reciclagem.

Os materiais que entram e os resíduos que saem devem ser acompanhados desde o fornecedor dos mesmos, até o destino final após a sua entrega ao receptor.

Atualmente, empresas de demolição já recebem incentivos do Governo Federal para atenderem e comercializarem entulhos de demolições. A maioria dos materiais presentes nestas obras pode e deve ser reaproveitada. Adicionalmente, vários Setores da Construção Civil já utilizam a reciclagem. Produzir, por meio de materiais que podem ser reciclados, em muitos casos, é mais barato do que comprar a matéria prima. É importante ter certeza da quantidade necessária de material para realizar a obra proposta. Se for muito, reduza-a; se for pouco, reutilize-a; se sobrar recicle-a: essa é a base do princípio dos 3Rs (MMA, 2017).

3.6.12 Introdução de Inovações Tecnológicas, sempre que Possível e Viável

Discutem-se os novos paradigmas do desenvolvimento mundial e o ambiente urbano é cada vez mais debatido, quando se fala em sustentabilidade da vida do homem na Terra. Apesar dos avanços e das soluções até então empregadas, ainda existem muitos problemas urgentes, que necessitam de soluções, inclusive, problemas resultantes de novas soluções, como afirma Schumacher: “À medida que um problema está sendo ‘solucionado’ aparecem dez novos problemas resultantes da primeira ‘solução’”. (SCHUMACHER, 1983, *apud* MORAES *et al*, 2003).

A inovação ambiental sofre de dupla imperfeição de mercado. Inovações tendem a ter retornos econômicos a médio e a longo prazo. Por outro lado, melhorias ambientais muitas vezes não são consideradas como ganhos para a empresa. Para se reduzir os riscos associados a esta dupla dificuldade, se procura combinar uma política ambiental flexível que aponte para mudanças tecnológicas, com uma política tecnológica projetada para acelerar processos de inovação. (FUKASAKU, 2000, *apud* KIPERSTOK, 2003). Deve-se procurar uma maior coerência entre as políticas de inovação e as de meio ambiente, que pode ser conseguida com a inserção de novos aspectos na política ambiental e considerações ambientais na política de inovação.

Diante de questionamentos sobre os impactos do desenvolvimento e da tecnologia sobre o homem e o meio ambiente, constata-se a necessidade de visualizar a tecnologia em todas as suas faces. Isto implica encarar a tecnologia como variável, como sugere Reddy ao afirmar que: “toda opção tecnológica parece dispor de um código genético, de tal forma que quando em condições favoráveis consegue implantar-se em um novo meio, tende a reproduzir as condições sócio culturais em que foi gerada”. (REDDY, *apud* SALAS, 1998).

Castor (1983) apresentou uma proposta de critérios, em que inseriu a questão da sustentabilidade, segundo a qual devem ser considerados na avaliação de uma tecnologia os seguintes aspectos:

- a) eficiência econômica;

- b) impactos da tecnologia em exame sobre a escala de funcionamento ou produção do sistema social, grau de simplicidade;
- c) densidade de capital e trabalho requeridos;
- d) nível de agressão ambiental;
- e) demanda de recursos finitos; e
- f) grau de autoctonia e auto sustentação permitidos pela tecnologia em exame.

3.6.13 Educação Ambiental: Conscientização dos Envolvidos no Processo.

A Educação ambiental não tem como objetivo conscientizar, ela visa a sensibilizar e a motivar os envolvidos para despertá-lo em relação aos problemas sócio-ambientais. Não se resume a fornecer informação, devendo ser um processo de reflexão, de modo que cada uma das pessoas, através de um ponto de vista crítico em relação ao ambiente, possa se ver como parte do todo e que os problemas sócio-ambientais não atinjam somente o ambiente, mas também quem vive e depende dele.

Assim, a Educação Ambiental pode levar a uma conscientização individual e coletiva do grupo, considerando as representações sociais que norteiam o pensar e agir dos envolvidos no processo educativo, identificando pontos de fragilidade que podem ser usados para que o indivíduo seja posto em situação de conflito, e saia de sua zona de acomodação.

Na literatura encontram-se várias definições de Educação Ambiental, como segue:

“É um processo que tem como objetivo a formação de cidadãos, cujos conhecimentos acerca do ambiente biofísico e seus problemas associados, possam alertá-los e habilitá-los a resolver seus problemas”. (STAPP *et al.*, 1969, *apud* AZEVEDO, 2007).

“É um processo que consiste em reconhecer valores e em aclarar conceitos, com o objetivo de fomentar aptidões e atitudes necessárias para compreender e apreciar as interrelações entre o homem, sua cultura e seu meio biofísico. Ela compreende,

também, a prática na tomada de decisões e na elaboração de um código de comportamento acerca das questões relacionadas com a qualidade do meio ambiente”. (Reunião Internacional sobre EA da International Union for Conservation of Nature– IUCN, Paris, 1970).

“É um processo de formação e informação orientado para o desenvolvimento da consciência crítica sobre as questões ambientais, e de atividades que levem à participação das comunidades na preservação do equilíbrio ambiental”. (Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA).

“É um processo por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do Meio Ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Lei Federal nº9795, de 27/04/1999, BRASIL, 1999).

“É o processo educacional de estudos e aprendizagem dos problemas ambientais e suas interligações com o homem na busca de soluções que visem à preservação do meio ambiente”. (Santos, 1999, apud Azevedo, 2007).

Guimarães (2004), *apud* Dias, 2013, classifica a educação ambiental em duas vertentes: a educação ambiental tradicional (conservadora) que é definida como hegemônica e a educação ambiental crítica (contra hegemônica). A hegemônica é possuidora de uma visão mecanicista da ciência, simplificadora dos fenômenos complexos da realidade, além de não poder ou não querer revelar as relações de poder que estruturam a sociedade atual. Na concepção de Guimarães, esta educação ambiental tradicional, não tem potencial de alavancar as mudanças necessárias para a superação da atual crise sócio-ambiental. A contra hegemônica apresenta a característica de ser interdisciplinar e relacionada com a teoria da complexidade e com o objetivo de desvendar as relações de dominação que

constituem a atual sociedade, sendo esta uma proposta que pode e deve fazer um contraponto em relação à educação ambiental conservadora.

Após os anos 90, nota-se o esvaziamento da vertente conservacionista, e o surgimento de uma **educação ambiental crítica**, tipicamente brasileira. Emerge da educação popular de Paulo Freire e da pedagogia crítica, que tem seu ponto de partida na teoria crítica marxista e neomarxista de interpretação da realidade social. Assim sendo, cabe à **educação ambiental crítica**, também o papel de ser uma educação ambiental politizada, criadora de questões, integrada aos interesses das populações e das classes sociais mais afetadas pelos problemas sócio-ambientais.

Vive-se um sistema econômico desigual e excludente, em que apenas uma parcela ínfima da população tem acesso aos subsídios econômicos, educacionais, de saúde e segurança, além de ser um sistema predatório e esgotante, quando ocorre a exploração dos recursos naturais. Trata-se de uma crise ambiental que se deve à enormidade de poderes humanos, com seus efeitos colaterais e consequências não antecipadas, que tornam inadequadas as ferramentas éticas herdadas do passado (BRASIL, 2007, *apud* COSTA *et al*, 2013).

Diante desse cenário, faz-se necessário a formação de uma consciência ecológica e a mudança nos hábitos e na postura dos seres humanos perante o meio ambiente, tornando a relação Homem/Natureza mais equilibrada e harmônica, para assim alcançarmos uma sociedade sustentável. Neste sentido, surge a Educação Ambiental (EA), que deve ser trabalhada de forma a tornar o aluno cidadão apto a compreender o seu papel no relacionamento com o meio ambiente, pois é na Escola que se desenvolve o processo educativo, cujas ações concretas repercutem no âmbito social (FUCHS, 2008). Nesse contexto, na formação do profissional é imperiosa a abordagem de conceitos de modo a sedimentar a cultura da sustentabilidade.

3.7 REGULAMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da Construção Civil. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles

associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Ministério do Meio Ambiente. (BRASIL, 2017).

No Brasil, como em outros países, os resíduos da Construção Civil correspondem a uma grande parcela do total de resíduos urbanos gerados. Políticas governamentais de crescimento e incentivo à habitação propiciam o desenvolvimento do setor construtivo que, ao visar lucratividade, acaba empregando mão de obra desqualificada, na tentativa de diminuir custos e prazos. Além disso, afirma Delongui *et al* (2011) que esse fato traz como consequência o aumento na geração de resíduos sólidos decorrentes de sobras no processo de edificação, que em sua maioria são dispostos indistintamente em locais de fácil acesso e irregulares como terrenos baldios.

Atualmente, o modelo de Construção Civil praticado no Brasil, em toda a sua cadeia de produção, ocasiona vários prejuízos ambientais. Além de utilizar matéria prima não renovável da natureza e consumir elevadas quantidades de energia, tanto na extração, quanto no transporte e processamento dos insumos, desperdiça no uso dos materiais que é a grande fonte geradora de resíduos dentro da sociedade. Referidos impactos provocam a formação de áreas degradadas, que ocorrem em três etapas do processo construtivo: na aquisição de materiais, considerando a retirada de matéria prima natural e o fabrico de produtos, na etapa de execução das obras civis propriamente ditas, e na fase de disposição final dos resíduos gerados pela construção. (KAWA, 2015).

A Resolução 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Também explicita que os resíduos da Construção Civil são aqueles gerados em construções, reformas, reparos e demolições de obras, além dos que resultam da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Podem ser caracterizados como constituídos por pedaços de concreto, tijolos, blocos, metais, solos, bem como embalagens e outros gerados nas obras.

A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos–PNRS, veio complementar a Resolução 307 do Conama. Esta Lei, quanto aos Resíduos da Construção Civil (RCC), esclarece que as empresas de Construção Civil estão sujeitas à elaboração de planos e projetos de gerenciamento de resíduos sólidos, que devem atender ao disposto no Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos. A não geração de resíduos, a reutilização, a reciclagem e o tratamento adequado dos mesmos são os principais objetivos da Lei. (QUADROS,2014).

Desta forma, as Normas Técnicas são instrumentos indispensáveis para ordenar o desenvolvimento da Construção Sustentável, na medida em que elas orientam as empresas como proceder no desempenho de sua missão com respeito ao meio ambiente, resguardando os princípios de preservação da ecologia com o uso eficiente dos recursos.

A ABNT disponibiliza diversas Normas, que regulamentam a Construção Sustentável, como segue:

- a) ABNT15112:2004- Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação, que fala sobre como projetar, implantar e operar uma área de transbordo e triagem. Fundamental para a gestão correta dos resíduos sólidos, reduzindo os impactos no ambiente;
- b) ABNT 15113:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação, fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da Construção Civil classe A e de resíduos inertes, visa também à reserva de materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro, ou ainda a disposição destes materiais, com vistas à futura utilização da área;
- c) ABNT 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação, fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da Construção Civil classe A, aplicado na reciclagem de materiais já triados para a produção de

agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas;

- d) ABNT15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da Construção Civil, denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação;
- e) ABNT 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil para utilização em camadas de reforço de subleito, sub base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas e preparo de concreto sem função estrutural;
- f) ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para Uso, que é uma ferramenta criada para auxiliar Empresas a identificar, priorizar e gerenciar seus riscos ambientais como parte de suas práticas usuais. A norma faz com que a empresa dê uma maior atenção às questões mais relevantes de seu negócio. A ISO 14001 exige que as empresas se comprometam com a prevenção da poluição e com melhorias contínuas, como parte do ciclo normal de gestão empresarial. Está baseada no ciclo PDCA do inglês "*plan-do-check-act*" - planejar, fazer, verificar e agir - e utiliza terminologia e linguagem de gestão conhecida;
- g) ISO 14004 - Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio, tem como objetivo fornecer assistência a Organizações que desejam implementar ou aprimorar um Sistema de Gestão Ambiental. É coerente com o conceito de desenvolvimento sustentável e compatível com estruturas culturais, sociais

- e organizacionais diversificadas e adapta-se a tais necessidades, promovendo a utilização de um Sistema de Gestão Ambiental; e
- h) ISO 14040 - Gestão ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida. Princípios e Estrutura.

Nesta dissertação, a aplicação das Normas citadas por parte das Construtoras será detalhada no Capítulo 5.

3.8 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Em janeiro de 2005, entrou em vigor no Brasil a Resolução N° 307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005). Exige que todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou licenciamento dos órgãos competentes devam constar também de um projeto de gerenciamento de resíduos sólidos. A Resolução foi o primeiro documento a definir responsabilidades para todos os elementos envolvidos no processo de geração e destinação dos resíduos da Construção Civil, incluindo os municípios, as transportadoras e os geradores, sejam eles pequenos ou grandes.

De acordo com as modificações que vêm ocorrendo no meio ambiente, diversos Setores da Economia, governantes e também administradores de empresas e de sociedades Civas, demonstram interesse em se adaptar às novas necessidades na preservação ambiental, o que resulta em propostas de diferentes medidas para a preservação do planeta e para a sobrevivência das gerações futuras (LUNARDI, *et al.*, 2012).

Na tentativa de aprimorar estas medidas é que surgiram as Certificações Verdes, que exercem importante papel na Construção Civil devido à tendência de mudar as práticas do Setor e por se relacionarem, de forma direta, com aspectos de gestão do empreendimento, MOTTA; AGUILAR, 2009. Porém, ainda há muitas empresas que vêm nas estratégias ambientais uma forma de estarem incluídas em um mercado cada vez mais mutante, no intuito de aumentar a lucratividade e conquistar maior fatia mercadológica, seja minimizando os problemas que possam

comprometer a competitividade em longo prazo, ou procurando tirar proveito das oportunidades disponíveis no mercado (SOUZA, *et al.*, 2009).

Isso pode ser observado, uma vez que as Certificações não são compulsórias nem mesmo em construções públicas. Com isso, o construtor é quem decide adotar ou não as medidas ambientais. Por isso, deve-se procurar mostrar de que forma a aquisição da Sustentabilidade Ambiental poderá resultar em benefícios econômicos com o objetivo de estabelecer a cultura da mesma na Construção Civil. (SALGADO, 2013).

As Certificações Ambientais funcionam como estratégia alternativa para produzir o espaço de maneira mais sustentável, de modo a atender uma série de exigências que tornam o empreendimento mais eficaz para o desenvolvimento do plano da cidade, bem como mais atraente, devendo, portanto fazer parte do novo modelo de gestão. (JUNIOR, 2013).

A noção de sustentabilidade deve estar presente no Estudo de Ciclo de Vida do empreendimento, abrangendo todas as fases pelas quais passa um objeto construído ao longo do tempo, desde as matérias primas utilizadas até os resíduos gerados no fim da sua vida útil. Ao falar de Ciclo de Vida, aplicado ao empreendimento imobiliário, deve-se considerar as etapas de Concepção e Planejamento, Projeto, Execução, Comercialização, Uso e Operação e Manutenção.

Vários países introduziram instrumentos de avaliação para análise da sustentabilidade nas edificações. Serão apresentados a seguir os sistemas consolidados em âmbito internacional.

3.8.1 Sistema BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

O Sistema *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) foi criado no Reino Unido, em 1990, por pesquisadores do *Building Research Establishment* (BRE) e do Setor privado (BALDWIN *et al.*, 1998 *apud* Kalbusch, 2007). Conseguiu grande penetração e acabou conquistando outros países, tendo sido adaptado para a realidade do Canadá, de Hong Kong,

Dinamarca, Noruega, Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos. (SILVA, 2005; CSILLAG, 2007).

Este sistema tem como objetivo minimizar os impactos ambientais dos empreendimentos, tanto na fase de projetos novos, como para os já construídos, sendo permanentemente revisado.

Durante o processo de avaliação, cada categoria é subdividida em uma série de questões, o que promove o uso de novos benchmarks, objetivos e metas. Quando um alvo é atingido, os créditos são concedidos. Uma vez que o desenvolvimento foi totalmente avaliado, dependendo do número total de créditos concedidos, é alcançada uma avaliação final do desempenho.

As avaliações são realizadas por avaliadores independentes e licenciados e certificados em uma escala de Passa $\geq 30\%$, Bom $\geq 45\%$, Muito bom $\geq 55\%$, Excelente $\geq 70\%$ e Excepcional $\geq 85\%$. Conforme dados retirados de <http://www.breeam.com>, (acesso em 07/07/2017) existem 561.675 certificados, 2.265.026 edifícios registradas em 78 países.

Pode ser aplicado para as seguintes modalidades:

- a) BREEAM Comunidades (BREEAM *Communities*) - para projetos de escala urbana;
- b) BREEAM Novas Construções (BREEAM *New Construction*) - para novas edificações de uso doméstico e comercial;
- c) BREEAM em Operação (BREEAM *In Use*) - para edifícios comerciais existentes em operação;
- d) BREEAM Reformas (BREEAM *Refurbishment*) - para edifícios residenciais e comerciais; e
- e) BREEAM Internacional (BREEAM *International*) - aplicado internacionalmente em edifícios residenciais ou comerciais, contemplando normas locais.

O BREEAM avalia a sustentabilidade em uma série de categorias, através de um *checklist*, que verifica a observância dos itens mínimos de desempenho, projeto, e operação dos edifícios em função de critérios ambientais, e os créditos são computados para a pontuação final.

Este sistema está estruturado nas seguintes categorias, as quais tem um peso percentual na avaliação, conforme mostra a Figura 3.4: <http://www.breeam.com>

- a) energia – esta categoria estimula a especificação e projeto de soluções, sistemas e equipamentos de Construção eficiente que suporte o uso sustentável de energia nas edificações e gerenciamento sustentável das operações do prédio. Este procedimento auxilia na redução da emissão de carbono e gerenciamento eficiente através das fases de operação do Ciclo de Vida do prédio;
- b) saúde e conforto – esta categoria estimula o aumento de conforto, saúde e segurança dos ocupantes do prédio, visitas e outros da circunvizinhança. Com isto auxilia na qualidade de vida por reconhecer um ambiente interno e externo saudável e seguro para os ocupantes;
- c) uso do solo – esta categoria encoraja o uso sustentável do solo, proteção e criação de habitat para em longo prazo melhorar a biodiversidade nos locais dos prédios e região no entorno. Considera também o uso de “*brownfield*”, termo usado nos Estados Unidos que corresponde à utilização de instalações industriais e comerciais abandonadas, ociosas ou subutilizadas, cuja expansão ou revitalização é complicada por contaminações ambientais reais ou percebidas ou de baixo valor ecológico, mitigação e aprimoramento da ecologia e gerenciamento da biodiversidade, também em longo prazo;
- d) materiais – encoraja os passos tomados para reduzir o impacto dos materiais de construções através do projeto, Construção, manutenção e reparo. Tem foco na procura de materiais fornecidos de maneira responsável e incorpora baixo impacto em sua vida, incluindo extração, processamento, fabricação e reciclagem;
- e) gestão – encoraja a adoção de práticas de gerenciamento sustentável em conexão com as atividades de Construção, comissionamento, frete e cuidados após a entrega;
- f) poluição – direciona para a prevenção e controle da poluição e escoamento da água na superfície, associada com a Construção do prédio e seu uso. As questões desta categoria auxiliam a reduzir o impacto das construções nas comunidades do entorno e *Sari Sing* (mapas de condições meteorológicas) do

- meio ambiente, a partir da poluição da luz, ruído, inundação, emissões para o ar, terra e água;
- g) transporte – encoraja melhor acesso para meios sustentáveis de transporte para os usuários do prédio, focando na acessibilidade a transporte público e outras soluções alternativas de transporte, que suporte redução de viagem de carro e conseqüentemente congestionamento e emissões de CO₂ sobre a vida do prédio;
 - h) resíduo – encoraja o gerenciamento sustentável da Construção e reuso, onde for possível na Construção, operação de resíduo e desperdício na manutenção e reparo futuro associados com a estrutura do prédio;
 - i) água - encoraja o uso sustentável da água na operação do prédio e seu local. Foco na identificação de meios de reduzir o consumo de água potável (interno e externo) durante o tempo de vida do prédio e minimização de perdas através de vazamento; e
 - j) inovação -Além dos créditos acima, há os créditos relacionados à inovação, os quais apresentam desempenhos exemplares em alguns dos créditos.

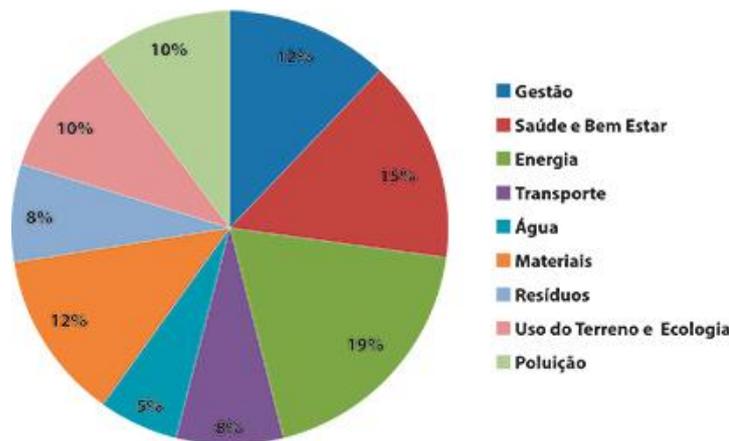


Figura 3.4 Categorias do Sistema BREEAM

Fonte: <http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/1112/BREEAM.aspx>

A avaliação inicial do empreendimento, chamada Pré-Avaliação, é muito importante. É o momento em que toda a equipe de Projeto deve participar para discutir os critérios e verificar qual o objetivo da Certificação. A Pré-Avaliação não é obrigatória, mas é recomendada. Embora o BREEAM seja uma avaliação voluntária,

ele tem sido requisitado como item obrigatório no processo de aplicação nas Prefeituras, em muitos Projetos no Reino Unido.

Pelo fato de a Certificação ter sido estabelecida no início dos anos 90, a mesma já passou por várias revisões. É importante mencionar, que o BRE é um órgão que sempre busca aprimoramento dos processos, envolvendo os avaliadores, o que garante transparência nas decisões da entidade. Muitos dos critérios estão interligados à fase de projeto, o que garante as decisões no momento exato. Outro ponto importante a ser mencionado é que esta avaliação pode ser alterada ou adaptada às condições locais, inclusive no Brasil. A avaliação do BRE respeita as legislações de cada lugar, e sua utilização deve ser previamente aprovada.

As principais etapas da Certificação são o projeto e a obra, porém é muito importante a Pré-Avaliação para discussão do nível pretendido. A fase de projeto é a ocasião em que a equipe, construtora e cliente fazem a interface das necessidades e as especificam no projeto ou outro documento relevante que comprove sua aplicação. No final dessa etapa, um Certificado Parcial é emitido pelo BRE (*Interim Certificate*). Quando o projeto está concluído, um avaliador vai até a obra para comprovar que as ações foram tomadas em relação à etapa de projeto. A documentação dessa etapa envolve, entre outros, fotos do local e projetos finais. Após análise pelo BRE, o empreendimento recebe o Certificado Final (*Final Certificate*).

3.8.2 Sistema LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

O Sistema *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) foi criado nos Estados Unidos, em 1994, com os objetivos de definir o edifício verde, reconhecer a importância do meio ambiente no segmento da Construção Civil, ajudar a construir a consciência do edifício verde e a transformar o mercado imobiliário, certificando com o selo LEED os edifícios que atingiram as metas. (CSILLAG, 2007).

