UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Alba Cesanna Coutinho Rocha

PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS EM NATAL-RN

Natal-RN
2016

ALBA CESANNA COUTINHO ROCHA

PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS EM NATAL-RN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Profª. Dra. Luciana de Figueiredo Lopes Lucena

Natal-RN
2016

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Sistema de Bibliotecas – SISBI
Catalogação da Publicação na Fonte - Biblioteca Central Zila Mamede

Rocha, Alba Cesanna Coutinho.
Práticas sustentáveis na construção civil: um estudo de múltiplos casos em Natal-RN / Alba Cesanna Coutinho Rocha. - 2016.
125 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Natal, RN, 2016.
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Luciana de Figueiredo Lopes Lucena.

1. Gestão - Dissertação. 2. Planejamento - Dissertação. 3. Impacto ambiental - Dissertação. 4. Construção civil – Sustentabilidade – Dissertação. I. Lucena, Luciana de Figueiredo Lopes. II. Título.

RN/UF/BCZM CDU 658.5:69

ALBA CESANNA COUTINHO ROCHA

PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS EM NATAL-RN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Luciana de Figueiredo Lopes Lucena – Orientadora (UFRN)

_____

Reymard Sávio Sampaio de Melo – Examinador Interno (UFRN)

_____

Claudia Coutinho Nóbrega – Examinadora Externa (UFPB)

Natal, 31 de outubro de 2016

Somente a ti, ó SENHOR Deus,
a ti somente, e não a nós, seja dada a glória
por causa do teu amor e da tua fidelidade.
(Salmos 115:1)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, por toda graça, amor e fidelidade.

Agradeço a minha mãe Adriana Coutinho e minha avó Maria Eliete, por todo apoio, orações, confiança e principalmente pelo incentivo nos momentos difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai Tibério César, por acreditar no meu potencial e fazer com que eu busque alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos Ádria Dalylla e João Victor, pela admiração que me inspira a lutar por um mundo melhor.

Ao meu primo Luis Felipe, por me proporcionar momentos únicos de alegria e por dá brilho aos meus dias.

À todos os meus familiares e amigos, pela compreensão, carinho e admiração. Em especial à Ana Paula pela amizade e cuidados terapêuticos.

Aos meus avós Elba Valentim e José Balduino (*in memoriam)*, que sempre se fizeram presentes em meu coração. Todas as minhas conquistas são para orgulhá-los.

À minha orientadora Luciana Lucena, pelos ensinamentos, correções, motivações e principalmente por me apoiar quando precisei.

À coordenadora do PEC professora Ada Cristina Scudelari, pelo apoio e auxilio diante de todas as intercorrências.

Aos professores, que contribuíram para minha formação.

Aos meus alunos, que me inspiram a ser melhor a cada dia.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa história, meu muito obrigada.

PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS EM NATAL-RN

Alba Cesanna Coutinho Rocha

Orientadora: Profª. Drª. Luciana de Figueiredo Lopes Lucena

RESUMO

O setor da construção civil tem se consolidado como um dos mais relevantes na economia brasileira, em parte devido ao desenvolvimento dos centros urbanos. Um dos desafios do país tem sido a inadequação da construção civil às atuais exigências de sustentabilidade. Hoje, o setor é considerado um dos que mais impactos causam ao meio ambiente, dado o elevado volume de recursos naturais extraído, a consequente geração de resíduos sólidos e o nível de emissões atmosféricas. Com o objetivo de minimizar os impactos causados pela Construção Civil, diversos estudos têm sido desenvolvidos buscando obter tecnologias e práticas que associadas ao plano de gestão tornam as edificações mais sustentáveis. O presente estudo pretende identificar e propor práticas para contribuir com o desenvolvimento sustentável das empresas de construção civil da cidade de Natal/RN desde a fase de planejamento, à execução dos empreendimentos residenciais verticais. Para tanto, foi realizado um estudo exploratório por meio da aplicação de um questionário e o preenchimento de um *checklist* em empreendimentos em fase de construção. A avaliação dos resultados foi realizada com o auxílio da análise SWOT, onde foram identificados as particularidades de cada empresa para o posterior cruzamento de dados. Finalmente foi possível a elaboração de um modelo de melhorias, visando utilizar os pontos fortes para aproveitar as oportunidades (SO) e vencer as ameaças (ST), bem como minimizar os pontos fracos para usufruir das oportunidades (WO) e evitar as possíveis ameaças (WT) no cenário da construção civil local. O estudo permitiu concluir que a