Em 2016, especialistas da Construção Civil reuniram-se em um *Workshop* sobre Construção Sustentável e Ciclo de Vida, com a finalidade de debater a

aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na LEED, e conhecer os novos critérios de avaliação.

A diretoria da Green Building Council Brasil (GBC), responsável pela certificação LEED no Brasil, acredita que a gestão com base no Ciclo de Vida levará a Indústria da Construção Civil a alcançar a Sustentabilidade, porquanto os empreendimentos de fato passam a medir e a avaliar suas instalações na busca pela melhoria contínua com o gerenciamento de seu consumo e dos impactos ambientais, econômicos e sociais.

A novidade no processo de avaliação exige informações sobre a cadeia produtiva de toda a edificação, passando a ocorrer a exigência de uma Declaração Ambiental dos Produtos (DAP) que integra a Construção. Dessa forma, a DAP vai possibilitar uma análise e comparação entre produtos de funções similares, com base em seu desempenho ambiental durante todo o Ciclo de Vida.

Esta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) será desenvolvida de acordo com a regra de sua categoria, beneficiando a tomada de decisão de clientes, a comunicação com o mercado e a busca pela melhoria contínua do produto. Assim, evita-se que os empreendimentos se autodenominem de sustentáveis.

Antes de ser validada, a DAP é auditada por entidades independentes, que se baseiam em Normas da *International Organization for Standardization* (ISO), fato que garante isenção e credibilidade dos resultados aferidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Na verdade, a mudança transfere credibilidade para a Certificação, pois elimina a auto declaração, quando o próprio empreendimento era rotulado como sustentável, e apresentava Certificações que não oferecem a lógica do Ciclo de Vida como suporte.

As pontuações e pré-requisitos da Certificação LEED dependem do tipo de empreendimento. No Brasil, existem oito Selos diferentes:

- a) LEED NC, para novas construções ou grandes projetos de renovação. Nesta categoria, a Certificação é realizada, considerando o terreno e a edificação como um todo. Geralmente são prédios de utilização de uma única empresa

- ou entidade como: corporações, universidades, escolas, hospitais, etc. Sendo que escolas e unidades de saúde têm outra classificação específica;
- b) LEED ND, para projetos de desenvolvimento de bairro. Nesta categoria, a certificação é realizada para a parte urbanística de um condomínio, de um bairro ou de uma quadra residencial ou comercial;
 - c) LEED CS, para projetos na envoltória e parte central do edifício. Para prédios de múltiplos usuários, realizada para o terreno e para as áreas comuns da edificação, onde o empreendedor não tem responsabilidade sobre o projeto das áreas internas de cada unidade. Geralmente, são prédios de uso coletivo para venda ou locação.;
 - d) LEED *Retail* NC e CI, para lojas de varejo;
 - e) LEED *Healthcare*, para unidades de saúde;
 - f) LEED EB_OM, para projetos de manutenção de edifícios já existentes. Nesta categoria, a Certificação é realizada com base no desempenho de operação e na melhoria desta em edificações existentes;
 - g) LEED *Schools*, para escolas; e
 - h) LEED CI, para projetos de interior ou edifícios comerciais. Para interiores de edificações comerciais, realizada somente para os inquilinos de áreas de escritórios em melhorias de instalações existentes ou novas edificações.

Além dos diferentes tipos e necessidades, a Certificação também tem diferentes níveis de acordo com o desempenho do empreendimento (pontuação), como *Silver* (Prata), *Gold* (Ouro) e *Platinum* (Platina). (<http://www.gbcbrazil.org.br/>)

No anexo 11 está apresentado o detalhamento do sistema LEED para Projeto e Construção de Prédio - Aplicados para Novas Construções, tema desta Dissertação.

3.8.3 Sistema CASBEE - *Comprehensive Assessment System for Built Environment*

O Sistema *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (CASBEE) é um método para avaliar e medir o desempenho ambiental dos edifícios e do ambiente construído. O CASBEE foi desenvolvido por um Comitê de Pesquisa, estabelecido em 2001, através da colaboração da Academia, da Indústria e dos

Governos nacionais e locais, que criou o Consórcio de Construção Sustentável do Japão (*Japan Sustainable Building Consortium - JSBC*), sob o auspício do Ministério da Terra, Infra-estrutura, Transportes - MLIT). <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>

O CASBEE foi projetado para melhorar a qualidade da vida das pessoas e reduzir o uso de recursos do Ciclo de Vida e as cargas ambientais associadas ao ambiente construído, de uma única casa a uma cidade inteira. Consequentemente, vários esquemas do CASBEE estão agora implantados em todo o Japão e apoiados pelos Governos nacionais e locais.

É adaptado para diferentes escalas: construção de casa, construção de edifícios, urbano (desenvolvimento urbano) e gestão da cidade. Dentro da Construção de edifícios há várias modalidades:

- a) construção nova (CASBEE-NC - *New Construction*), usado principalmente por Arquitetos e Engenheiros para aumentar a eficiência do ambiente construído de um edifício durante o processo de projeto. Isso pode ser usado como uma ferramenta de suporte de projeto, bem como uma lista de autoverificação;
- b) edifícios existentes (CASBEE-EB - *Existing Buildings*), tem como alvo uma série de edifícios existentes com registro operacional pelo menos um ano após a conclusão. A ferramenta também foi desenvolvida para ser aplicável à avaliação do valor do imobilizado;
- c) renovação (CASBEE-RN - *Renovation*), foi projetada para avaliar o desempenho de edifícios existentes com base em especificações para renovação e desempenho previsto. Pode ser usado na renovação de edifícios existentes ou na elaboração de propostas para monitoramento, comissionamento e atualização de projetos de Construção;
- d) edição localmente personalizada para Municípios (CASBEE-NC) pode ser usada pelas autoridades locais para administração de construção. As autoridades locais que usam esta ferramenta podem adaptá-la às condições locais, como o clima e as políticas prioritárias. As mudanças geralmente são realizadas para modificar os coeficientes de ponderação;
- e) espaço interior (CASBEE – *Interior Space*) abrange apenas a área que o inquilino (como uma empresa) ocupa em um prédio de escritórios, porque o objetivo principal desta ferramenta é avaliar medidas ambientais e / ou

- iniciativas ambientalmente responsáveis realizadas pelo próprio inquilino. A avaliação também inclui conforto interno, eficiência energética e conservação da água do edifício, resistência ao terremoto e produtividade intelectual. No momento, apenas os prédios de escritórios são avaliáveis;
- f) construção temporária (CASBEE-TC) foi desenvolvida como uma extensão para a CASBEE-NC para avaliar edifícios temporários construídos especificamente para uso de curto prazo, como pavilhões de exposição. Os edifícios deste tipo têm Ciclos de Vida de curto prazo e, portanto, a consideração deve se concentrar principalmente no uso e reciclagem de materiais nas fases de Construção e demolição. Os critérios de pontuação e a ponderação refletem as características dos edifícios temporários;
 - g) ilha de calor (CASBEE-HI - *Heat Island*) a avaliação do efeito da ilha de calor é essencial nas principais áreas urbanas, como Tóquio e Osaka. A CASBEE-HI é uma ferramenta destinada a uma avaliação quantitativa mais detalhada das medidas de redução da ilha de calor no projeto de Construção. No CASBEE-HI, os critérios abordam condições mais detalhadas no ambiente térmico externo e na carga da ilha de calor nos arredores;
 - h) escolas (CASBEE *School*), foi desenvolvido para avaliar escolas primárias e escolas secundárias. No Japão, há um enorme número de instalações da velha escola construídas na década de 1960, ou antes, esperando a renovação. CASBEE para Escolas é projetado para uso especialmente nas etapas de planejamento e operação de edifícios. Para promover escolas ecológicas, a CASBEE para Escolas foi modificada das versões abreviadas da CASBEE para fácil avaliação das escolas. Esta ferramenta foi oficialmente desenvolvida pelo Ministério da Educação, Cultura, Esportes, Ciência e Tecnologia; e
 - i) sistema CASBEE para Imóveis (anteriormente denominado CASBEE, para Promoção de Mercado) - originalmente, as ferramentas CASBEE destinavam-se principalmente ao uso como suporte de projeto no mercado imobiliário. Recentemente, o PNUMA-SBCI, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - Iniciativa sobre Edifícios Sustentáveis e Clima, propôs métricas comuns globais chamadas de "Índice de Construção Sustentável". Um sistema simples, comparável e compatível é crucial para a tomada de decisões em relação ao investimento em Edifícios Verdes. Assim, foi criada a

ferramenta CASBEE relacionada com a avaliação da propriedade. Com esta perspectiva, uma versão muito simples do CASBEE foi desenvolvida e lançada no Japão.

3.8.4 Sistema AQUA ou HQE - *Haute Qualité Environnementale*

O Processo AQUA-HQE ou AQUA, como é conhecido no Brasil, é uma certificação internacional da Construção Sustentável desenvolvido a partir da certificação francesa *Démarche Haute Qualité Environnementale* (HQE), que é responsável pelo HQE desde 1974. Já certificou mais de 2 milhões de unidades habitacionais, sendo a ferramenta de Certificação mais utilizada no mundo e reconhecida mundialmente como a melhor forma de reconhecer a mais alta qualidade num Projeto Sustentável.

O Processo de Certificação AQUA foi lançado no Brasil em 2008 e aqui aplicado exclusivamente pela Fundação Vanzolini, instituição privada sem fins lucrativos, criada, mantida e gerida pelos Professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Esse processo de Certificação permite o controle de todas as etapas de desenvolvimento e compromete-se com um padrão de desempenho. Está adaptado à realidade brasileira, sendo um sistema flexível, o que permite adotar solução compatível com o empreendimento. Este fato estimula o empreendedor a participar do processo de certificação. Os referenciais de certificação estão em constante processo de aprimoramento, com o envolvimento dos melhores profissionais que atuam na área de Sustentabilidade no Brasil. (INOVATECH, 2017).

A Qualidade de Vida é um dos objetivos principais, fazendo com que o Construtor se preocupe também com a integração do edifício à paisagem, à estrutura e a serviços urbanos existentes, à redução do consumo dos recursos naturais e das emissões, o que acarreta um menor custo operacional do edifício. Acompanhando o padrão francês, o referencial brasileiro é estruturado em duas partes: Sistema de Gestão do Empreendimento, que assegura a qualidade ambiental final da Construção, e Qualidade Ambiental do

Edifício, que avalia o desempenho, conforme as suas características técnicas e arquitetônicas.

A avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício é feita para cada uma das 14 categorias de preocupação ambiental, com base em desempenho, não considerando pontuação. O desempenho associado a cada categoria da QAE é avaliado segundo três níveis: Base, Boas Práticas ou Melhores Práticas, conforme perfil ambiental definido pelo empreendedor na fase pré-projeto e compondo-se das seguintes categorias: (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2017)

- a) relação do edifício com o seu entorno;
- b) escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos;
- c) canteiro de obras de baixo impacto ambiental;
- d) gestão da energia;
- e) gestão da água;
- f) gestão de resíduos de uso e operação do edifício;
- g) manutenção – permanência do desempenho ambiental;
- h) conforto higrotérmico;
- i) conforto acústico;
- j) conforto visual;
- k) conforto olfativo;
- l) qualidade sanitária dos ambientes;
- m) qualidade sanitária do ar; e
- n) qualidade sanitária da água.

As vantagens do sistema AQUA são classificadas conforme o que se segue:

Para o Empreendedor:

- a) comprovar a alta Qualidade Ambiental das suas construções;
- b) diferenciar seu portfólio no mercado;
- c) aumentar a velocidade de vendas ou locação;
- d) manter o valor do seu patrimônio ao longo do tempo;
- e) associar a imagem da empresa à Alta Qualidade Ambiental;
- f) melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades; e

- g) ter um reconhecimento internacional.

Para o Usuário:

- a) economia direta no consumo de água e de energia elétrica;
- b) menores despesas condominiais gerais de: água, energia, limpeza, conservação e manutenção;
- c) melhores condições de conforto e saúde;
- d) maior valor patrimonial ao longo do tempo; e
- e) consciência de sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e para a sobrevivência no planeta.

Para a Sociedade e Meio Ambiente

- a) menor demanda sobre as infraestruturas urbanas;
- b) menor demanda de recursos hídricos;
- c) redução das emissões de gases do efeito estufa;
- d) redução da poluição;
- e) melhores condições de saúde nas edificações;
- f) melhor aproveitamento da infraestrutura local;
- g) menor impacto à vizinhança;
- h) melhor qualidade de vida;
- i) melhor gestão de resíduos sólidos; e
- j) melhor gestão de riscos.

Para a certificação é necessário obter um mínimo de três categorias de Melhores Práticas; quatro categorias de Boas Práticas e sete categorias Base. Acrescenta-se, ainda, a necessidade de constar 3 Auditorias nas fases de Pré-Projeto, Projeto e Execução, executadas de forma independente e presencial.

De acordo com a Fundação Vanzolini, na Cidade de São Paulo, desde 2009, verifica-se um perfil crescente de edifícios certificados com o Sistema AQUA, como ilustra o Quadro 3.1.

Quadro 3.1. Certificações de edifícios na Cidade de São Paulo com o Sistema AQUA

Ano	Número de Edifícios
2009	7
2010	22
2011	42
2012	118
2013	259
2014	332
2015	382
2016	427

Fonte: Fundação Vanzolini, 2017

3.8.5 SISTEMA GBC - *Green Building Challenge*

O Método de Avaliação *Green Building Challenge* - GBC surgiu a partir do método de avaliação ambiental para edificações *Building Environmental Performance Assessment Criteria* - BEPAC.

O Sistema GBC foi desenvolvido por um consórcio internacional, *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (IISBE), integralmente financiado pelo Governo do Canadá, com a participação de mais de vinte países, incluindo pesquisadores brasileiros, com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental em edificações, composto de uma base comum, mas observando as diversidades regionais. Os principais parceiros da IISBE são:

- a) CIB (*Conseil International du Bâtiment* ou *International Council for Building*);
- b) UNEP (SBCI - *United Nations Environment Programme – Sustainable Building and Climate Initiative*);
- c) FIDIC - *International Federation of Consulting Engineers*; e
- d) GABC - *Global Alliance for Buildings and Construction*.

O GBC, segundo Silva (2003), não fornece uma Certificação de desempenho. Objetiva prover uma “base metodológica sólida e a mais científica possível, dentro das limitações do estado atual do conhecimento”. Sua avaliação se baseia na comparação de desempenhos de referência. Pretende desenvolver uma segunda geração de sistemas de avaliação de edifícios, analisando diferentes prioridades, tecnologias, costumes e valores culturais. A grande diferenciação do GBC para os

outros métodos é que ele não verifica apenas os aspectos de Sustentabilidade Ambiental, mas também os aspectos econômicos. LOBO, 2010.

Segundo COLE, LARSSON (2002) os objetivos do GBC são:

- a) metodologia de avaliação de desempenho ambiental;
- b) assuntos relacionados à Sustentabilidade para assegurar sua importância para os edifícios verdes;
- c) promover trocas de experiências entre pesquisadores de desempenho ambiental de edifícios e profissionais do meio; e
- d) apontar a relação entre a avaliação do desempenho de edifícios/ desempenho ambiental de melhor nível.

A Avaliação compreende os seguintes tópicos.

Obrigatórios: Uso de recursos, cargas ambientais e qualidade do ar interno.

Opcionais: Qualidade dos serviços, aspectos econômicos e gestão pré-ocupação.

A pontuação de cada um dos temas é obtida pela ponderação dos pontos de suas categorias, finalizando com a pontuação do edifício calculada com a soma ponderada dos pontos de todos os temas.

3.8.6 Sistema LBC - *Living Building Challenge*

O Sistema *Living Building Challenge* (LBC) é um sistema de certificação ambiental de edifícios desenvolvido, em 2006, pelo *Cascadia Green Building Council*, que é uma divisão do *U.S. Green Building Council* e do *Canada Green Building Council*. Este sistema propõe medidas avançadas e ambiciosas que permitirão que um edifício possa ter um impacto positivo no meio em que ele está ou estará inserido.

Esse sistema de Certificação não possui uma lista de requisitos prescritivos, no entanto possui 20 indicadores de desempenho ambiental que devem ser comprovados durante o primeiro ano de operação do edifício. Este já é um grande diferencial entre o LBC e a maioria dos sistemas de Certificação de edifícios, pois estes últimos são tipicamente baseados em estudos, cálculos e simulações.

Entretanto, o desempenho efetivo dos edifícios certificados pelos sistemas de Certificação mais utilizados não se consegue verificar ao final da Construção. Existem estudos que mostram uma grande diferença entre o desempenho ambiental esperado para os edifícios certificados LEED durante a fase de projeto/Construção e o que realmente é verificado durante a operação.

Teve a sua primeira versão em 2006, com o apoio do CGBC - *Cascadia Green Building Council* (Conselho de Edificações Sustentáveis de Cascadia), localizada em Seattle, Estados Unidos. Em 2009, foi criado o *Internacional Living Building Institute*- ILBI, com a atribuição de apoiar o LBC. Em 2012, foi renomeado como *Internacional Living Future Institute* – ILFI (Instituto internacional do Futuro Vivo).

O sistema é composto de sete áreas de atuação:

- a) local - restaura uma relação saudável com a natureza;
- b) água – cria um desenvolvimento que opera com um balanço da água de um determinado local e clima;
- c) energia – utiliza fontes de energia limpas e renováveis;
- d) saúde e felicidade – cria ambiente que aperfeiçoa a saúde física e psicológica e o bem estar;
- e) materiais - endossa produtos que são seguros para todas as espécies através do tempo;
- f) igualdade – suporta um mundo justo e equilibrado; e
- g) beleza – comemora Projeto que eleva o espírito humano.

Estas áreas são denominadas “Pétalas”, imaginando-se um edifício que seja tão eficiente quanto uma flor, representado por símbolo simples para o ambiente ideal construído, ilustrado na Figura 3.5.

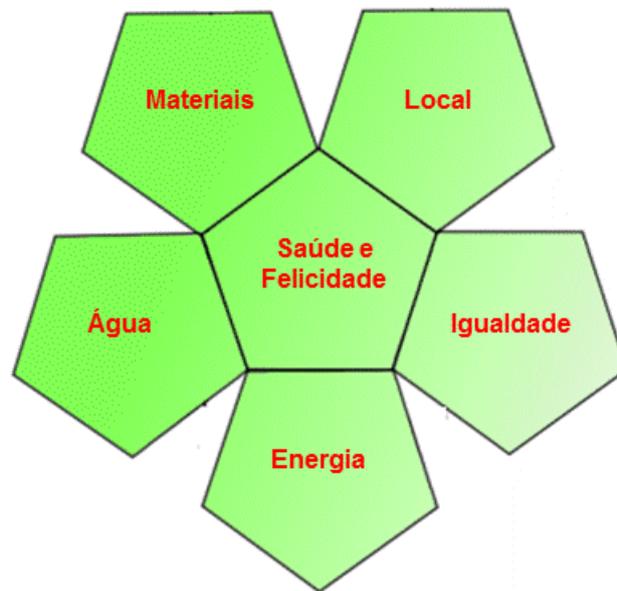


Figura 3.5: Representação do Sistema LBC
Fonte: Adaptado de *A living building solely on current solar income*

O Sistema LBC pode ser aplicado, tanto para novos projetos, como para prédios já construídos, e os projetos variam de casas unifamiliares a grandes escritórios e espaços comerciais. O programa descreve uma estrutura de projeto que promove o mais alto padrão de sustentabilidade para o ambiente construído. Em vez de uma lista de verificação das melhores práticas atuais, o LBC inclui uma série de objetivos de desempenho que capacitam as equipes de projetos para encontrar soluções criativas de *design*.

Todos os imperativos atribuídos a uma tipologia são obrigatórios. A Certificação LBC usa o processo de *checklists* e requer um desempenho real, em vez de antecipado, demonstrado durante doze meses consecutivos, sendo realizadas duas auditorias, uma realizada ao final da obra e outra após 12 meses, diferente das demais Certificações descritas anteriormente.

Existem duas regras básicas na aplicação do LBC:

- a) todos os indicadores são obrigatórios. No entanto, sabendo que o LBC demanda as mais avançadas e ambiciosas medidas ambientais existentes no mercado, o próprio sistema prevê exceções temporárias para absorver limitações temporárias de mercado; e

- b) o LBC é baseado em dados reais e não em estimativas, modelos ou simulações. Consequentemente, o edifício deve estar operacional por, pelo menos, 12 meses consecutivos para ser avaliado e certificado, como já mencionado.

As principais vantagens do LBC são:

- a) desempenho comprovado - os auditores de terceiros verificam que cada projeto está cumprindo as métricas de Sustentabilidade mais altas com base em um período de desempenho de doze meses;
- b) reconhecimento garantido - os edifícios vivos estão entre os mais saudáveis e eficientes do mundo; e
- c) investimento para o futuro - os edifícios vivos são sistemas resilientes e auto-suficientes, que fornecem segurança energética para as próximas décadas. Eles estão ensinando ferramentas e fontes de inspiração.

O LBC incentiva as equipes a pensar de forma holística para encontrar soluções que abordem vários problemas ao mesmo tempo, como, por exemplo:

- a) as necessidades de energia de um sistema de água devem influenciar o orçamento energético;
- b) os materiais devem ser não-tóxicos e de baixo impacto para satisfazer as demandas do item de materiais; e
- c) os projetos devem integrar cultura local, elementos biofílicos e beleza para promover a comunidade e conexões naturais.

O Instituto Vanzolini, no âmbito do Sistema LBC, oferece certificações opcionais, conforme descrito a seguir:

- a) certificação de Construção Viva (*Living Certification*): este nível de certificação é atribuído aos edifícios que demonstram conformidade com os 20 indicadores obrigatórios;
- b) certificação Pétala (*Petal Certification*): este nível de certificação é atribuído aos edifícios que demonstram conformidade com, pelo menos, três das sete pétalas disponíveis, além dos imperativos Limites para o Crescimento e a Inspiração e Educação; e

- c) certificação de Energia Zero (*Zero Net Zero Energy Certification*): obtida após o atendimento dos imperativos Limites para o Crescimento, Beleza e Espírito, Inspiração e Educação e Fluxo Positivo de Energia. Este nível de certificação é atribuído aos edifícios que produzem localmente 100% da energia necessária para o seu funcionamento, empregando fontes renováveis e que não sejam à base de combustão.

3.8.7 Selo Procel Edifica: Edificações

O Programa Procel Edifica, da Eletrobras, objetiva desenvolver atividades para divulgar e estimular a aplicação dos conceitos de eficiência energética em edificações, e apoiar a viabilização da Lei de Eficiência Energética - Lei 10.295/2001 (BRASIL, 2001). Também visa a contribuir com a expansão, de forma energeticamente eficiente, do setor de edificações do país, de modo a reduzir custos operacionais na construção, utilização e manutenção dos imóveis. (Eletrobras, 2016).

A Eletrobras coordena tecnicamente o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica) e a Secretaria Técnica de Edificações do Grupo de Trabalho em Edificações do MME, atuando em seis diferentes vertentes: “Capacitação Humana”, “Tecnologias”, “Disseminação”, “Subsídios à Regulamentação”, “Habitação e Eficiência Energética” e “Suporte – Marketing e Financiamento”. O Selo Procel Edificações, lançado em novembro de 2014 e consolidado em 2015, surge como ferramenta de estímulo à eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas no Brasil. Em 2015, foram certificadas dez edificações na etapa de projeto e outras vinte e uma edificações construídas, sendo que estas últimas contribuíram para uma redução do consumo de energia, em um ano, da ordem de 3,56 GWh. (Eletrobras, 2016).

Dois projetos protótipos no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida Mais Sustentável, localizados nos Municípios do Rio de Janeiro (RJ) e Lauro de Freitas na (BA) foram avaliados tecnicamente quanto ao desempenho termo-energético, para a certificação com o Selo Procel Edifica. Em parceria com o INMETRO, a Eletrobras apoiou a concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), resultando, em 2015, um total acumulado de: edificações comerciais, de serviços e

públicas: 157 etiquetas emitidas, sendo 58 relativas a edificações construídas; edificações residenciais: 3.060 etiquetas emitidas para unidades habitacionais autônomas, sendo 733 referentes a edificações construídas; 31 etiquetas emitidas para a categoria multifamiliar, sendo 5 referentes a edificações construídas e 8 etiquetas emitidas para a categoria “áreas comuns”, sendo 2 referentes a edificações construídas. (Eletrobras, 2016). A Figura 3.6 mostra as etiquetas utilizadas na certificação conferida pelo Programa Procel Edifica.



Figura 3.6: Selo Procel Edificações: Etapa de Projeto e Etapa de Edificação Construída
Fonte: Eletrobrás, 2016

3.8.8 Selo Casa Azul

Ao criar o Selo Casa Azul, a CAIXA pretendeu incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários, bem como promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das Construções Sustentáveis.

Com este Selo, a CAIXA buscou reconhecer os projetos de empreendimentos que demonstrarem suas contribuições para reduzir os impactos ambientais, avaliados a partir de critérios vinculados aos seguintes temas: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais.

O Selo Casa Azul é um instrumento de classificação sócio-ambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, que busca reconhecer os que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, com o objetivo de incentivar o uso racional de recursos naturais e de melhorar a qualidade da habitação e de seu entorno.

O Selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais apresentados à CAIXA. O método utilizado pela CAIXA para a concessão do Selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento, o atendimento aos critérios estabelecidos pelo instrumento, que estimula a adoção de práticas voltadas à Sustentabilidade dos empreendimentos habitacionais.

Os Objetivos do Selo são:

- a) incentivar o uso racional de recursos naturais na construção e operação dos empreendimentos habitacionais;
- b) reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários;
- c) promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das Construções Sustentáveis;
- d) reconhecer publicamente os empreendedores que adotarem práticas mais sustentáveis nos projetos e construções de empreendimentos habitacionais; e
- e) oferecer orientações sobre construções mais Sustentáveis para os proponentes de projetos habitacionais;

O critério de avaliação define seis categorias que estão organizadas em 53 itens divididos em obrigatórios e opcionais:

- a) qualidade urbana – 2 obrigatórios e 3 facultativos;
- b) projeto e conforto - 5 obrigatórios e 6 facultativos;
- c) eficiência energética - 3 obrigatórios e 5 facultativos;
- d) conservação de recursos e materiais - 3 obrigatórios e 7 facultativos;
- e) gestão da água - 2 obrigatórios e 6 facultativos; e
- f) práticas sociais - 3 obrigatórios e 8 facultativos.

O empreendimento pode alcançar três classificações: Bronze, Prata e Ouro, conforme Quadro 3.2, sendo que a categoria Bronze se aplica somente a habitações de interesse social.

Quadro 3.2: Níveis de Classificação do Selo Casa Azul

Classificação	Atendimento Mínimo
Bronze	Critérios obrigatórios
Prata	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
Ouro	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha

Fonte: Guia Caixa de Sustentabilidade

O empreendedor deve elaborar uma agenda de desempenho sócio-ambiental do empreendimento, com o objetivo de identificar os aspectos sócio-ambientais que sejam relevantes. A agenda ambiental irá servir de guia para selecionar as ações a serem adotadas (critérios livres).

Os Principais Aspectos do Selo são:

- a) aplica-se a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais apresentados à CAIXA para financiamento ou nos programas de repasse;
- b) adapta-se à realidade brasileira e seus diversos aspectos regionais;
- c) proporciona autonomia e estimula as responsabilidades do empreendedor;
- d) valoriza as soluções para resultados efetivos, respeitando as especificidades de cada Projeto; e
- e) possui Auditorias presenciais, reforçando a rigorosidade e a credibilidade da Certificação.

As vantagens do Selo:

Para os Empreendedores:

- a) utiliza o SELO na comercialização – diferencial de venda;
- b) classificação sócio-ambiental com o melhor custo-benefício; e
- c) aumento da satisfação dos clientes com as características do produto e benefícios econômicos.

Para os Moradores:

- a) adequa as habitações às necessidades atuais e futuras; e
- b) reduz o custo de manutenção e adaptação à habitação.

Para a CAIXA:

- a) melhora a qualidade dos empreendimentos; e
- b) aumenta a satisfação dos clientes/mutuários.

Para um projeto receber o Selo ele deve apresentar os seguintes itens:

- a) atendimento à legislação vigente (Parcelamento do Solo, Plano Diretor, Código de Obras, Regularização Fundiária, Ambiental e outras);
- b) regularidade com as Normas de trabalho, saúde e segurança;
- c) projetos aprovados pelos órgãos competentes;
- d) licenças ambientais;
- e) avaliação ambiental de terrenos com suspeita de contaminação;
- f) uso de madeira com origem legal – programas Crédito Imobiliário;
- g) arborização do empreendimento;
- h) medição individualizada de água e gás obrigatórias no PMCMV; e
- i) sistema de aquecimento solar (não obrigatório).

A Figura 3.7 apresenta o Selo da Caixa Azul da Caixa, nas categorias bronze, prata e ouro. <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>



Figura 3.7 Logomarcas do Selo Casa Azul, níveis Ouro, Prata e Bronze
Fonte: Guia Caixa de Sustentabilidade

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA REVISÃO

A produção imobiliária Sustentável traz benefício para o Meio Ambiente pelo uso de menores áreas de vegetação, otimização do uso de materiais, menores emissões de gases, geração menor de resíduos, menor demanda de água e energia. As edificações sustentáveis também geram benefícios para as cidades, pois contribuem para menor elevação da temperatura da região, redução dos problemas de enchentes, e melhoram a mobilidade urbana, quando agregam a proximidade de trabalho, moradia e lazer.

A definição da Comissão Brundtland é a mais aceita para o desenvolvimento da Construção (NAHMENS, *apud* MARJABA e CHIDIAC 2016). Outra definição ampla é:

“Construção de projetos e Construção, usando métodos e materiais que sejam eficientes em termos de recursos e que não comprometerão a saúde do ambiente ou a saúde e bem estar associados aos ocupantes, trabalhadores da Construção, público em geral ou gerações futuras” (LANDMAN , apud MARJABA e CHIDIAC, 2016).

Há muitas definições relatadas para Sustentabilidade, entretanto as citadas são as consideradas adequadas para o estudo. De maior importância foi o acordo geral da comunidade da área de projeto, no sentido de que a Sustentabilidade deva considerar três categorias principais de impactos: ambiental, social e econômico. (BAKHOUM e NAHMENS, *apud* MARJABA e CHIDIAC, 2016).

Na prática, somente os impactos ambientais são declarados como o foco dos estudos de Sustentabilidade dos atuais métodos de Engenharia, porque os impactos econômicos e sociais são declarados como sendo importantes, apesar de serem considerados indiretamente. Portanto, os requisitos ambientais podem ser chamados de condições essenciais, que são impostas explicitamente sobre o projeto, enquanto os requisitos sociais e econômicos são designados como condições naturais, que são satisfeitas através do projeto.

Outro tema comum que foi visto na Revisão é a importância das atividades de Construção para a Economia, a Sociedade e o Meio Ambiente. Existe uma necessidade absoluta de melhorar o desempenho de Sustentabilidade dos edifícios, incluindo a fase de Construção.

Desde o relatório do *World Commission on Environment and Development - WCED*) de 1987, ações envolvendo Sustentabilidade vêm sendo desenvolvidas. Na última década, o assunto vem ganhando importância e tem grande potencial para afetar na mudança (BAKHOUM, *apud* MARJABA e CHIDIAC, 2016). Sustentabilidade na Construção, como relatado pelo World Watch Institute, mostra que 55% dos recursos de madeira são usados para a Construção, 40% dos materiais e energia produzida no mundo são utilizados por edifícios e 30% dos edifícios expõem os ocupantes ao mofo e ao ar carregado de substâncias químicas (ROODMAN D.M., *apud* MARJABA, CHIDIAC, 2016). No Canadá, TPSGC relatou que cerca de 7 milhões dos 20 milhões de toneladas de resíduos sólidos enviados para aterros são provenientes das atividades de Construção e renovação. Posteriormente, "com os aterros que operam perto da capacidade máxima, os custos associados à devolução de resíduos aumentaram 5 vezes nos últimos 30 anos" *Public Works and Government Services Canada (PWGSC)*. (*apud* MARJABA e CHIDIAC, 2016).

Existem pesquisas que indicam que a maioria dos impactos ambientais de um edifício ocorre durante a sua fase de Construção, que é um impacto mensurável e significativo. Além disso, em todas as áreas técnicas, as decisões e métodos de Construção impactarão o desempenho durante a fase de ocupação e demolição ou reutilização, ilustrando ainda a importância das atividades de Construção para todos os aspectos da Sustentabilidade.

O terceiro e último tema comum que emerge da revisão da literatura é a necessidade de medir e relatar o desempenho de Sustentabilidade das atividades de Construção e dos edifícios subsequentes. A medição permite aos *designers* confirmar, validar e quantificar melhorias de Projeto Sustentável, bem como ajudar a reguladores e políticos a tomarem decisões sobre políticas, que realmente melhorem o desempenho Sustentável. Devido a esta necessidade, os sistemas de medição

são concebidos e embalados de várias maneiras, dos quais os mais populares são Sistemas de Certificação como LEED, BREEAM, DGNB, etc.

Essa conveniência de medição e técnicas de relatório estão refletidas no artigo "Como tornar a habitação Sustentável? A experiência holandesa", PRIEMUS, 2005, que é outra referência interessante. Argumenta que o termo Sustentabilidade está cercado de imprecisão. É excessivamente utilizado, mas sem definição precisa, particularmente em políticas e literatura não-acadêmica, em que os métodos de medição da Sustentabilidade não estão bem definidos, havendo uma necessidade absoluta de que esses métodos sejam definidos. Além disso, o autor exige que o foco seja apenas sobre os aspectos ambientais, a fim de tornar o conceito de Sustentabilidade mais viável. Contudo afirma que os aspectos econômicos e sociais também são muito importantes e não podem ser ignorados. As principais recomendações dessa revisão, relevantes para esta pesquisa são: (PRIEMUS, 2005).

- a) executar medições empíricas;
- b) combinar qualidades ambientais com qualidades essenciais e familiares, tais como atender ao mercado orientado pela demanda, flexibilidade, acessibilidade e confiabilidade técnica. Se a qualidade ecológica foi para incluir essas outras qualidades, resultará em decepção. "Isso é consistente com a necessidade de considerar impactos sociais e econômicos";
- c) rever continuamente o desempenho e divulgação dos resultados e novos conhecimentos; e
- d) despreocupar-se com as melhorias de micro-escala, que poderiam acarretar Impacto negativo na macro-escala.

A definição de habitação Sustentável tão disseminada e definida em muitos documentos de política e publicações acadêmicas perdeu seu objetivo e se tornou equivalente a uma boa habitação. Por esta razão não existem distinções mensuráveis entre a Sustentabilidade do desenvolvimento da habitação, gestão, uso e renovação / reestruturação. Além disso, não se sugere um padrão para medir a Sustentabilidade ou os impactos ambientais. (PRIEMUS, 2005).

Quanto à Resiliência, de acordo com Merriam-Webster dicionário *on-line*, é definida como "capacidade de recuperar ou ajustar facilmente infortúnio ou mudança", onde o infortúnio é um termo definido como sendo "uma condição ou evento infeliz". Colocando as duas definições em conjunto para edifícios, a Resiliência do edifício é uma medida da capacidade do edifício para recuperar, ou ajustar-se facilmente a uma condição, evento ou corrigir uma mudança infeliz. Estas condições podem significar severas agressões ambientais, tais como edifícios em áreas costeiras, expostas a sal corrosivo e ar carregado de umidade. Outros acontecimentos fortuitos podem ser representados por desastres naturais, como terremotos, tornados e tsunamis, ou desastres causados pelo homem, como explosões e incêndios. Finalmente, a mudança poderia ser uma modificação no modo de uso do edifício.

4. METODOLOGIAS

Neste Capítulo estão descritas as Metodologias adotadas para consecução dos objetivos traçados para a presente dissertação.

4.1 AVALIAÇÃO DAS GRADES CURRICULARES DOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E DE ARQUITETURA

Para avaliar a oferta de disciplinas das grades curriculares dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura relacionadas à Sustentabilidade na Construção Civil ofertadas nas Instituições de Ensino Superior do Estado do Rio de Janeiro, foi realizado um levantamento dos Cursos Autorizados pelo MEC.

O primeiro passo consistiu na busca dos Cursos na página eletrônica do Ministério de Educação e Cultura (<https://emec.mec.gov.br/emec/nova>), consulta avançada por Curso de graduação (Engenharia Civil ou Arquitetura), no Estado do Rio de Janeiro, selecionando a opção “Cursos em Atividade”. A Figura 4.1 apresenta a primeira interface, onde foi escolhido o Estado do Rio de Janeiro.

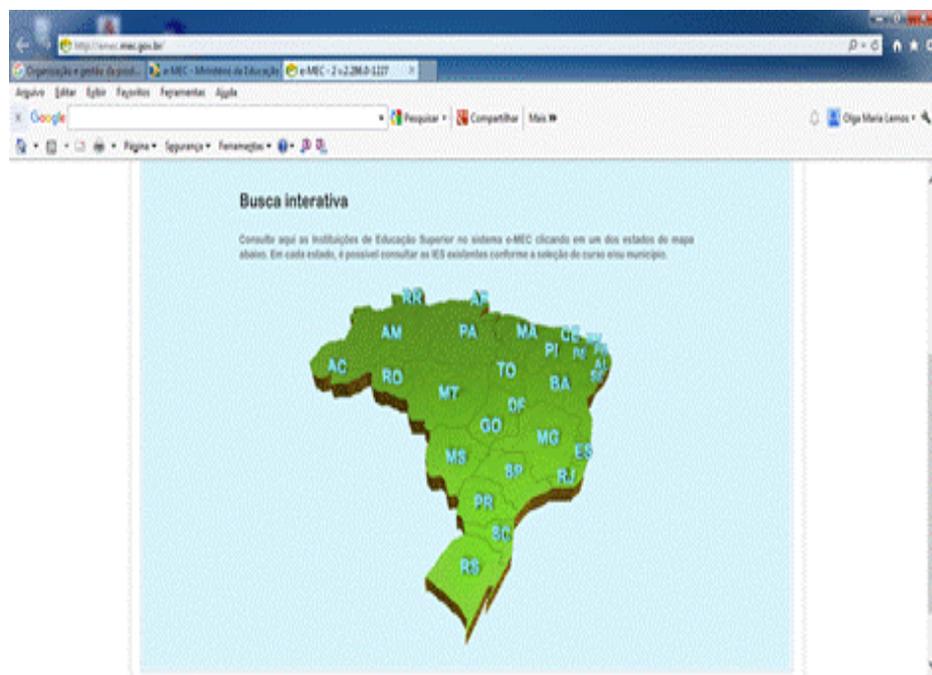


Figura 4.1: Primeira interface E-mec - Mapa da Busca Interativa
Fonte: emec.mec.gov.br

Capítulo 4: Metodologias

Selecionado o Estado do Rio de Janeiro, em seguida, o Curso de interesse, conforme a segunda interface, ilustrada na Figura 4.2.

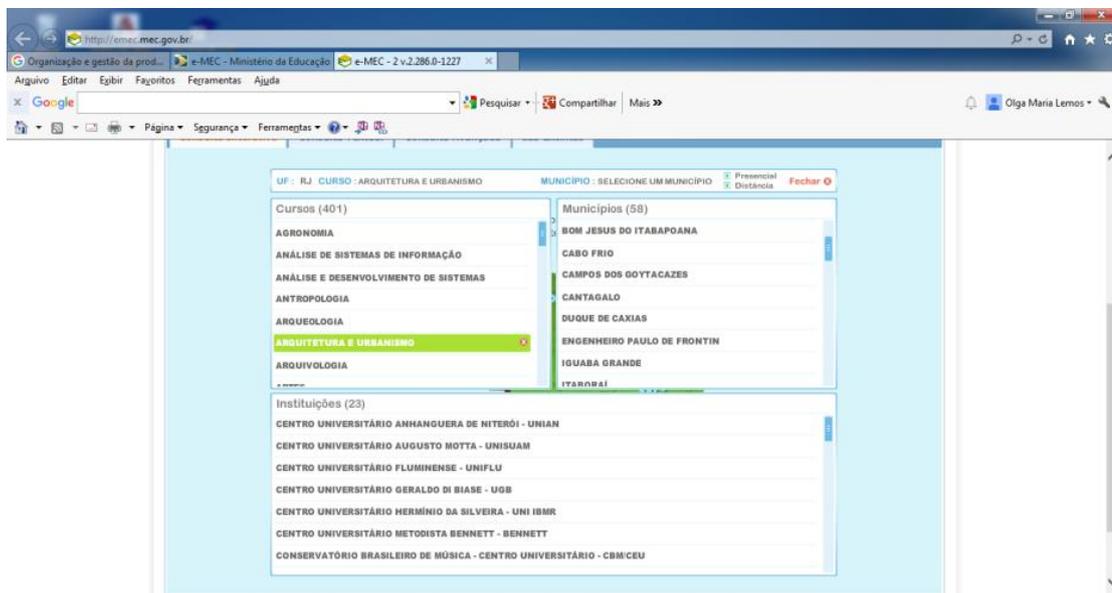


Figura 4.2: Segunda interface E-mec – Lista dos Cursos
Fonte: emec.mec.gov.br

A terceira etapa consistiu em acessar os *links* de cada IES para aceder os dados cadastrados no E-mec, como exemplificado na Figura 4.3.

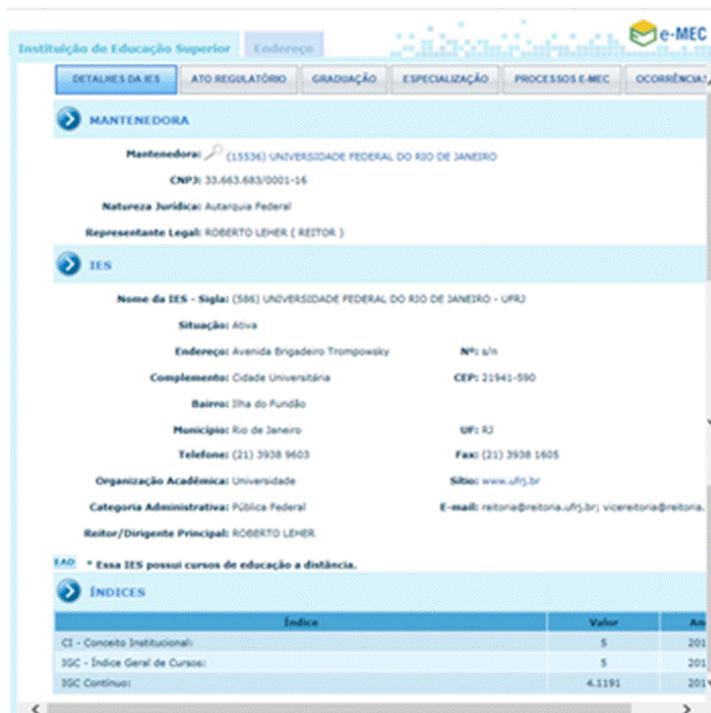


Figura 4.3: Terceira interface E-mec – Detalhamento da IES
Fonte: emec.mec.gov.br

A quarta etapa consistiu em buscar nas páginas das IES o detalhamento dos Cursos e, em alguns casos, contato por e-mail, ou por telefone com a Coordenação do Curso, para se obter maiores informações sobre o mesmo e sobre as disciplinas ofertadas, que subsidiaram a elaboração de taxonomias em níveis Macro, Meso e Micro, quando da análise dos resultados.

A partir das IES selecionadas e da análise da grade Curricular dos Cursos foi elaborada uma Planilha com os seguintes dados:

- a) nome da Instituição;
- b) localização;
- c) categoria administrativa;
- d) mantenedora;
- e) carga horária do Curso;
- f) conceito da Universidade;
- g) conceito do Curso; e
- h) disciplinas selecionadas e escopo.

Na posse dessas informações, foi dada sequência à quinta etapa, referente à análise dos resultados, que categorizou as informações em níveis Macro, Meso e Micro, com Metodologia adaptada do Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos – UFRJ. (BORSCHIVER, 2016).

No nível Macro, a classificação objetivou a caracterização das IES, empregando os critérios “Categoria Administrativa”, “Localização”, “Conceito do Curso” e “Quantidade de Disciplinas da Área Ambiental”.

Para a análise Meso, as disciplinas da Área Ambiental identificadas nos currículos foram categorizadas nas taxonomias “Ciências Ambientais/Ecologia”, “Saneamento/Recursos Hídricos”, “Gestão Ambiental”, “Impactos Ambientais”, “Legislação Ambiental” e “Construções Sustentáveis”.

Por fim, a análise Micro mostrará o detalhamento de cada taxonomia estabelecida na Análise Meso, em relação às IES.

4.2 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTORAS

Formulou-se um questionário com o objetivo de verificar o grau de utilização dos conceitos de Sustentabilidade nos empreendimentos realizados nas regiões escolhidas do Município do Rio de Janeiro. A principal motivação foi verificar se os indicadores e índices de Sustentabilidade estão sendo observados, para possibilitar uma avaliação da correlação entre atuação técnica dos profissionais envolvidos no processo e sua formação acadêmica adquirida nas IES.

O questionário, composto de cinco blocos de perguntas, integrante do apêndice B, foi encaminhado por e-mail para 34 Construtoras.

No primeiro bloco, as perguntas abordaram o tratamento de Resíduos Sólidos pela utilização das seguintes Normas:

- a) ABNT 15112:2004- Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- b) ABNT 15113:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- c) ABNT 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- d) ABNT 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos; e
- e) ABNT 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos;

O segundo bloco está relacionado com a Gestão Ambiental através da aplicação das seguintes Normas ISO:

- a) ISO 14001 –Sistema de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para Uso; e
- b) ISO 14004 - Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios Sistemas e Técnicas de Apoio.

O terceiro bloco apresenta a questão referente à intenção das Construtoras em adotar a Certificação LEED.

O quarto bloco está composto de perguntas a respeito da utilização dos princípios básicos da Construção Sustentável:

- a) aproveitar as condições naturais locais;
- b) utilizar o mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- c) implantar e analisar o entorno;
- d) não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem estar;
- e) qualidade ambiental interna e externa;
- f) fazer a gestão sustentável da implantação da obra;
- g) adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- h) usar matérias primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
- i) reduzir o consumo energético;
- j) reduzir o consumo de água;
- k) reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- l) introduzir inovações tecnológicas, sempre que possível e viável; e
- m) educar ambientalmente: conscientizar os Envolvidos no Processo.

Para finalizar, arguição sobre a utilização do Estudo do Ciclo de Vida nas fases de Concepção e Planejamento, Projeto, Execução, Comercialização, Uso e Operação e Manutenção do Empreendimento.