cultura do setor e a mão-de-obra desqualificada não são os únicos entraves para o alcance do desenvolvimento sustentável. Foram identificadas nas empresas, a ausência de investimentos na formação técnica, no planejamento ambiental, na inserção de materiais alternativos e na introdução dessas medidas ambientais que geralmente não geram lucros imediatos. Acredita-se que se as estratégias tecnológicas e gerenciais forem devidamente utilizadas e alinhadas com os processos de qualidade ambiental com a finalidade de otimizar o uso dos materiais, minimizar a geração de resíduos, garantir a qualidade de vida dos moradores e reduzir os impactos ao meio ambiente, é possível gerar melhorias contínuas no processo de produção das empresas colaborando com a sustentabilidade do setor da construção civil.

Palavras-Chave: Gestão, Planejamento, Impacto Ambiental.

SUSTAINABLE PRACTICES IN CIVIL CONSTRUCTION: A STUDY OF MULTIPLE CASES IN NATAL-RN

Alba Cesanna Coutinho Rocha

Adviser: Profª. Drª. Luciana de Figueiredo Lopes Lucena

ABSTRACT

The construction sector has been consolidated as one of the most relevant in the Brazilian economy, partly due to the development of urban centers. One of the challenges of our country has been the inadequacy of the current construction requirements of sustainability. Currently, the sector is considered one of which cause most environmental impacts due to the high volume of extracted natural resources; the generation of solid waste and; the greenhouse gas level emitted into the atmosphere. In order to minimize the impacts caused by the construction, several studies have been undertaken to obtain technologies and practices associated with the management plan make the most sustainable buildings. This study aims to identify and propose practices to contribute to the sustainable development of construction companies in the city of Natal/RN from the planning phase to the implementation of vertical residential developments. We conducted an exploratory study through the application of a questionnaire and the completion of a checklist on developments under construction. The evaluation of the results was performed with the help of SWOT analysis where the particularities of each company to the subsequent exchange of data were identified. Finally it was possible to draw up model improvements, aiming to use the strengths to seize opportunities (SO) and overcome the threats (ST), and minimize the weaknesses to take advantage of the opportunities (WO) and avoid possible threats (WT) in the local construction scene. The study showed that the industry culture and unskilled labor-work are not the only obstacles to achieve sustainable development have been identified in the companies the lack of investment in technical training, environmental planning, integration of alternative materials and the introduction of environmental

measures that generally do not generate immediate profits. If the technological and managerial strategies are used properly and in line with the environmental quality processes in order to optimize the use of materials, minimize waste generation and ensure the quality of life for residents by reducing environmental impacts. Thus, it is possible to generate continuous improvements in the production process of enterprises, and collaborate with the sustainability of the construction industry.

Keywords: Management. Planning. Environmental impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Níveis de certificação LEED 46

Figura 2.2 – Classificação ambiental do edifício - CASBEE 50

Figura 3.1 – Fluxograma da metodologia da pesquisa 53

Figura 3.2 – Macrozoneamento da Cidade de Natal/RN 55

Figura 3.3 – Mapa de localização das obras visitadas nos estudos de caso 57

Figura 3.4 – Representação genérica de uma matriz SWOT 63

Figura 3.5 – Fluxograma da análise SWOT 64

Figura 4.1 – Tabela de traços e argamassas – Empresa A 70

Figura 4.2 – Local de armazenamento central dos resíduos – Empresa A 71

Figura 4.3 – Tijolos Cerâmicos 6 furos organizados em paletes – Empresa C 77

Figura 4.4 – Improviso na armazenagem de resíduos – Empresa F 86

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Decisões genéricas nas diversas fases da Construção Civil.....28

Tabela 2.2 – Geração por fontes alternativas no mundo - 10 maiores países em 2012 (TWh) 35

Tabela 2.3 – Geração elétrica por fonte no Brasil (GWh).....36

Tabela 2.4 – Versões de sistema de avaliação BREEAM 43

Tabela 2.5 – Níveis de classificação do BREEAM 44

Tabela 2.6 – Versões de sistema de classificação LEED 47

Tabela 2.7 – Ferramentas de avaliação CASBEE.....48

Tabela 2.8 – Coeficientes de ponderação - CASBEE 49

Tabela 2.9 – Quadro comparativo entre as certificações ambientais 51

Tabela 4.1 – Perfil das construtoras dos estudos de caso 68

Tabela 4.2 – Comportamento das empresas quanto ao investimento sustentável ...88

Tabela 4.3 – Principais abordagens para o alcance da sustentabilidade na construção civil 94