As respostas foram agrupadas no formato de gráficos para cada pergunta integrante do questionário.

4.3 AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NOS LANÇAMENTOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Para verificar o processo de inserção dos conceitos de Sustentabilidade no mercado imobiliário na Cidade do Rio de Janeiro, foi elaborada uma pesquisa que englobou a avaliação de lançamentos, prédios em construção e prontos para entrega das principais Construtoras, em regiões selecionadas, conforme detalhadas adiante.

Nesta fase procurou-se verificar, sob o prisma da Sustentabilidade, os empreendimentos realizados pelas Construtoras selecionadas. A principal motivação é apurar se estão sendo respeitados os indicadores e índices de Sustentabilidade, para futura correlação com a forma como estão sendo preparados os profissionais envolvidos.

Na primeira etapa da pesquisa foi realizada uma busca prévia na página eletrônica da Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário (<http://www.ademi.org.br>), sendo acessado o Comparativo Anual - 2016/2015 Mercado Imobiliário da Cidade do Rio de Janeiro, sendo selecionadas as Regiões onde se verifica a maior expansão imobiliária, a saber: Região 1, que compreende os bairros Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Vila Valqueire; e Região 6, compreendendo os bairros Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba.

Busca simples foi realizada no site www.google.com.br com a expressão “lançamentos imobiliários”, acrescida do nome do bairro para o qual se direcionava a demanda. A partir dos primeiros resultados, foram consultadas as páginas eletrônicas das Construtoras e Incorporadoras responsáveis pelos lançamentos, e em função dos indicadores de Sustentabilidade os resultados foram analisados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste Capítulo serão apresentados e discutidos os resultados, em função dos objetivos traçados, das metodologias adotadas e das questões norteadoras listadas no Capítulo 2.

5.1 AVALIAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E DE ARQUITETURA RELACIONADA AO QUESITO SUSTENTABILIDADE

Na consulta ao E-mec foram encontradas 56 IES, que ofertam 37 Cursos de Engenharia Civil e 19 Cursos de Arquitetura no Rio de Janeiro, respectivamente. No entanto, os resultados apresentados se referem a 27 Cursos de Engenharia Civil e 17 de Arquitetura, porque em algumas Instituições, embora fazendo parte do Cadastro do MEC, 12 Cursos não estão em funcionamento.

5.1.1 Análise Macro: Caracterização das Instituições de Ensino

Na Categoria Administrativa, que diz respeito se a IES é Pública ou Privada, constata-se que a maioria dos Cursos é oferecido por IES Privadas, correspondendo a 82% para Engenharia Civil e 77% para a Arquitetura, respectivamente. (Figura 5.1).

Em relação à localização geográfica (Figura 5.2), 52% das IES, que ofertam Cursos de Engenharia Civil, estão na Região Metropolitana. Já com os Cursos de Arquitetura ocorre o contrário, pois 53% das IES funcionam no interior do Estado.

A distribuição dos conceitos dos Cursos na última avaliação disponível do MEC para os Cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura estão apresentados na (Figura 5.3) e evidencia que a maior parte dos Cursos têm conceito 3. O percentual de Cursos com conceito 4 é de 30% para Engenharia Civil e 28% para Arquitetura. Com conceito 5 é 3,7% para Engenharia Civil e 5,5% para Arquitetura. Os únicos Cursos com conceito 5 são da Engenharia Civil e da Arquitetura, ambos ofertados pela UFRJ.

Deve-se ainda ressaltar que o E-mec registra que os melhores conceitos (conceitos 5 e 4) foram obtidos pelos Cursos das IES Públicas, sendo 80% para Engenharia Civil e 75% para Arquitetura, como mostra a Figura 5.4.

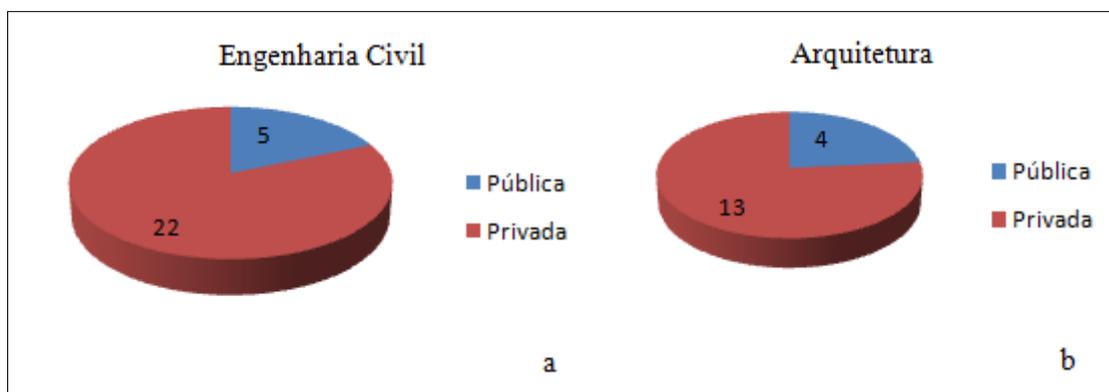


Figura 5.1: Análise Macro - Categoria Administrativa das IES
a: Engenharia Civil b: Arquitetura
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do E-mec

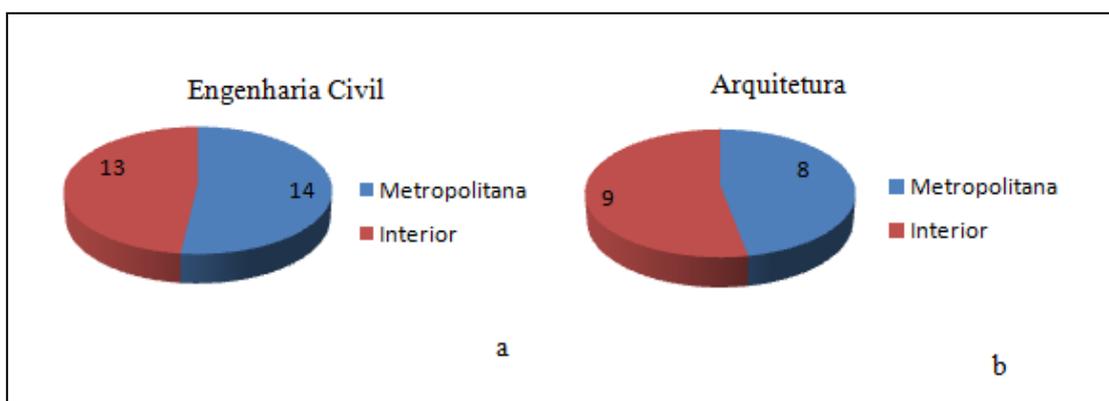


Figura 5.2: Análise Macro - Localização das IES
a: Engenharia Civil b: Arquitetura
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do E-mec (2016)

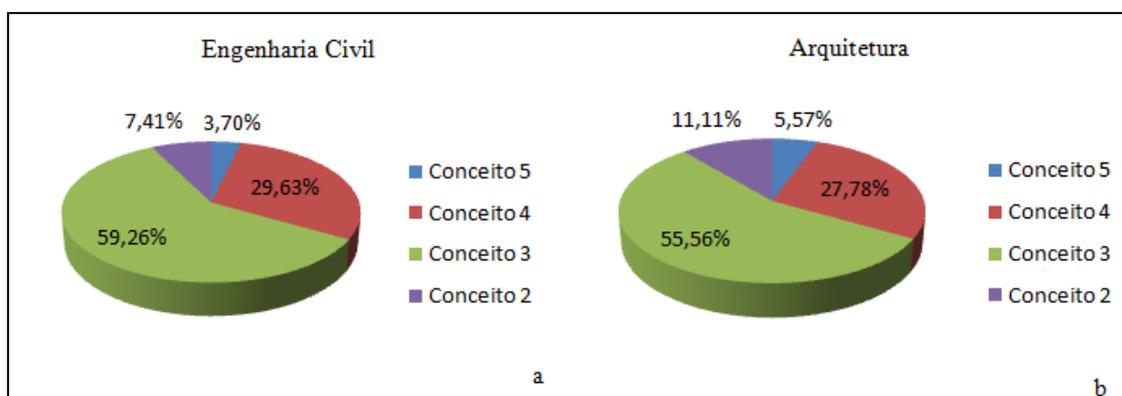


Figura 5.3: Análise Macro - Conceito dos Cursos na avaliação do MEC
a: Engenharia Civil b: Arquitetura
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do E-mec (2016)

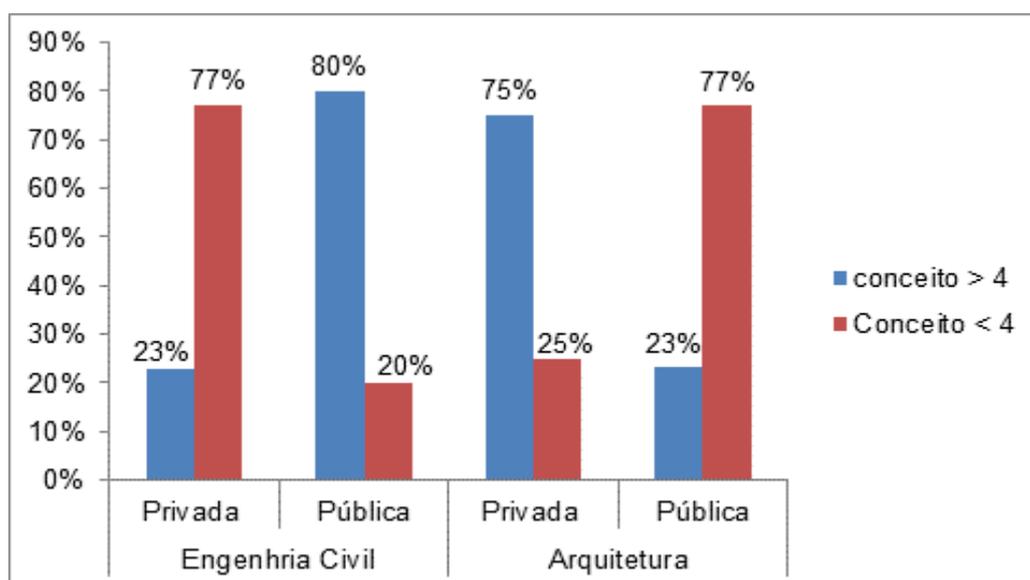


Figura 5.4: Análise Macro - Relação de Conceitos entre IES Pública e Privada
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do E-mec (2016)

A Tabela 5.1 lista a quantidade de disciplinas da Área Ambiental relacionada à quantidade de IES que as ofertam.

Tabela 5.1: Quantidade de disciplinas na Área Ambiental por Curso relacionada à quantidade de IES

Quantidade de Disciplinas	Quantidade de IES	
	Engenharia Civil	Arquitetura
10	1	0
9	1	1
7	1	0
6	0	1
5	1	1
4	2	5
3	2	2
2	6	4
1	11	1
0	2	2

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das IES

No caso da Engenharia Civil, verifica-se que cerca de 40% das IES só ofertam uma disciplina na Área Ambiental, 30% ofertam mais de duas disciplinas e dois Cursos sequer ofertam disciplinas específicas, contrariando o disposto na Resolução CNE/CES Nº 11, de 11 de março de 2002, que institui

que Ciências Ambientais são conteúdo obrigatório. Por outro lado, destacam-se os Cursos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), com conceitos 5, 3 e 4, respectivamente na avaliação do MEC, com 10, 10 e sete disciplinas respectivamente.

Ainda como mostrado na Tabela 5.1, no caso da Arquitetura, a situação é distinta, onde em 58% dos Cursos são disponibilizadas acima de duas disciplinas da Área Ambiental. No entanto, aqui também se verifica que dois Cursos não oferecem disciplinas específicas, o que contraria a Resolução CNE/CES Nº 2, de 17 de junho de 2010. Destacam-se os Cursos da UFRJ, da Universidade Federal Fluminense (UFF) e da Faculdade Redentor (Fac Redentor), com conceitos 5, 4 e 4, respectivamente, na avaliação do MEC, com nove, seis e cinco disciplinas, respectivamente.

Apesar de os Cursos analisados, salvo poucas exceções, ofertarem disciplinas da Área Ambiental, como definido em suas respectivas DCN, apenas essa análise não fornece elementos suficientes para concluir que o quesito “Sustentabilidade na Construção Civil” esteja adequadamente contemplado. Assim, foi feita uma análise das ementas das disciplinas, com posterior categorização dos *drivers* (taxonomias) relacionados ao foco das mesmas, conforme apresentado e discutido a seguir, na Análise Meso.

5.1.2 Análise Meso: Taxonomias - Foco das Disciplinas

De acordo com o seu foco principal, as disciplinas da Área Ambiental identificadas nos currículos de Engenharia Civil e de Arquitetura foram categorizadas nas taxonomias:

- a) ciências ambientais/ecologia: engloba os aspectos de poluição ambiental, sistema de gestão ambiental, segurança ambiental e riscos ambientais. análise;
- b) saneamento/recursos hídricos: define o setor e sistemas de saneamento ambiental, gestão dos serviços, saúde pública;

- c) impactos ambientais: conteúdos ligados a Estudos de Impactos Ambientais - EIA e Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), além de aplicação de métricas;
- d) legislação ambiental: relacionada ao conjunto de leis, regulamentos e normas relacionadas com impactos ambientais, ocupação de solo e aproveitamento de recursos naturais; e
- e) construções sustentáveis: diz respeito à aplicação das premissas de Sustentabilidade aos projetos de Engenharia e de Arquitetura.

Para esta análise, as IES foram divididas em dois grupos: o primeiro grupo considerou os Cursos que ofertam três ou mais disciplinas na área ambiental nos seus currículos e o segundo, Cursos que ofertam menos de três disciplinas. Verifica-se, a partir da análise da Figura 5.5, que a maioria dos Cursos de Arquitetura estão no Grupo I, que apresenta mais de três disciplinas. Esta análise dos Grupos I e II será detalhada a seguir. Isto sinaliza que, aparentemente, os Cursos de Arquitetura têm uma abordagem mais consistente no que tange à Área Ambiental.

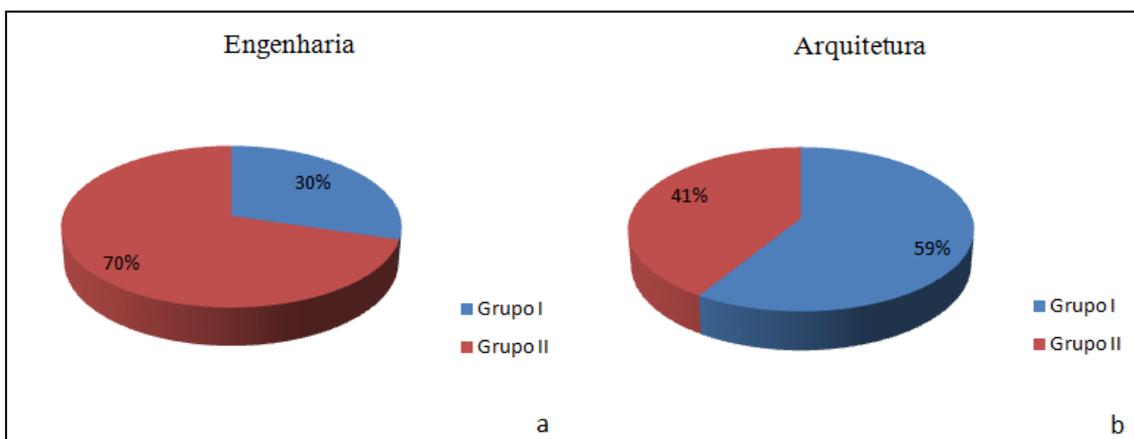


Figura 5.5: Análise Meso – Distribuição das Oferta de Disciplinas nos Grupo I (acima de três disciplinas) e Grupo II (menos de três disciplinas)
a: Engenharia Civil b: Arquitetura

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

A Figura 5.6 aponta a distribuição da quantidade de Cursos que oferecem disciplinas de acordo com as taxonomias estabelecidas para o Grupo I, que apresenta um total de oito Cursos de Engenharia Civil e 10 de Arquitetura.

Observa-se que disciplinas com escopo de “Ciências Ambientais/Ecologia” ocorrem em 88% dos Cursos de Engenharia Civil e em 80% dos Cursos de Arquitetura, das IES analisadas. Porém, no que tange ao quesito “Construções Sustentáveis”, percebe-se, nitidamente, que a abordagem é mais intensiva nos Cursos de Arquitetura. Todos os Cursos de Arquitetura que lecionam acima de três disciplinas abordam as Construções Sustentáveis, ao passo que, para os Cursos de Engenharia Civil, 38% dos Cursos não contemplam esse quesito.

Adicionalmente, apenas quatro Cursos de Engenharia Civil abordam “Impactos Ambientais” e nenhum Curso de Arquitetura analisa esse aspecto, que é de suma importância no que diz respeito aos impactos ambientais decorrentes da intervenção humana.

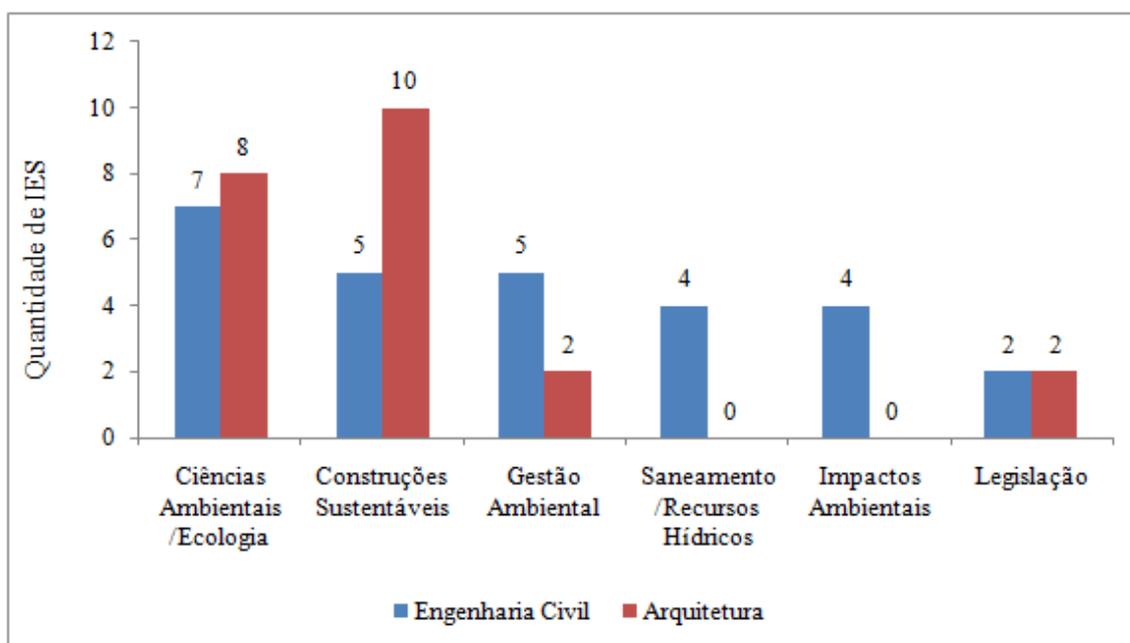


Figura 5.6: Análise Meso - Grupo I - Foco das disciplinas ofertadas para Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

O Grupo II compreende 19 Cursos de Engenharia Civil e 7 de Arquitetura, respectivamente. Na Figura 5.7 observa-se que disciplinas com escopo de “Ciências Ambientais/Ecologia” são ofertadas em 50%, “Gestão Ambiental” em 40% e “Construções Sustentáveis” em apenas 27% dos Cursos de Engenharia Civil das IES analisadas. Nos Cursos de Arquitetura, 72% apresentam disciplina com escopo de “Construções Sustentáveis”, seguindo a

mesma tendência do Grupo 1, em que o quesito “Construções Sustentáveis” está mais presente em Cursos de Arquitetura do que na Engenharia Civil.

A partir da Análise dos Grupos I e II, pode-se inferir que a abordagem da Área Ambiental difere, quando se compara a formação de Engenheiros Cívicos e Arquitetos, na Região analisada. Nos Cursos de Arquitetura, o quesito “Construções Sustentáveis” tem uma abordagem mais presente, ao passo que em muitos Cursos de Engenharia a formação na Área Ambiental contempla aspectos mais gerais de Ciências Ambientais e Ecologia. Por outro lado, nos Cursos de Arquitetura “Impactos Ambientais” não são abordados, enquanto “Legislação” está inserida em apenas dois Cursos. Ainda verifica-se que esses quesitos são abordados de forma incipiente nos Cursos de Engenharia Civil.

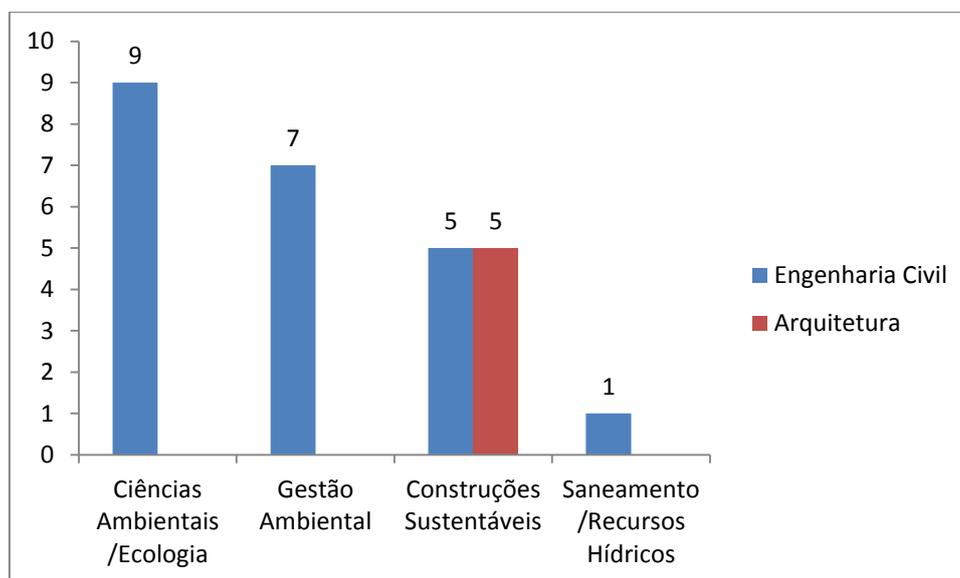


Figura 5.7: Análise Meso - Grupo II - Foco das disciplinas ofertadas para Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

5.1.3 Análise Micro: Detalhamento das Taxonomias Meso

Nesta análise é feito o detalhamento do número de disciplinas ofertadas por IES, considerando as taxonomias da Análise Meso.

A Tabela 5.2 mostra os resultados para o Grupo I dos Cursos de Engenharia Civil. Na taxonomia “Construções Sustentáveis”, se destacam a UFRJ e a UFF com cinco e três disciplinas, respectivamente. Por outro lado,

CEFET-RJ e PUC-Rio, apesar de disponibilizarem um número expressivo de disciplinas, não apresentam foco nessa taxonomia, corroborando a reflexão de que o fato de um Curso oferecer um número alto de disciplinas da Área Ambiental não implica que o item “Sustentabilidade na Construção Civil” esteja com seu conteúdo suficientemente contemplado.

Outra constatação importante é que as IES que mais disponibilizam disciplinas voltadas para “Construções Sustentáveis” em Cursos de Engenharia Civil, UFRJ e UFF, são Públicas e tem conceito alto, 5 e 4, respectivamente.

A Tabela 5.3 retrata os resultados para o Grupo 1 dos Cursos de Arquitetura. Na taxonomia “Construções Sustentáveis”, se destacam a UFRJ, o IF Fluminense e a UFRRJ, com cinco, quatro e três disciplinas, respectivamente. Este mesmo resultado contempla os Cursos de Engenharia Civil. No caso da Arquitetura, as IES que se destacam são Públicas. Nas Instituições Privadas, destacam-se a PUC-Rio e a Fac Redentor, ambas com três disciplinas.

Tabela 5.2: Análise Micro - Grupo I - Oferta de disciplinas por IES – Engenharia Civil

IES	Ciências Ambientais/ Ecologia	Construções Sustentáveis	Gestão Ambiental	Impactos Ambientais	Saneamento/ Recursos Hídricos	Legislação	Total
UFRJ	1	5	3	0	1	0	10
CEFET/RJ	2	0	4	1	1	1	9
PUC-RIO	4	0	0	2	0	1	7
UFF	1	3	1	0	0	0	5
Fac Redentor	2	1	0	0	1	0	4
UNIFOA	0	0	1	1	2	0	4
CNEC	1	1	1	0	0	0	3
UCP	1	1	0	1	0	0	3

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; CEFET/RJ: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca; PUC-RIO: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; UFF: Universidade Federal Fluminense; Fac Redentor: Faculdade Redentor; UNIFOA: Universidade Fundação Oswaldo Aranha; CNEC: Faculdade Cenecista; UCP: Universidade Católica de Petrópolis.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

Tabela 5.3: Análise Micro - Grupo I - Oferta de disciplinas por IES – Arquitetura

IES	Ciências Ambientais/ Ecologia	Construções Sustentáveis	Gestão Ambiental	Impactos Ambientais	Saneamento/ Recursos Hídricos	Legislação	Total
UFRJ	2	5	1	0	0	1	9
UFF	3	2	1	0	0	0	6
Fac Redentor	1	3	0	0	0	1	5
IF Fluminense	0	4	0	0	0	0	4
ITCSAS /CENSA	2	2	0	0	0	0	4
PUC-RIO	1	3	0	0	0	0	4
UFRRJ	1	3	0	0	0	0	4
UVA	3	1	0	0	0	0	4
UNESA	3	0	0	0	0	0	3
FISS	2	1	0	0	0	0	3

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; UFF: Universidade Federal Fluminense; Fac Redentor: Faculdade Redentor; IF Fluminense: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense; ITCSAS /CENSA: Instituto Tecnológico e das Ciências Sociais Aplicadas e da Saúde do Centro Educ. N. Sr^a Auxiliadora; PUC-RIO: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; UFRRJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; UVA; Universidade Veiga de Almeida; UNESA: Universidade Estácio de Sá; FISS: Faculdades Integradas Silva e Souza.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

A Tabela 5.4 expõe os resultados do Grupo II dos Cursos de Engenharia Civil, composto majoritariamente por Instituições Privadas. Na taxonomia “Construções Sustentáveis”, apenas cinco IES apresentam foco nessa taxonomia, com uma disciplina, representando 26% das IES desse grupo. O foco principal das Instituições do Grupo II se refere às taxonomias “Ciências Ambientais/Ecologia” e “Gestão Ambiental”.

A Tabela 5.5 exhibe os resultados para o Grupo II dos Cursos de Arquitetura, composto somente por Instituições Privadas. Verifica-se que todas as IES estão focadas na taxonomia “Construções Sustentáveis”.

Algumas questões se sobressaem no que diz respeito à formação das carreiras de Ensino Superior que atuam diretamente no Setor da Construção Civil (Engenharia Civil e Arquitetura). A Análise Macro permite constatar que 82% dos Cursos de Engenharia Civil e 77% de Arquitetura são ofertados por IES Privadas. Por outro lado, apresenta-se evidente que as IES Públicas são aquelas que apresentam maior número de disciplinas voltadas para “Construções Sustentáveis”. Então surgem algumas perguntas: “Será que as Universidades estão, de fato, preparando adequadamente os profissionais para que, efetivamente, sejam realizados projetos de construções que observem premissas de Sustentabilidade?”; “Como levar para o mercado de trabalho (Construtoras) estas premissas sem uma preparação adequada dos profissionais envolvidos?” “O produto final (Empreendimentos) que chega ao consumidor está acompanhando a tendência mundial de Sustentabilidade?”.

Certamente, são perguntas que suscitam reflexões sobre a importância do papel das Universidades, sob o prisma de Ensino de Graduação, para a formação de profissionais realmente capacitados para atuar em projetos de Construções Sustentáveis.

Tabela 5.4: Análise Micro - Grupo II - Oferta de disciplinas por IES – Engenharia Civil

IES	Ciências Ambientais/ Ecologia	Construções Sustentáveis	Gestão Ambiental	Impactos Ambientais	Saneamento / Recursos Hídricos	Legislação	Total
UBM	1		1				2
FCRO	1		1				2
FER	1				1		2
FASAP	1	1					2
UNIVERSO	1	1					2
USS	1	1					2
UNIAN			1				1
UNISUAM			1				1
UGB	1						1
IBMEC			1				1
FESM			1				1
UCB		1					1
UERJ			1				1
UNIGRANRIO		1					1
UNESA	1						1
UENF			1				1
UNIG	1						1
USU							0
UVA							0

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

Tabela 5.5: Análise Micro - Grupo II - Oferta de disciplinas por IES – Arquitetura

IES	Ciências Ambientais/ Ecologia	Construções Sustentáveis	Gestão Ambiental	Impactos Ambientais	Saneamento/ Recursos Hídricos	Legislação	Total
UNIFLU		2					2
UGB		2					2
UCP		2					2
UNIGRANRIO		2					2
UNISUAM		1					1
UNIAN							0
USU							0

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados das grades curriculares dos Cursos

5.2 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTORAS

Esta fase da pesquisa objetivou verificar, sob o prisma da Sustentabilidade, as práticas adotadas pelas Construtoras selecionadas. A principal motivação foi verificar se estão sendo respeitados os indicadores e índices de Sustentabilidade, para futura correlação com a forma como estão sendo preparados os profissionais envolvidos.

O questionário foi encaminhado por e-mail para 34 Construtoras e respondido apenas por nove delas. As respostas recebidas, conforme tabulação no apêndice 2, foram analisadas e os resultados são apresentados a seguir.

O primeiro bloco de perguntas se referiu à “**Avaliação de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil – aplicação das Normas ABNT**” e os resultados são mostrados nas Figuras de 5.8 a 5.12.

A Figura 5.8 mostra que as Construtoras pesquisadas observam os requisitos de triagem e controle de recebimento dos resíduos de pequenos volumes nas áreas de transbordo e triagem de resíduos durante as fases de Projeto, Implantação e Operação.

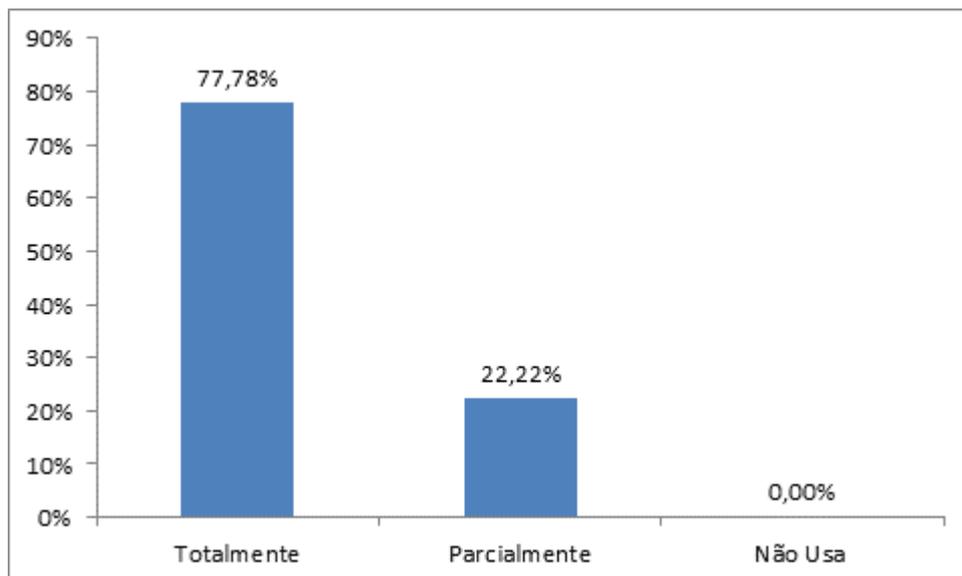


Figura 5.8: Norma ABNT 15112:2004 - Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Como mostrado na Figura 5.9, verifica-se que 1/3 das Construtoras ainda não observa totalmente as áreas de aterros, onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos sólidos e inertes ao solo, o que pode promover danos à saúde pública e ao meio ambiente.

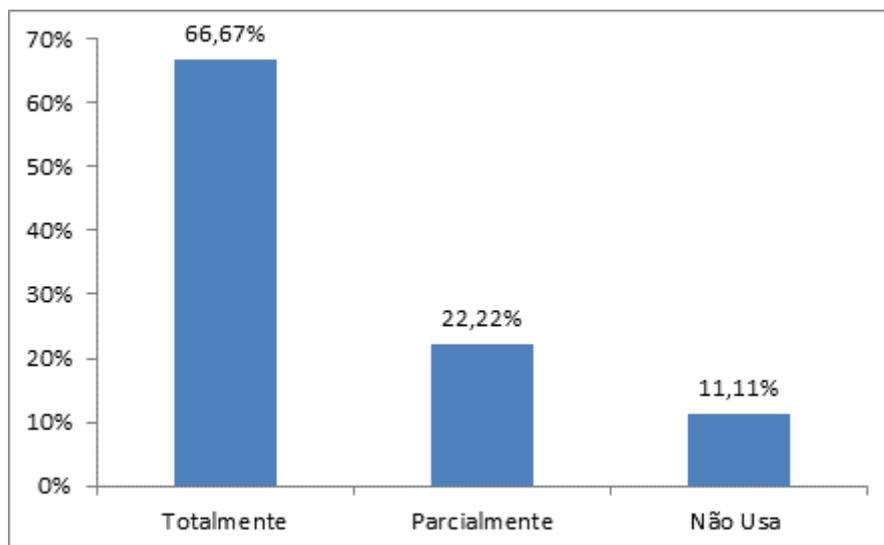


Figura 5.9: Norma ABNT 15113:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Na Figura 5.10 verifica-se que a maioria das Construtoras observa a Norma, quanto a áreas de reciclagem para resíduos sólidos nas diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.

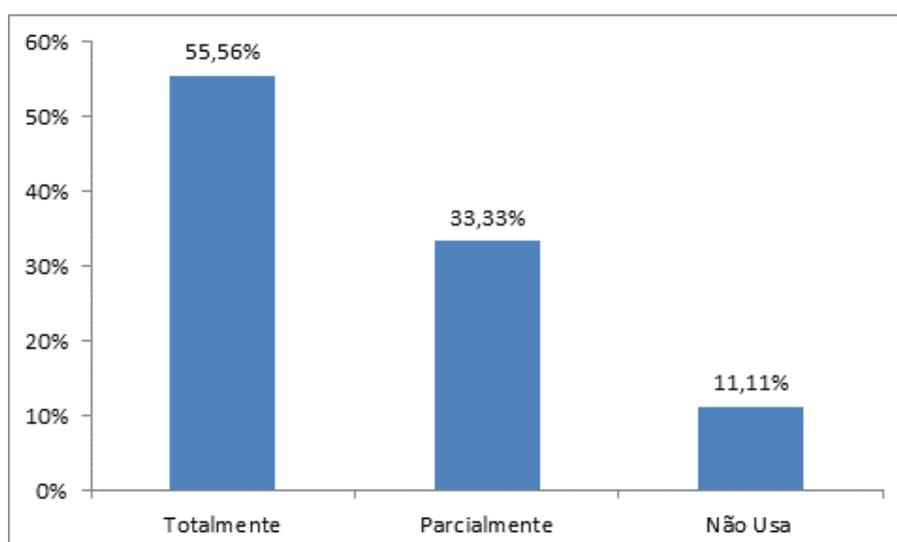


Figura 5.10: Norma ABNT 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Da análise da Figura 5.11 depreende-se que grande parte das Construtoras não observa os procedimentos para execução de camadas de pavimentação, utilizando agregados reciclados de resíduos sólidos.

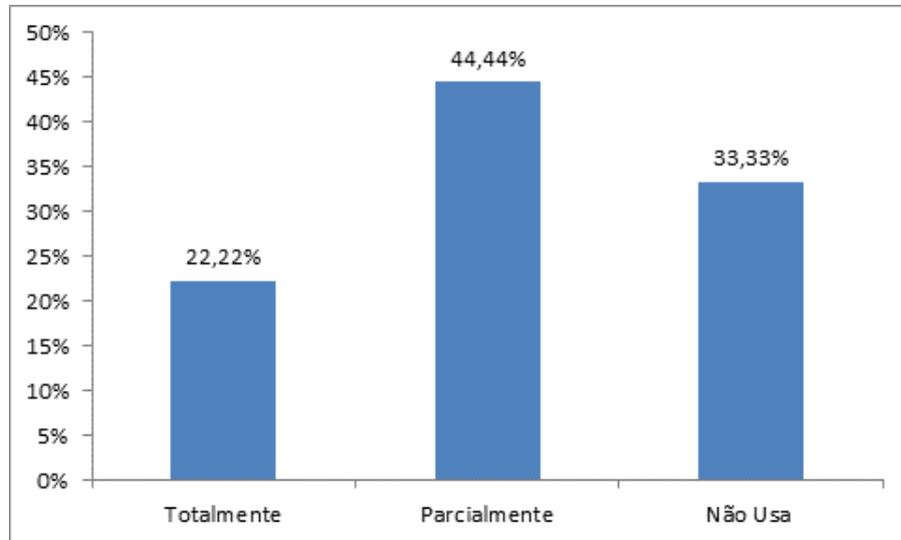


Figura 5.11: Norma ABNT 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.12 mostra que a maioria das Construtoras não utiliza a prática para “Agregados reciclados de resíduos sólidos na Construção Civil, para pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural”. Essa norma, associada ao quesito “Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos”, caso fosse aplicada, poderia gerar economia no Projeto, em especial na pavimentação de áreas de estacionamento ou parqueamento e, ainda, no calçamento de áreas de lazer, além de diminuir o passivo ambiental da obra.

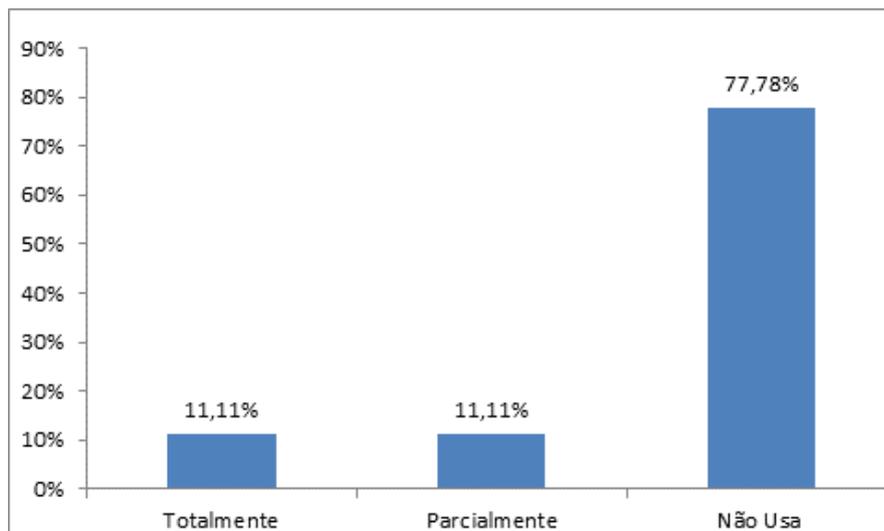


Figura 5.12: Norma ABNT 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A análise do conjunto das Figuras de 5.8 a 5.12 denota a tendência de que as Empresas da Área de Construção Civil já se preocupam com a disposição dos resíduos de pequeno porte e estão evoluindo para os resíduos que merecem maior atenção para a sua disposição. Verifica-se também a observância de cuidados no armazenamento de resíduos que podem ser aproveitados para a reciclagem. Contudo, ainda se apresentam inseguros em relação ao uso da reciclagem destes materiais. Nesta primeira fase, somente aproveitam a reciclagem para camadas de pavimentação. Pode-se então aferir que em uma segunda etapa iniciarão um maior aproveitamento de reciclagem para a utilização em pavimentação e preparo de concreto.

O segundo bloco de perguntas referiu-se à utilização da NBR ISO 14001, Sistema de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para Uso e ISO 14004, Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio.

A Figura 5.13 indica que a grande maioria das Construtoras não observa a Certificação ISO 14.001, no tocante à gestão ambiental nas especificações e diretrizes para uso. Isto pode ser atribuído, provavelmente, ao fato de ser muito dispendioso manter Departamentos responsáveis pelo gerenciamento dos aspectos

e impactos ambientais, além de não se dispor de recursos humanos com formação, conhecimento, expertise para traduzir em termos pragmáticos a extensa e complexa legislação brasileira.

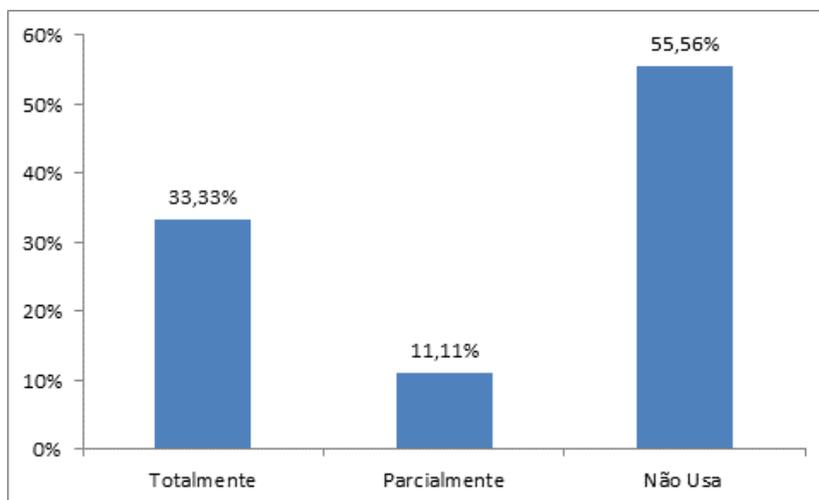


Figura 5.13: Utilização da Certificação ISO 14001 de Sistema de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para Uso

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Os resultados concernentes à aplicação da ISO 14004, representada na Figura 5.14, demonstram uma total dúvida das Construtoras sobre a conveniência de aplicar essa Norma. O percentual de 11,11 % referente àquelas que utilizam parcialmente a referida Norma poderia vir a definir no futuro o percentual mais apropriado para a utilização total, ou para a porcentagem das que não a usam.

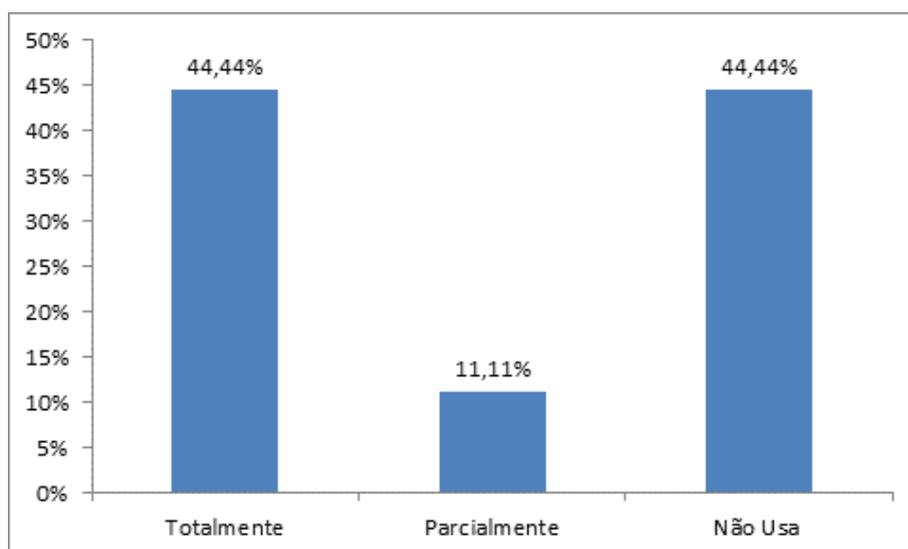


Figura 5.14: Aplicação da ISO 14004 de Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A comparação das Figuras de 5.13 e 5.14 evidencia a existência de Empresas que, embora não utilizem a Norma 14001, cuja finalidade é obter a Certificação, fazem uso da Norma 14004, que tem como objetivo orientar para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão ambiental.

Esse resultado pode apontar que algumas Empresas reconhecem que, mesmo sem a Certificação, o estabelecimento de um Sistema de Gestão Ambiental pode carrear benefícios para o negócio.

O terceiro bloco de questões, com apenas uma pergunta, teve a finalidade de apurar se a Construtora tem ou pretende adotar a Certificação LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* (Liderança em Energia e *Design* Ambiental)

A análise da Figura 5.15 sinaliza que, a considerar que a minoria das Construtoras consultadas pretende adotar a certificação LEED, ainda há um longo caminho a percorrer para que esse fato prevaleça. Provavelmente, isso pode ser associado à circunstância de que o tempo de implantação da Certificação LEED no Brasil ainda é relativamente exíguo.

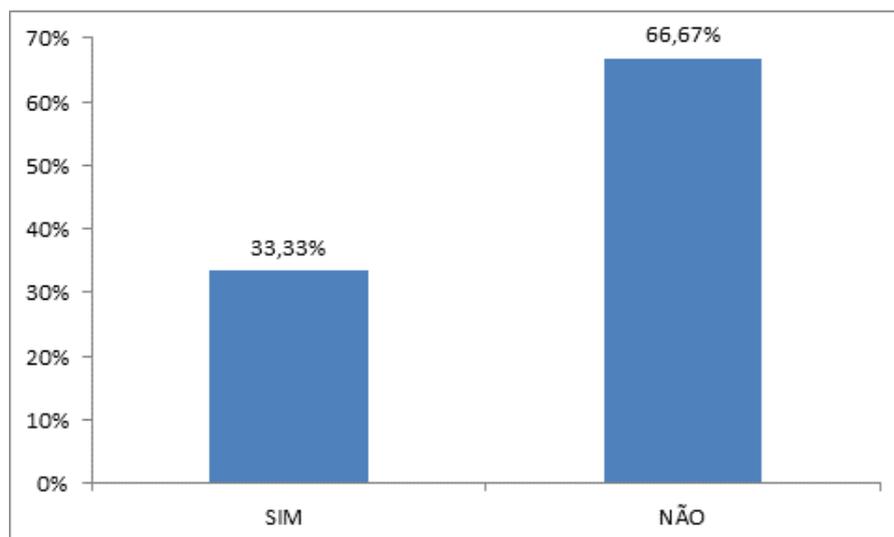


Figura 5.15: Possui ou tem a intenção de adotar a Certificação LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* (Liderança em Energia e *Design* Ambiental)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa

O quarto bloco de perguntas, cujos resultados são apresentados nas Figuras de 5.16 a 5.28, se referiu à adoção dos princípios básicos da Construção Sustentável.

A Figura 5.16 mostra que a maioria tende a aproveitar as condições naturais locais, no que se refere à claridade da luz e ventilação na busca da Sustentabilidade.

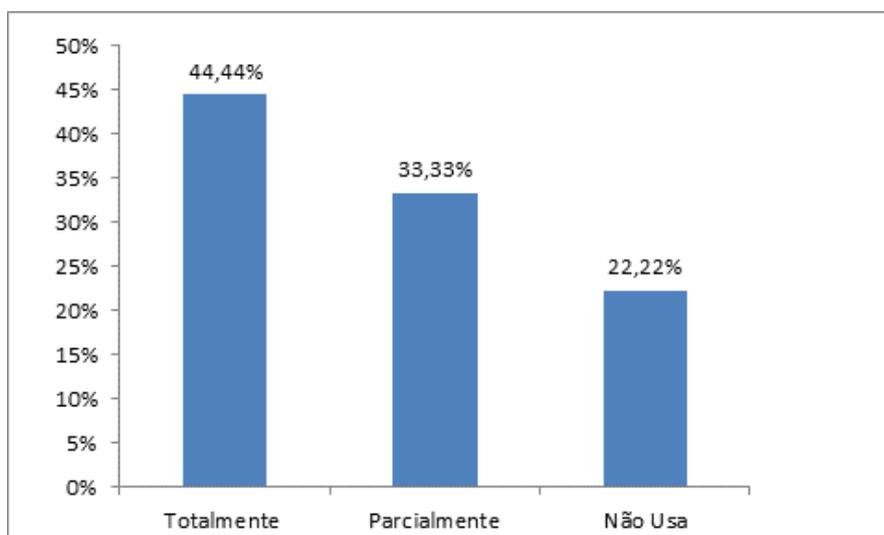


Figura 5.16: Aproveitar as condições naturais locais
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

O gráfico da Figura 5.17 demonstra que não existe preocupação por parte do empreendedor em utilizar o mínimo de área de terreno e integrar-se ao ambiente natural, porque o fator lucro está diretamente ligado à maior quantidade de unidades construídas, fato que depende da utilização de áreas maiores.

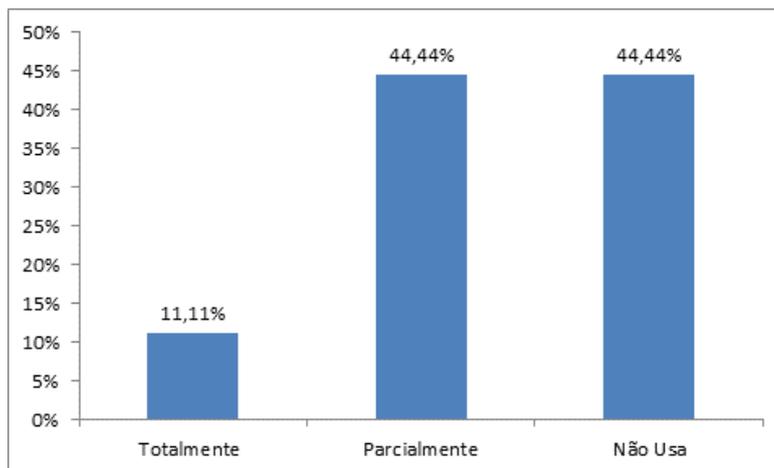


Figura 5.17: Utilizar o Mínimo de Terreno e Integrar-se ao Ambiente Natural
 Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.18 aponta que a maioria das Construtoras apresenta a tendência de utilizar práticas adequadas no momento de implantar o Projeto e analisar o entorno, até porque esta etapa permite às Construtoras proceder a diversas modificações na fase de projeto, vislumbrando oferecer atrativos para o consumidor.

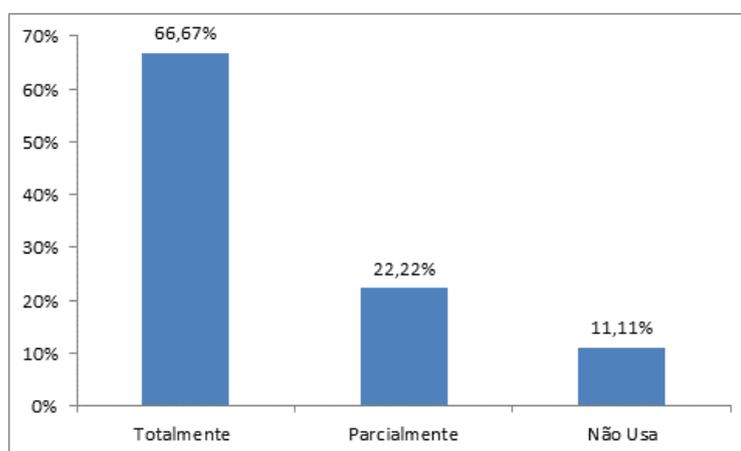


Figura 5.18: Implantar e Analisar o Entorno
 Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Percebe-se, na Figura 5.19, que a maior parte das Construtoras trata do assunto “não provocar ou reduzir impactos no entorno” com muito zelo, provavelmente porque este item poderá ser divulgado posteriormente nas propagandas de venda dos empreendimentos. O percentual de 22,22 % das Construtoras que não usam o referido expediente deve representar o segmento das que desenvolvem sua atividade em projetos considerados “sociais”, do tipo PMCMV, em que o fator preponderante observado é o custo mínimo.

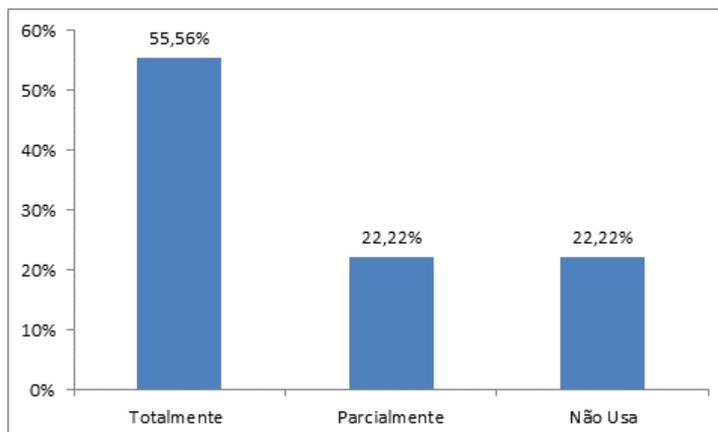


Figura 5.19: Não Provocar ou Reduzir Impactos no Entorno – Paisagem, Temperaturas e Concentração de Calor, Sensação de Bem Estar
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.20 ilustra que um percentual consistente das Construtoras observa práticas para preservar a qualidade ambiental interna e externa, que é um fator atrativo na comercialização do empreendimento.

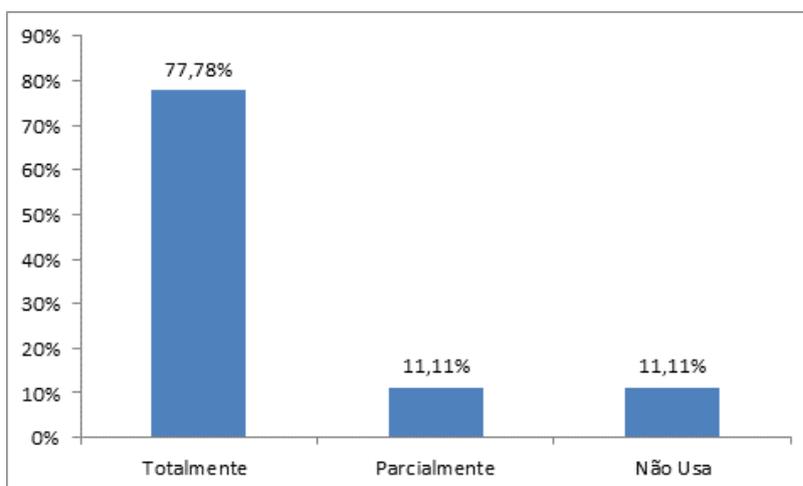


Figura 5.20: Qualidade Ambiental Interna e Externa
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.21 sinaliza que a maioria das Construtoras desempenha uma gestão Sustentável na implantação da obra.

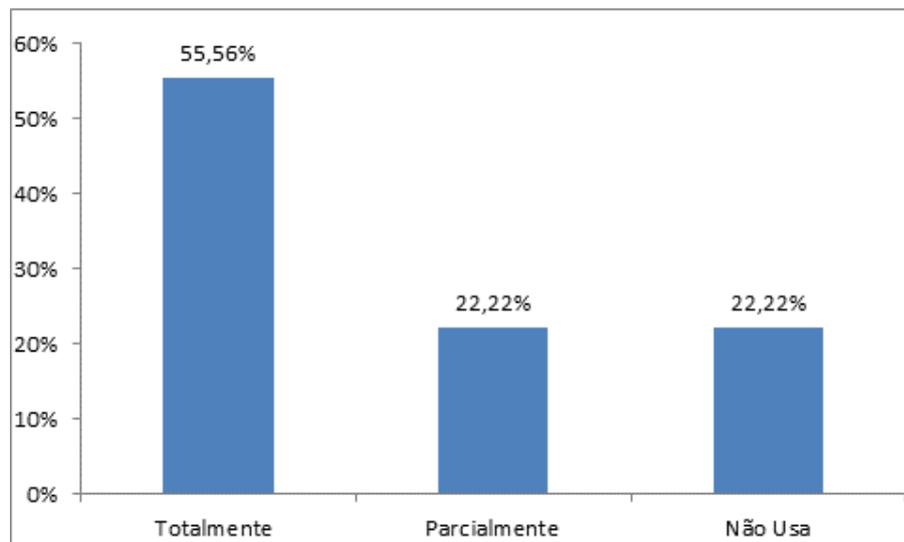


Figura 5.21: Fazer a Gestão Sustentável da Implantação da Obra
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Conforme mostrado na Figura 5.22, verifica-se que a maioria das Construtoras procura se adaptar às necessidades atuais e futuras dos usuários, sendo que apenas 22,22% não denotam esta preocupação. Esse fato pode ter relação direta com as pesquisas que são realizadas por seus Departamentos de *Marketing*, responsáveis pela viabilização comercial dos empreendimentos.

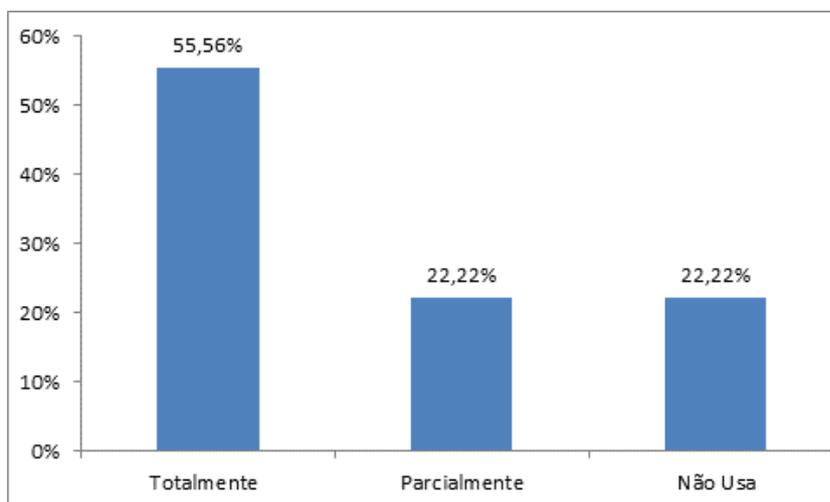


Figura 5.22: Adaptar-se às Necessidades Atuais e Futuras dos Usuários
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.23 revela a pouca utilização de matérias primas que contribuam para a eco-eficiência do processo, o que pode estar relacionado à influência exercida pelos fatores econômicos e financeiros. As Construtoras, via de regra, optam pelo menor custo financeiro para a execução de seus projetos.

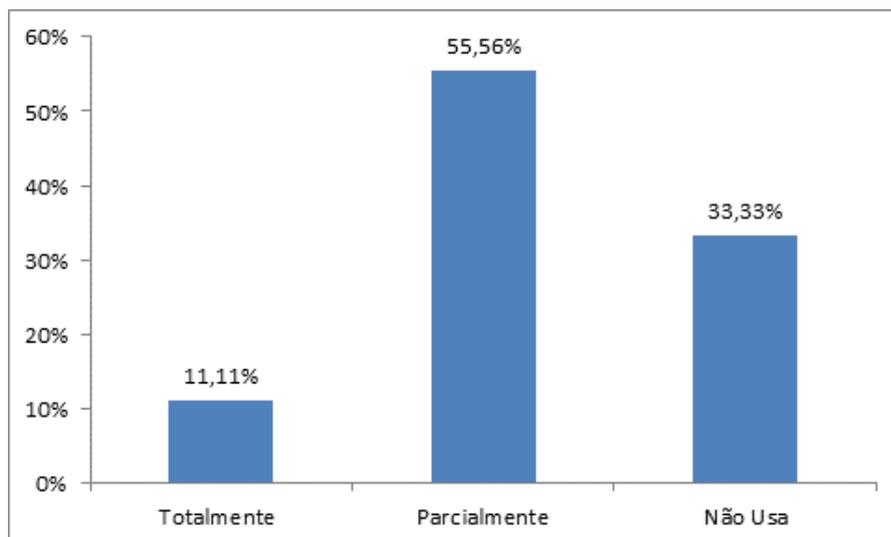


Figura 5.23: Usar Matérias Primas que Contribuem com a Eco-Eficiência do Processo
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.24 mostra a tendência da maioria das Construtoras utilizar práticas de economia para reduzir o consumo energético, tendo em vista o alto custo da energia elétrica na composição dos dispêndios.

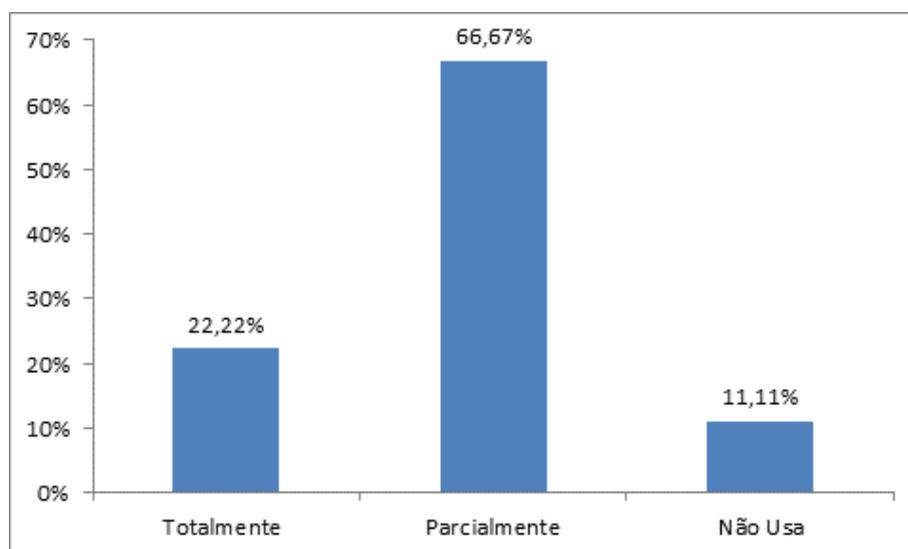


Figura 5.24: Reduzir o Consumo Energético
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.25 mostra o alto índice encontrado na pesquisa realizada no sentido de economizar água, seja total ou parcialmente, porquanto existe uma situação de seca verificada nos reservatórios do País, fator importante que compromete e mostra a vulnerabilidade do sistema de abastecimento, dependente da incidência regular de chuvas.

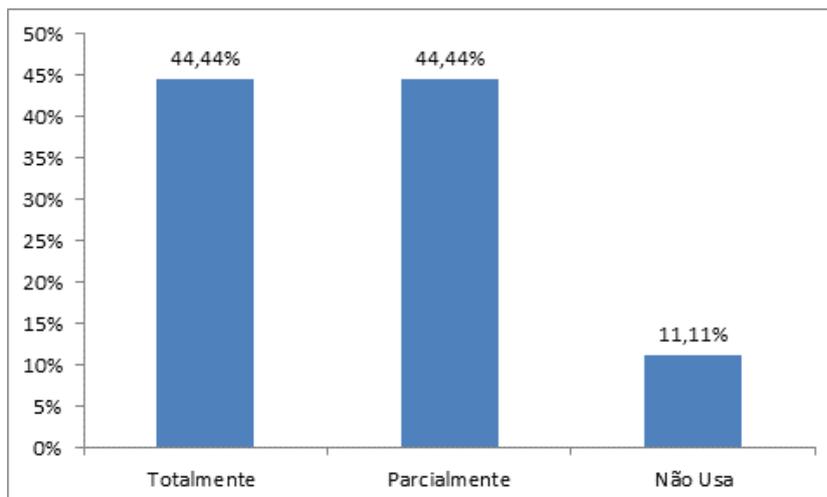


Figura 5.25: Reduzir o Consumo de Água
 Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Economizar em um item de consumo substancial é o que prepondera na análise da Figura 5.26, pois se verifica a forte tendência em reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos.

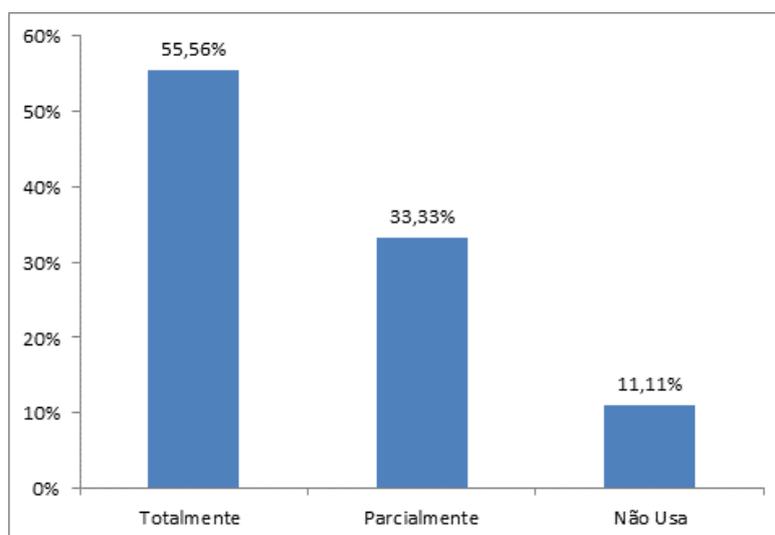


Figura 5.26: Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Dispor Corretamente os Resíduos Sólidos
 Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A maioria das Construtoras, conforme indica a Figura 5.27, busca introduzir inovações tecnológicas, seja de forma total ou parcial, tendo em vista a importância de diminuir custos financeiros, como também de apresentar novidades tecnológicas. Essa prática poderia se constituir em um diferencial junto ao consumidor final, uma vez que “Inovações Tecnológicas” podem ter grande apelo comercial.

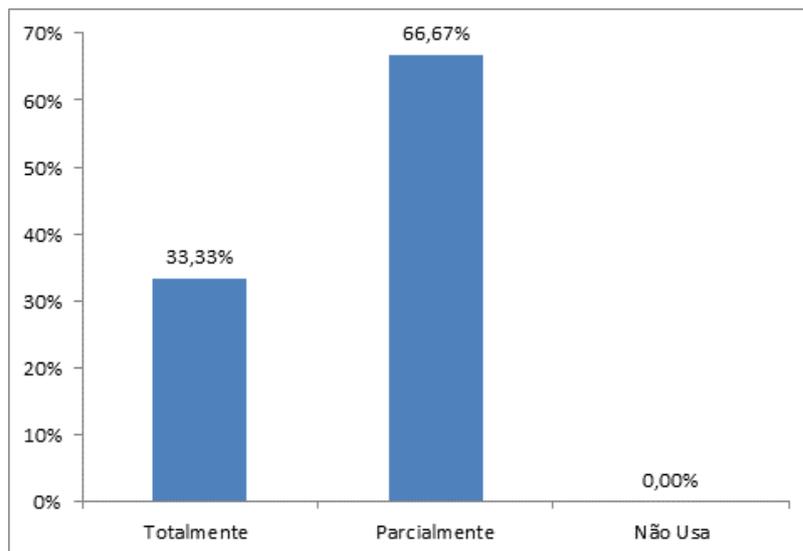


Figura 5.27: Introduzir Inovações Tecnológicas, Sempre que Possível e Viável
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A Figura 5.28 aponta uma leve tendência de se considerar a importância do quesito “Educar Ambientalmente: Conscientizar os Envolvidos no Processo”. O resultado ocorre por causa da insuficiente disponibilidade de informações oriundas da área de educação, responsável pelo assunto.

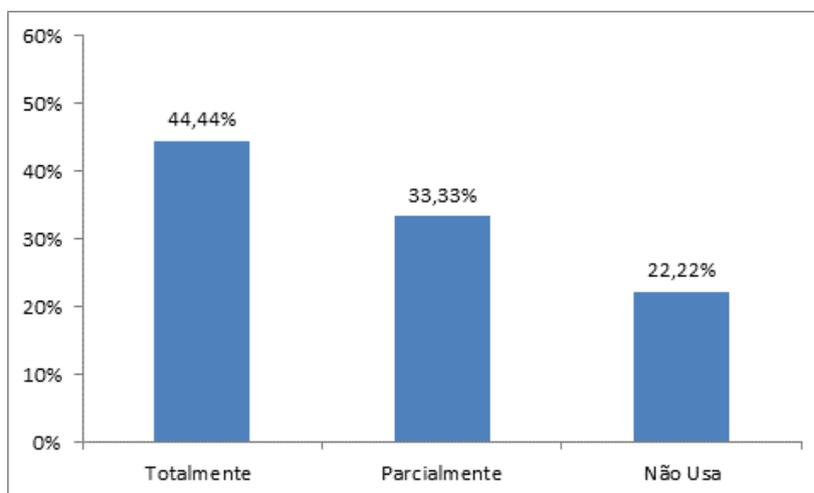


Figura 5.28: Educar Ambientalmente: Conscientizar os Envolvidos no Processo na Concepção e Planejamento
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Na análise global desse bloco de perguntas, que se refere à adoção dos princípios básicos da Construção Sustentável, conclui-se que estão sendo aplicados pela maioria das Construtoras consultadas, no que concerne a aproveitar as

condições naturais, redução de luz e energia, gestão Sustentável e manipulação de resíduos.

Com relação à implantação de uma gestão Sustentável, verifica-se uma maior maturação devido à existência da consolidação deste processo iniciado a partir da implantação da Gestão de Qualidade.

No entanto, o Setor negligencia no que se refere ao uso de materiais que contribuam para a eco-eficiência, ao uso da área construída integrada ao ambiente e, principalmente, a Construção Civil sofre por causa da ineficiência do processo de educação dos envolvidos, que evolui lentamente. Essa tendência pode ser direcionada para uma análise de custo no momento presente (Projeto e Execução da Obra), sem se aprofundar em analisar o Ciclo de Vida do empreendimento, porque os custos iniciais se diluiriam ao longo do processo. Tal fato também pode estar relacionado à necessidade de educação ambiental, para que o consumidor se disponha a arcar com os acréscimos no custo do empreendimento, desde que seja esclarecido que, com o passar dos anos, o investimento poderá se transformar em economia nas contas de energia ou água e, ainda, nas cotas condominiais.

Quanto ao processo de educação dos envolvidos, verifica-se que há necessidade de engajamento nesse viés, por ser considerado politicamente correto e, provavelmente, as Empresas até façam o processo de educação ambiental, porém sem o devido aprofundamento. Transforma-se em um ciclo vicioso o modo como o consumidor não considera a importância e a questão da prioridade destes itens, pelo fato de não estar educado ambientalmente e o modo negligente como o investidor cuida do assunto.

Portanto, fica evidente a necessidade de ser alterada esta rotina, sendo fundamental a participação de toda a sociedade e dos Poderes Públicos responsáveis pela Educação do País.

O quinto e último bloco de perguntas se refere à utilização de Análise de Ciclo de Vida durante as diversas fases do Processo, cujos resultados são mostrados nas Figuras de 5.29 a 5.34.

A Figura 5.29 não possibilita analisar qual a tendência em relação ao que se pode aguardar quanto ao Estudo de Ciclo de Vida na fase de Concepção e Planejamento. As Construtoras mantêm-se equânimes, quanto à possibilidade de utilizar o estudo do Ciclo de Vida, o que pode indicar que esta visão ainda não foi absorvida pelo Mercado.

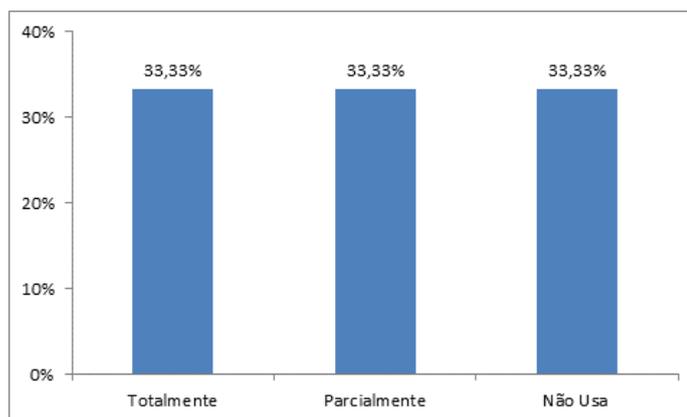


Figura 5.29: Estudo do Ciclo de Vida na Fase de Concepção e Planejamento do Empreendimento

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A análise da Figura 5.30 expõe que, na fase de Projeto, as Construtoras tendem a utilizar o estudo do Ciclo de Vida do empreendimento. De modo similar, a Figura 5.31 evidencia o comportamento de utilizar, após a fase de Projeto, o Estudo do Ciclo de Vida quando da execução do empreendimento.

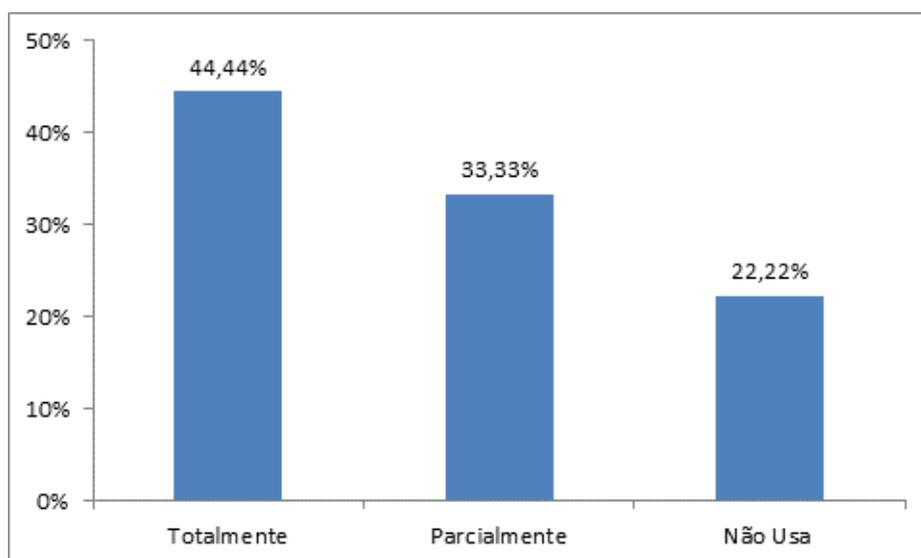


Figura 5.30: Ciclo de Vida na Fase de Projeto do Empreendimento

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

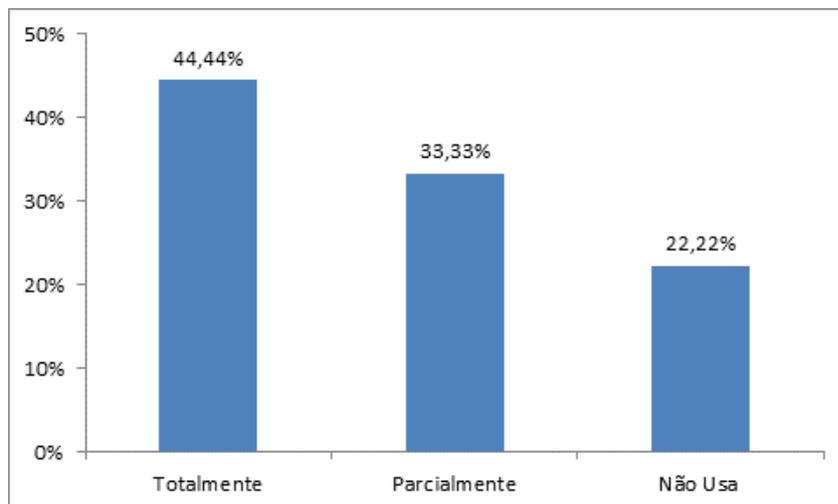


Figura 5.31: Ciclo de Vida na Fase de Execução do Empreendimento
Fonte: Elaboração própria, a partir d das respostas ao questionário

A análise da Figura 5.32 denota que na fase de comercialização o Ciclo de Vida é utilizado pelo menos parcialmente pela maioria das Construtoras, o que pode estar relacionado ao fortalecimento da necessidade do empreendedor de apresentar justificativas para o consumidor se satisfazer com o resultado do estudo apresentado.

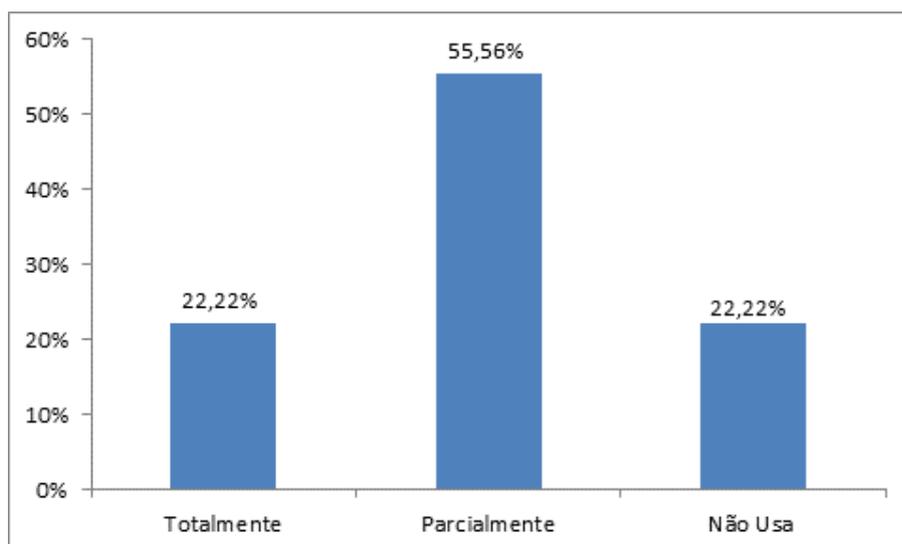


Figura 5.32: Ciclo de Vida na Fase de Comercialização do Empreendimento
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

Diferentemente da tendência verificada nas Figuras de 5.29 a 5.31, a Figura 5.33 mostra que um número reduzido de Construtora utiliza plenamente o Estudo de Ciclo de Vida na fase de uso. Isso pode reforçar o fato de que os Construtores procuram repassar a responsabilidade das ocorrências referentes ao empreendimento para o consumidor durante esta fase. Verifica-se a inexistência de preocupação aparente do Construtor, no sentido de que o Consumidor obedeça ao que determina o Estudo do Ciclo de Vida do empreendimento.

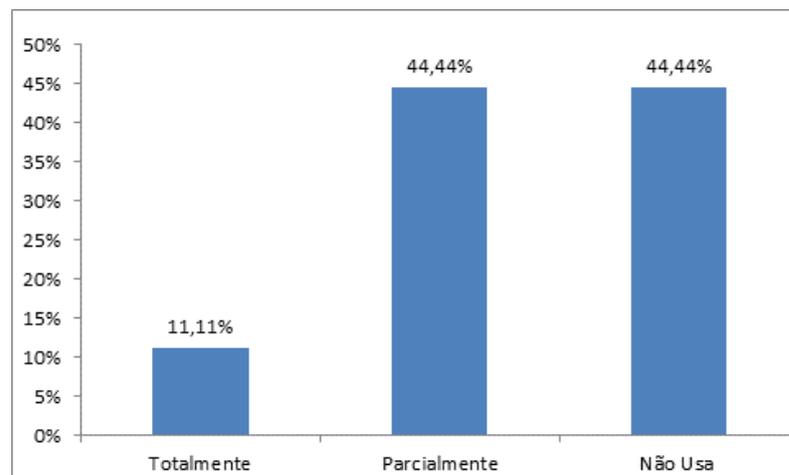


Figura 5.33: Ciclo de Vida na Fase de Uso do Empreendimento
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

De acordo com o gráfico da Figura 5.34, a maioria das Construtoras utiliza o Estudo do Ciclo de Vida na fase de operação e manutenção, de maneira total ou parcial. Tal constatação pode induzir ao pressuposto de que as Construtoras se preocupam em manter o empreendimento em constante manutenção, fator que mitiga a possibilidade de a Empresa vir a arcar com o ônus de futuros prejuízos pelo uso inadequado do imóvel durante o prazo legal que pune a Construtora por danos causados.

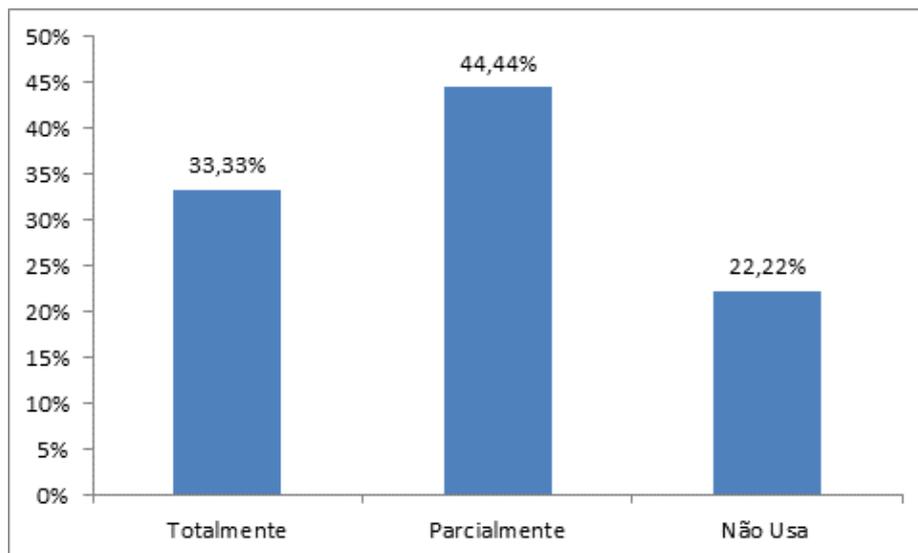


Figura 5.34: Estudo do Ciclo de Vida na Fase de Operação e Manutenção do Empreendimento
Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas ao questionário

A análise conjunta das Figuras de 5.29 a 5.34 mostra que não existe uma uniformidade na utilização do Estudo de Ciclo de Vida nas diversas fases do Projeto, o que pode estar sinalizando que os profissionais envolvidos ainda têm visão restrita em sua área de atuação e não em um estudo global do processo.

5.3 AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NOS LANÇAMENTOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Para a análise foram escolhidos por amostragem 23 empreendimentos em cada uma das Regiões selecionadas, a saber, Região 1, que compreende os bairros Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Vila Valqueire; e Região 6, que reúne os bairros Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba. A partir das informações disponíveis nos *sites*, foi avaliada a Ficha Técnica de cada empreendimento.

As informações agrupadas apresentaram itens de lazer, segurança e sustentabilidade. A Tabela 5.6 separa por Bairros os empreendimentos que indicam ou não itens de Sustentabilidade.

Tabela 5.6: Informações de itens de Sustentabilidade nos empreendimentos

Região	Bairro	Número de Empreendimentos	
		Não Informa Itens de Sustentabilidade	Informa Itens de Sustentabilidade
1	Barra da Tijuca	3	7
	Jacarepaguá	2	1
	Recreio dos Bandeirantes	3	7
	Total	8	15
6	Bangu	1	0
	Campo Grande	14	1
	Paciência	1	0
	Santa Cruz	6	0
	Total	22	1

Fonte: Elaboração própria, a partir das informações nas páginas eletrônicas das Construtoras e Incorporadoras

Foram encontrados 15 empreendimentos na Região 1 e um empreendimento na Região 6, que observam itens de Sustentabilidade. O detalhamento dos itens se encontra nos Apêndices C e D, para as Regiões 1 e 6, respectivamente. A distribuição percentual para as duas Regiões está mostrada na Figura 5.35.

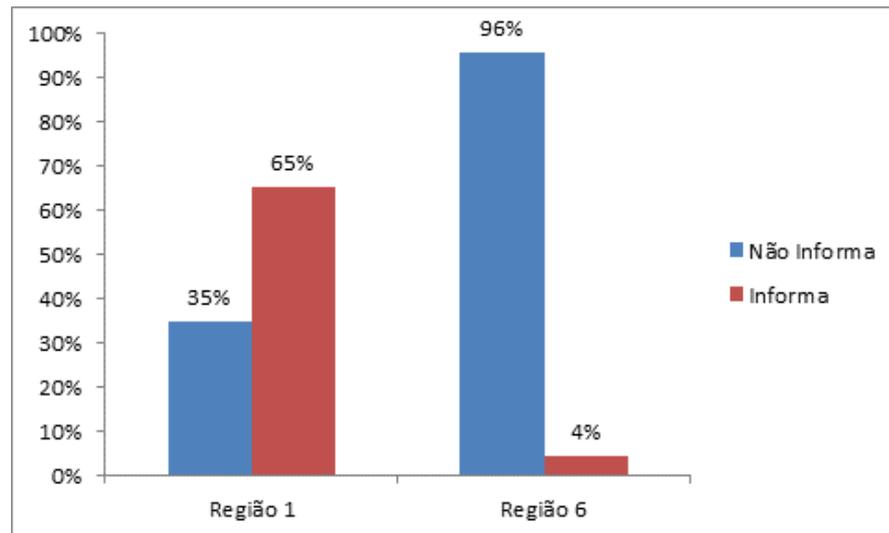


Figura 5.35: Distribuição da Quantidade de Empreendimentos com Itens de Sustentabilidade
 Fonte: Elaboração própria, a partir das informações nas páginas eletrônicas das Construtoras e Incorporadoras

Dos 23 empreendimentos da Região 6, somente um informou a existência de itens de Sustentabilidade. Supõe-se que os 22 restantes não apresentaram, porque a maioria faz parte do Programa Minha Casa Minha Vida, destinados à população de baixa renda, cujo acesso a bens de consumo é recente e, provavelmente, itens relacionados a lazer sejam mais empregados nas estratégias de *marketing*, visando a esse público específico.

Ressalta-se que os dados foram coletados a partir de informações disponibilizadas pelos *sites* dos empreendedores, construtores e equipes de venda, em que se observou que a maioria enfatiza as ofertas de áreas de lazer e itens de segurança. Essa constatação está presente tanto na Região 1 como na Região 6.

Devido a essa observação, não se pode afirmar que a omissão de informar a existência de itens de Sustentabilidade signifique que os empreendimentos não ofereçam os referidos itens, conduzindo ainda para a suposição de que os empreendedores consideram que o público comprador não valoriza a existência destes itens.

Assim, optou-se por analisar os itens de Sustentabilidade apenas dos empreendimentos da Região 1.

A partir deste pressuposto, tabulou-se o número de empreendimentos na Região 1 que informavam um determinado item ligado à Sustentabilidade. A incerteza de que a falta de divulgação signifique a ausência dos itens de Sustentabilidade reforçou a escolha por analisar apenas os empreendimentos que informavam esses itens nos *sites*, totalizando 15 empreendimentos.

Analisando-se a Figura 5.36, verifica-se que a maioria dos empreendimentos avaliados apresenta como principais itens: sensor de presença nas áreas comuns, captação de águas pluviais, temporização de torneiras em áreas comuns e caixa acoplada a vaso sanitário. Por outro lado, o percentual de empreendimentos com Certificação é pequeno, sendo um com a Certificação AQUA e um com a Certificação LEED. Itens importantes, que podem se traduzir em redução de consumo, como aproveitamento de ventilação e iluminação naturais e lâmpadas de baixo consumo, não são contemplados adequadamente.

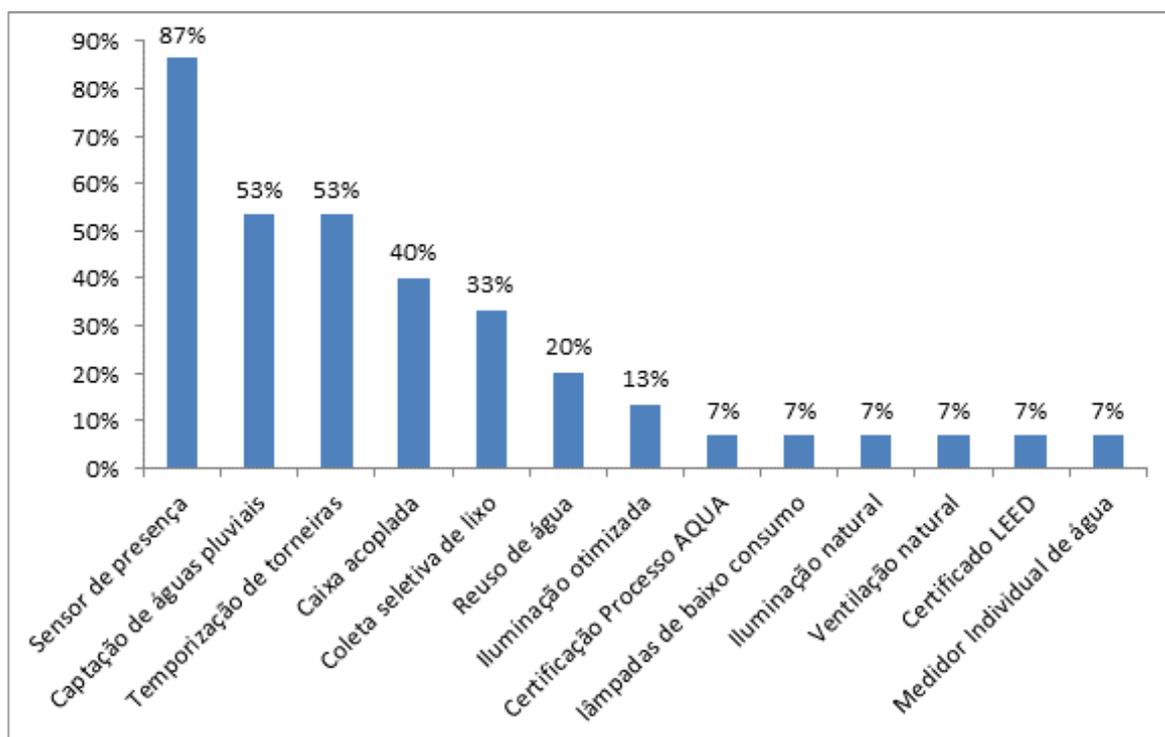


Figura 5.36: Percentual de Itens de Sustentabilidade por Empreendimento

Fonte: Elaboração própria, a partir das informações nas páginas eletrônicas das Construtoras e Incorporadoras

Na Tabela 5.7 estão listadas as Construtoras e o número de itens de Sustentabilidade por Empreendimento analisado. Verifica-se que a Construtora Even

é a que apresenta o empreendimento com o maior número de itens de Sustentabilidade, seguido pela Gafisa e João Fortes.

Tabela 5.7: Número de Empreendimentos por Construtoras

Construtora	Número Empreendimentos
Calçada	3(4/3/2)
Gafisa	2(5/5)
João Fortes	2(5/4)
Tegra	2(2/2)
Avanço	1(2)
Cohani/ Incasa	1(2)
Even	1(7)
Odebrecht	1(2)
RJZ Cyrela	1(3)
Santa Isabel	1(3)

Os números entre parênteses indicam a quantidade de itens de Sustentabilidade em cada empreendimento

Fonte: Elaboração própria, a partir das informações nas páginas eletrônicas das Construtoras e Incorporadoras

É de se notar que embora os empreendimentos analisados da Construtora RJZ Cyrela não apresentem um número expressivo de itens de Sustentabilidade, um de seus empreendimentos - o *RISERVA GOLF VISTA MARE RESIDENZIALE* - é o primeiro prédio residencial do Brasil com Pré-certificação pelo *Leadership in Energy and Environmental Design*, com previsão de entrega em janeiro de 2018. (RJZ CYRELA, 2017)

O empreendimento da Even, *PERSONAL RESIDENCES*, com *habite-se* expedido em março de 2017, é o que oferta ao consumidor o maior número de itens de Sustentabilidade, sendo o primeiro edifício residencial com a certificação AQUA. (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2017).

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS RESULTADOS

Os resultados indicam que ainda existem obstáculos para ultrapassar em todos os segmentos que influenciam para alcançar o objetivo de Construções Sustentáveis. A Figura 5.37 sumariza esquematicamente a cadeia de atores e requisitos que afetam a inserção dos conceitos de Construção Sustentável.

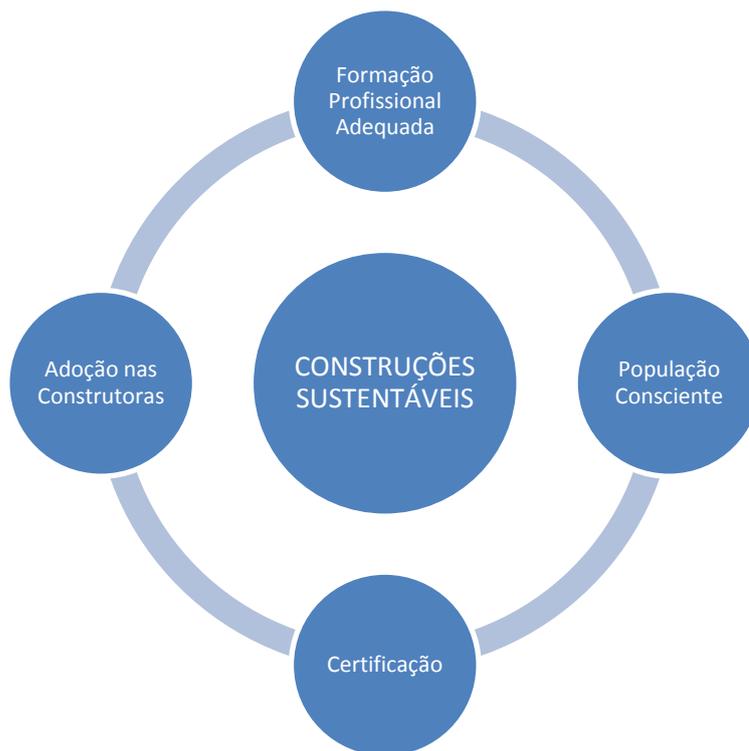


Figura 5.37: Fatores que Influenciam na Construção Sustentável
Fonte: Elaboração própria

Na avaliação da formação profissional, verifica-se que as IES estão distribuídas em 80% privadas e 20% públicas. Aponta ainda que as IES públicas são aquelas que apresentam o maior número de Disciplinas na área de Sustentabilidade e que, na maioria das IES privadas, o conteúdo “Construções Sustentáveis” não é abordado. Pode-se então concluir que a maioria dos profissionais não está recebendo a formação adequada para ingressar no mercado de trabalho, devidamente preparado para enfrentar este desafio.

Em relação às Construtoras, observa-se que os itens de Sustentabilidade apresentados nos Novos Empreendimentos estão muito aquém do que poderia ser

oferecido. A análise das respostas ao questionário aponta também que as Normas existentes não estão sendo aplicadas em sua plenitude.

Quanto à obtenção de Certificações, documentos que orientam no sentido de realizar Construção Sustentável, é um processo lento e ainda não está sendo utilizado pela grande maioria das Construtoras, o que pode ser confirmado pelo número de Construções Residenciais certificadas.

A análise dos fatos encaminha para a suposição de que o empreendedor, ao decidir agregar custos adicionais gerados pela inserção de itens de Sustentabilidade, observa basicamente o fator lucro final e com base nesta análise abandona a possibilidade de aumentar os custos, apesar de conhecer a importância da preservação do meio ambiente.

A população, que poderia ser a força propulsora no sentido de forçar as Construtoras a acrescentarem os itens de Sustentabilidade, ainda não demonstra estar consciente de sua importância na preservação do meio ambiente.

O poder público, na área econômico-financeira, poderia oferecer benefícios aos empreendimentos sustentáveis, licenciando incentivos e isenções fiscais para as empresas e proprietários dos imóveis que apresentassem Certificações e os representantes da área legislativa, normatizariam regulamentações, após mediar amplo debate entre as partes envolvidas no processo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável que o aquecimento global está plenamente comprovado pelos cientistas que estudam o assunto e este fato preocupa a todos, deixando a população em alerta. A superpopulação é outro fator que pode ainda ser considerado como ameaça ao bem estar do mundo moderno. Dessa forma, há de se aproveitar e adaptar as condições naturais do ambiente para atender às necessidades básicas do indivíduo e das atividades humanas em matéria de habitação, urbanização, saneamento, transporte e captação e uso equilibrado das fontes não renováveis.

Grande parte da sociedade reside nas Cidades, onde estão disponibilizados notáveis avanços tecnológicos para os lares, para os transportes, para as comunicações e instrumentos de uso no trabalho. Da conjunção da utilização desses fatores depende a qualidade de vida da família, principalmente na ocorrência de uma equitativa divisão indistinta para o consumidor destas melhorias. Portanto, pode-se considerar que a preservação da qualidade do meio ambiente, em conjunto com o desenvolvimento econômico são fatores que trazem benefícios para o bem estar da população.

Antes da era da Sustentabilidade, os projetos eram baseados no tripé: qualidade, tempo e custos. Era exigido pelo mercado obras que apresentassem projetos, utilizando um forte contingente de mão de obra, no sentido de diminuir os prazos privilegiando, contudo, o aspecto de implantar a obra com razoável economia nos custos.

A partir da constatação, mediante pesquisas, de que era fato real o aquecimento global, houve um consenso geral quanto à importância de ocorrer mudanças. A elaboração dos projetos passou a contar com adaptações que obedeciam a novos preceitos de respeito às condições naturais do ambiente, no sentido de atender ao indivíduo, às necessidades da sociedade em matéria de habitação, urbanismo, saneamento básico, economia de água e energia, transporte próximo das moradias, com total integração ao entorno e respeito ao meio ambiente.

Novas tecnologias também podem ajudar na empreitada de alcançar o bem estar social, desde que venham acompanhadas de uma ação conjunta para proteger o meio ambiente.

Ao conceito de qualidade foi acrescida a qualidade ambiental, e desta forma a construção tende a evoluir para um patamar eco-eficiente, visando a diminuir ou até mesmo terminar com os impactos ambientais. Dessa forma, a construção eco-eficiente passa a procurar integrar-se com o meio ambiente, buscando respeitar os ecossistemas durante o Ciclo de Vida dos empreendimentos.

O resultado das análises realizadas na dissertação orienta a afirmar a necessidade de uma ação em conjunto com a participação dos Órgãos com capacidade técnica para elaborar Planos Urbanísticos, Órgãos responsáveis pela fiscalização, apoio técnico das Construtoras, observância de um Plano de Ação para proteger o meio ambiente. Para este mister, se faz necessária uma forte vontade política dos Governos Municipal, Estadual e Federal para o perfeito funcionamento desta engrenagem. Aliado a isso, o papel das Universidades é fundamental para formação da mão de obra técnica e especializada, qualificada para atuar em projetos de edificações com premissas de sustentabilidade.

6.2 CONCLUSÕES

São muitas as conclusões que podem ser tiradas a partir dos dados levantados na dissertação. Não obstante a sua relevância, a seguir são destacadas as principais conclusões, organizadas na forma de perguntas referentes aos três blocos de resultados: formação dos profissionais envolvidos, adoção de Certificações e quesitos de Sustentabilidade nas Construtoras e avaliação do quesito Sustentabilidade nos Empreendimentos.

Os profissionais envolvidos têm formação adequada para efetivamente adotar premissas de Sustentabilidade nos Projetos?

Considerando a Região avaliada (Município do Rio de Janeiro), os resultados sinalizam que:

- a) na formação de Engenheiros Civis e Arquitetos, há uma lacuna no que tange à abordagem dos conceitos de Sustentabilidade na Construção Civil;
- b) as grades curriculares, apesar de contemplarem, em sua maioria, disciplinas da Área Ambiental, oferecem poucas disciplinas ligadas a Construções Sustentáveis;
- c) nesse quesito, se destacam os Cursos de Engenharia Civil da UFRJ e UFF e de Arquitetura da UFRJ e IF Fluminense, todas Públicas e com conceito 5 e 4 na avaliação do MEC; e
- d) a deficiência observada pode servir de base para fomentar ações conjuntas, envolvendo IES e Conselhos Profissionais, de modo a formar Engenheiros e Arquitetos que possam atuar no mercado de trabalho, onde os conceitos de Sustentabilidade sejam efetivamente aplicados em projetos de Construção Civil.

Quais são as premissas adotadas pelas Construtoras avaliadas em relação aos quesitos de Sustentabilidades e Certificações adotados?

Considerando a análise das respostas fornecidas pelas Construtoras ao questionário enviado, os resultados apontam que:

- a) há uma tendência de as Empresas manifestarem preocupação com a disposição dos resíduos de pequeno porte e a observância de cuidados no armazenamento de resíduos que podem ser aproveitados para a reciclagem;
- b) o aproveitamento e a reciclagem de resíduos na pavimentação e preparo de concreto ainda são pouco utilizados nos Empreendimentos;
- c) a maior parte das Empresas não utiliza a Norma 14001, porém fazem uso da Norma 14004, apontando o reconhecimento de que, mesmo sem a Certificação, o estabelecimento de um Sistema de Gestão Ambiental pode carrear benefícios para o negócio;
- d) a maioria das Construtoras consultadas não pretende adotar a Certificação LEED, denotando que ainda há um longo caminho a percorrer para que isso ocorra;

- e) a maior parte das Construtoras consultadas aplica os princípios básicos da Construção Sustentável, no que concerne a aproveitar as condições naturais, redução de luz e energia, gestão sustentável e manipulação de resíduos;
- f) verifica-se negligência do Setor no que se refere ao uso de materiais que contribuam para a eco-eficiência, o uso da área construída integrada ao ambiente e, principalmente, quanto ao processo de educação dos envolvidos; e
- g) não existe uma uniformidade na utilização do Estudo de Ciclo de Vida das diversas fases dos Projetos, sinalizando que os profissionais envolvidos ainda têm visão que se restringe a sua área de atuação e não em um estudo global do processo.

Os Empreendimentos em Construção Civil avaliados adotam as premissas de Sustentabilidade Ambiental?

Considerando a avaliação dos Empreendimentos nas Regiões selecionadas pode-se concluir que:

- a) há grande preocupação com o bem estar e qualidade de vida, aliado ao respeito aos aspectos sociais, culturais e econômicos, com o oferecimento de áreas de lazer, segurança e avanços tecnológicos, sendo referidos itens empregados nas estratégias de *marketing*;
- b) a preocupação de informar sobre quesitos de Sustentabilidade é mais patente na Região 1, onde a maior parte dos Empreendimentos analisados informam quesitos de Sustentabilidade, com destaque para sensor de presença nas áreas comuns, captação de águas pluviais, temporização de torneiras em áreas comuns e caixa acoplada a vaso sanitário;
- c) a quantidade de Empreendimentos com Certificação é insuficiente, sendo um com a Certificação AQUA e um com a Certificação LEED; e
- d) itens importantes, que podem se traduzir em redução de consumo, como aproveitamento de ventilação e iluminação naturais, lâmpadas de baixo consumo, reuso de água e uso de energias renováveis, não estão contemplados adequadamente nos Empreendimentos avaliados.

Hipótese

Pelas conclusões desta dissertação pode se concluir que a hipótese de que “As Instituições de Ensino Superior não formam adequadamente os profissionais para atuarem em Projetos de Construção Civil com quesitos de Sustentabilidade” foi comprovada.

6.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Analisar, em âmbito nacional, a formação de Engenheiros Cíveis e Arquitetos, em relação ao conteúdo Sustentabilidade na Construção Civil.

Realizar pesquisas junto ao consumidor/comprador e profissionais envolvidos acerca do conhecimento/adoção de Princípios de Sustentabilidade.

Avaliar a adoção dos Princípios de Sustentabilidade e Certificações em outras regiões do País.

Avaliar a adoção dos Princípios de Sustentabilidade e Certificações em Prédios e Obras Públicas.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15112:2004 - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos: Áreas de Transbordo e Triagem, que Fala sobre como Projetar, Implantar e Operar uma Área de Transbordo e Triagem. Fundamental para a Gestão Correta dos Resíduos Sólidos, Reduzindo os Impactos no Ambiente.

ABNT NBR 15113:2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes: Aterros – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.

ABNT NBR 15114:2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil: Áreas de Reciclagem, Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.

ABNT NBR 15215-1:2005 – Iluminação Natural – Parte 1: Conceitos Básicos e Definições, Disponibiliza Normas Específicas sobre o Uso de Blocos de Vidro na Construção Civil.

ABNT NBR 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural: Requisitos.

ABNT NBR ISO 14001 - Sistemas de Gestão Ambiental - Especificação e Diretrizes para Uso.

ABNT NBR ISO 14004 - Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio.

ABNT NBR ISO 14040 - Gestão ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida. Princípios e Estrutura

ADEMI - Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário -Pesquisa do Mercado Imobiliário, relatório de junho de 2013 Departamento de Pesquisa [.http://www.ademi.org.br](http://www.ademi.org.br), consulta 13/02/2014.

ADEMI - Associação de Dirigentes de Empresas do mercado Imobiliário -Pesquisa do Mercado Imobiliário, relatório de junho de 2013 Departamento de Pesquisa. <http://www.ademi.org.br>, consulta 08/05/2017.

AGUIARJUNIOR, S. R.. Análise de Gestão: Política da Água e Sustentabilidade, Tese de Doutorado apresentada no Centro de desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

AHN, Y. H.; PEARCE, A. R., Green Construction: Contractor Experiences, Expectations and Perceptions, Journal of Green Building, 2, 106 – 122, 2007.

ALMEIDA, S. R. S., A Percepção do Usuário na Avaliação do Ciclo de Vida das Baterias de Telefone Celular, Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Referências

AZEVEDO, M. L. R. S., Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

BARBIERI, J. C., Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos, 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2007.

BERNARDO, M. G., Proposta de Controle em Malha Fechada com Alta Eficiência para o Aquecimento de Água em Chuveiros Elétricos, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2014.

BRASIL, Governo Federal, Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL, Governo Federal, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989”.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, Conselho Federal de Educação, Resolução Nº 48, 1976.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Cidades Sustentáveis. Disponível em <http://mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>. Acesso em 26 de julho de 2017.

BORSCHIVER, S.; SILVA, A.L.R., 2016. Technology Roadmap. Planejamento Estratégico para Alinhar Mercado-Produto-Tecnologia. 1.a Edição. Interciência, Rio de Janeiro, 2016, 120 p.

CAMARDELLA, A., livro Engenharia – Aspectos Históricos Fundamentais, Folha Carioca, 2012.

CARVALHO, M. T. M., Metodologia para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social com foco no Projeto, Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

CASTOR, B. V. J., Tecnologia Apropriada: Uma Proposta de Critérios de Avaliação e sua aplicação. Revista de Administração, São Paulo, v.18, n. 2, p. 40-47, Abr/ Jun 1983.

CAU/RJ, Duzentos Anos do Ensino de Arquitetura no Brasil: História e Reflexões, Rio de Janeiro, 2017.

CHUEKE, D.A., Estudo de Impacto em Edificações Gerados por Ações de Sustentabilidade implantados por Ocasão da Construção, Monografia apresentada

Referências

no Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

CIPRIANE, T. T. Edificações Sustentáveis: Princípios Básicos e Análise de Estudo de Caso. 2007. Monografia apresentada no Departamento de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2007.

CORRÊA, L. R. Sustentabilidade na Construção Civil. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Minas Gerais, 2009.

COSTA, A.O.; CARNEIRO, B. H. M. G., ALMEIDA, B. G, Educação; Ambiental: Conscientização que não Pode Faltar no Âmbito Escolar, PRODOCÊNCIA, Revista Eletrônica das Licenciaturas/ UEL, <http://www.uel.br/revistas/prodocenciafope>, Jul-Dez 2013.

CSILLAG, D., Análise das Práticas de Sustentabilidade em Projetos de Construção Latino Americanos, Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

DARKO, A., CHAN A. P. C., MANU-OWUSU, G.; AMEYAW, E. E.; Drivers for Implementation Green Building Technologies: An International Survey of Experts, Journal of Cleaner Production, Elsevier, vol. 145, march 2017, pages 386-394. <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production>.

DELONGUI, L.; PINHEIRO, R. J. B.; PEREIRA, D. S.; SPECHT, L. P. S.; CERVO, T. C., Panorama dos Resíduos da Construção Civil na Região Central do Rio Grande do Sul. Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil, n. 18, p.71-80, Novembro de 2011, <http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art7_N18.pdf> acesso em Dezembro de 2016.

DIAS, B. C., Em Busca de uma *Práxis* em Educação Ambiental Crítica: Contribuições de Alguns Pesquisadores do Brasil, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências do Campus Nilópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2013.

ELETROBRAS, Resultados Procel 2016 - ano base 2015, disponível em <http://www.procelinfo.com.br>, acesso em junho de 2017.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2017, ano base 2016. Disponível em <[ben.epe.gov.br// downloads](http://ben.epe.gov.br/downloads)>, acesso em 18/07/2017.

FERGUSON, H; LANGFORD, D. A., Strategies for Managing Environmental Issues in Construction Organizations. Engineering, Construction and Architectural Management, 13, 171 – 185, UK, 2006.

FLORIM, L. C., Contribuição para a Construção Sustentável: Características de um Projeto Habitacional Eco-eficiente, Revista Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

Referências

FONSECA, J. P., Gestão Sustentável na Construção Civil, Monografia do Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia na Construção Civil, Universidade Federal de Minas Geras. Minas Gerais, 2014.

FUCHS, R. B. H., Educação Ambiental como Desenvolvimento de Atividades Interdisciplinares na 5ª Série do Ensino Fundamental, Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2008

FUNDAÇÃO VANZOLINI. “Processo Aqua – Construção Sustentável” disponível em <http://vanzolini.org.br/aqua>, acesso em 10 de Maio de 2017).

GOULART, S., Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano. Apostilha - Disciplina Desempenho Término de Edificações - ECV5161, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

GRUNENVALDT, J. T., Academia Militar do Rio de Janeiro: Uma Instituição Cultural do Império Luso Brasileiro, XXII Simpósio Nacional de História, ANPUH (Associação Nacional de História, originalmente Associação Nacional dos Professores Universitários de História, João Pessoa, 2003.

Guia Caixa de Sustentabilidade, disponível em <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>, acesso em 13 de abril de 2017

HOSSEIN, M.H. e KANEKO, S., Causality between Pillars of Sustainable Development: Global Stylized Facts or Regional Phenomena?, publicado em Ecological Indicators 14 (197-201), ELSEVIER, 2012.

INOVATECH, “Processo AQUA”, disponível em <http://www.inovatech engenharia.com.br/processo-aqua/>, acesso em 10 de maio de 2017).

JUNIOR, Anderson, Engenharia no Brasil, 1994, baixado de <https://www.trabalhosgratuitos.com/Outras/Diversos/Engenharia-No-Brasil-613497.html>.

Kalbusch, A., Critérios de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental dos Sistemas dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários em Edifícios de Escritórios, apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia, São Paulo, 2006.

Kalbusch, A.; GONÇALVES, O. M., Critérios de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental dos Sistemas dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários em Edifícios de Escritórios, publicado no Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Pulo – USP, São Paulo, 2007.

KATS, G., Greening Our Built World: Cost, Benefits and Strategiesd – Washing DC: Island Press, 2010, p 259.

Referências

KAWA, L., Química, Meio Ambiente e Edificações, Junho 2015. <http://professoralucianekawa.blogspot.com.br/2015/06/a-construcao-civil-e-degradacao.html>, acesso em 28 de julho 2017.

KIPERSTOK, A.; ANDRADE, J. C. S.; COSTA, D. P.; FIGUEIRÔA, E. S. B.; SEVERINO FILHOS. A., Inovação e Meio Ambiente: Elementos para o Desenvolvimento Sustentável na Bahia. Série: Construindo os Recursos do Amanhã – Volume 2. NEAMA e CRA. Salvador- BA, 2003.

LEITE JUNIOR, H. F., Sustentabilidade em Empreendimentos Residenciais: Avaliação dos Custos Adicionais para o Atendimento dos Requisitos de Certificação Ambiental, Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Construção Civil e Urbana da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

LOBO, A. V. R., Ferramenta de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental em Edificações Hospitalares na região Metropolitana de Curitiba, apresentado ao Programa de Pós Graduação em Construção Civil, para obtenção do grau de Mestre da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LUNARDI, G. L., ALVES, A. P. F., SALLES, A. C., TI Verde e seu Impacto na Sustentabilidade Ambiental, apresentado no XXXVI Encontro da ANPAD – Associação Nacional de Pós graduação e Pesquisa em Administração , Rio de Janeiro, 2012.

MARJABA, G. E.; CHIDIAC, S.E., Sustainability and Resiliency Metrics for Buildings - Critical Review, publicado em Building and Environment, 101, 2016.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. “O que é o Princípio dos 3R’s”. Disponível em <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/principio-dos-3rs>.

MOKHLESIAN, S; HOLMÉN, M., Business Model Changes and Green Construction Processes, Construction Management and Economics 30, 761-775, 2012.

MORAES, O. B., SANTANA M. J. A., Tecnologia, Habitação e Desenvolvimento Sustentável, publicado no III ENECS - Encontro Nacional Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, São Carlos, SP, 2003.

MOTTA, S. R.F. e AGUILAR, M. T. P., Sustentabilidade e Processos de projetos de Edificações. Revista Gestão & Tecnologia de Projeto, Vol. 4, nº1, maio de 2009.

PESSOA, F. L. P., A Crise hídrica e a Disponibilidade de Água para as Necessidades Humanas. Revista de Química Industrial - RQI 746, 2015.

PINHEIRO, M. L. B., A História da Arquitetura Brasileira e a Preservação do Patrimônio Cultural, Revista do Centro de Preservação Cultural da Universidade de São Paulo, v.1, n.1, p. 41-47, novembro 2005/abril 2006.

Referências

- POZZEBON, F. B., Aperfeiçoamento de um Programa de Simulação Computacional para Análise de Sistema Térmico de Aquecimento de Água por Energia Solar, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- PRIEMUS, H., *How to make housing sustainable? The Dutch experience*, publicado em *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 32, páginas 5-19, Inglaterra, 2005.
- QUADROS, S., Gestão de Resíduos da Construção Civil – Proposta para Lagoa Vermelha-RS, Revista Especialize On-Line IPOG – Goiânia – 8ª edição, nº 009 Vol. 01/2014, dez 2014.
- REICHSTEIN, T.; SALTER, A. J.; GANN, D. M., Last Among Equals: A Comparison of Innovation in Construction, Services and Manufacturing in the UK, *Construction Management and Economics* 23, 631 – 644, 2005.
- RJZ CYRELA, disponível em <http://www.cyrela.com.br/imovel/>, acesso em 10 de Julho de 2017.
- ROAF, S.; FUENTES, M; THOMAS-REES, S., *Ecohouse: A Casa Sustentável*. 4ª Edição, Bookman, Porto Alegre, 2009.
- ROSA, F. N., Aplicabilidade de Coletores Solares com Tubo Evacuado no Brasil, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- SALAS, J., *Tecnologia Habitacional su Transferencia y Nuevas Formas de Cooperación para el Desarrollo*. Publicada em *Ciudades para um Futuro mas Sostenible*, Madrid, Espanha, 1998. Disponível em <http://habitat.aq.upm.es/iah/ponenc/a009.html>, acessada em 08/11/2016.
- SALGADO, M. S., *A Construção Sustentável como Alternativa para a Sustentabilidade Econômica das Empresas*, Apresentado no Encontro Latino-americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis, Curitiba 2013.
- SANTOS, L. M. L., *Sistema de Certificação Living Buiding Challenge: Análise Comparativa com o Sistema LEED*, trabalho apresentado ao Departamento de Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Civil, Porto Alegre, 2015.
- SILVA, V. G., *Avaliação da Sustentabilidade de Edifício de Escritórios Brasileiros: Diretriz e Base Metodológica*, tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia, São Paulo, 2003.

Referências

SOUZA, T. S., ARRIBARD, P. T. B., FRASTRONE, T., CRACCO, A. S., RIBEIRO, M. C. Gestão da Sustentabilidade: Um Estudo de Caso em uma Empresa do Setor Energético. Orientado pela Prof^a M, Sc, RIBEIRO Máris de C. da Universidade Metodista de Piracicaba – INIMEP, Lins São Paulo, 2009.

TAN, Y.; SHEN, L.; YAO. H., Sustainable Construction Practice and Contractors' Competitiveness: A preliminary Study, Habitat International 35, 225-230, 2011.

TEIXEIRA, M. M., Análise da Sustentabilidade no Mercado Imobiliário Residencial Brasileiro apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

TELLES, P. C. S., livro História da Engenharia no Brasil, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A , 1984.

TOLEDO, B. L. Esplendor do Barroco Luso Brasileiro, Ateliê editorial, Cotia, SP, 2012.

UNESCO, Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2016.

VALLIN, J. J. T.; Tecnologias para Habitações mais Sustentáveis. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Tecnologia em Construção Civil. Limeira. São Paulo, 2008.

WACLAWOSKY, E. S. A.; ALVES, S. M., Desenvolvimento Sustentável do Habitat Humano, XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo, 2010.