Tabela 4.4 – Pontes fortes (S) observados na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental.....96

Tabela 4.5 – Fragilidades (W) observadas na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental.....96

Tabela 4.6 – Oportunidades (O) observadas na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental 97

Tabela 4.7 – Ameaças (T) observadas na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental.....97

Tabela 4.8 – Matriz SWOT das estratégias acerca da sustentabilidade ambiental...99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – Princípios relacionados a construção sustentável que as empresas tem ou tiveram participação 90

Gráfico 4.2 – Medidas adotadas pelas empresas a fim de satisfazer aos princípios sustentáveis 91

Gráfico 4.3 – Média das frequências de medidas aplicadas pelas empresas na fase de projeto 92

Gráfico 4.4 – Média das frequências de medidas aplicadas pelas empresas na fase de execução.....93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV – Análise do Ciclo de Vida

AFNOR - Associação Francesa de Normalização

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

BEE - *Building Environmental Efficiency*

BRE – *Building Research Establishment*

BREEAM – *Building Establishment Assessment Method*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*

CAD – Concreto de Alto Desempenho

CFCs – Clorofluorocarboneto

CO_2 – Dióxido de Carbono ou gás carbônico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIA – Estudo do Impacto Ambiental

GEE – Gases do Efeito Estufa

HCFCs – hidroclorofluorcarbonos

HQE – *Haute Qualité Environnementale*

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO – *International Organization for Standardization*

JSBC – *Japan Sustainable Building Consortium*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

NBR – Norma Brasileira Reguladora

ONU – Organização das Nações Unidas

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e produtividade do Habitat

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PVC – policloreto de vinil

QEB – *Qualité Environnementale du Bâtiment*

RCC – Resíduo da Construção Civil

RN – Rio Grande do Norte

SGQ – Sistema de Gestão de Qualidade

SINDUSCON – Sindicato da Industria da Construção Civil

SMO – *Système de Management de l'Opération*

UICN – União Internacional Para a Conservação da Natureza

VUP – Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO 16

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA 18

1.1.1 Objetivo Geral 18

1.1.2 Objetivos específicos 18

1.2 ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO 19

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20

2.1 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL 20

2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL 25

2.2.1 Estratégias gerenciais e tecnológicas para melhoria do desempenho ambiental 27

2.2.1.1 Redução do consumo de materiais 29

2.2.1.2 Mitigação de aspectos ambientais 30

2.2.1.3 Adequação do processo construtivo a tipologia 31

2.2.1.4 Aumento da vida útil 32

2.2.1.5 Reuso e reciclagem 33

2.2.1.6 Fontes renováveis 34

2.2.1.7 Abordagens e estratégias tecnológicas 37

2.2.2 Avaliação Ambiental e Certificação de Edifícios 40

2.2.2.1 Building Establishment Assessment Method - BREEAM 42

2.2.2.2 Leadership in Energy and Environmental Design - LEED 44

2.2.2.3 Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency - CASBEE 47

2.2.2.4 Haute Qualité Environnementale - HQE 50

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA 52

3.1. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL 53

3.1.1. Estudos de caso 53

3.1.2. Delimitação da área de estudo 54

3.1.3. Escolha das empresas 56

3.1.4. Instrumentos da pesquisa 58

3.1.4.1 Questionário 59
3.1.4.2 Checklist 61
3.2. ANÁLISE SWOT 62
3.3. PROPOSIÇÃO DE BOAS PRÁTICAS 65
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 67
4.1 ESTUDOS DE CASO 67
4.1.1 Estudo de caso na empresa A 69
4.1.2 Estudo de caso na empresa B 73
4.1.3 Estudo de caso na empresa C 76
4.1.4 Estudo de caso na empresa D 80
4.1.5 Estudo de caso na empresa E 82
4.1.6 Estudo de caso na empresa F 85
4.1.7 Síntese comparativa dos estudos de caso 88
4.2 ANÁLISE CRUZADA DA MATRIZ SWOT 95
4.3 BOAS PRÁTICAS PROPOSTAS 100
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS 110
REFERÊNCIAS
APÊNDICES

CAPÍTULO 1

Introdução

De acordo com a Agenda 21, diante das ameaças de danos ambientais devem-se aplicar os conhecimentos científicos e as inovações para articular e apoiar as metas de desenvolvimento sustentável de modo a serem usados nos processos de tomada de decisões. Desse modo é de extremo interesse desenvolver estudos que busquem alinhar as atividades humanas e o progresso da tecnologia com a necessidade de preservar o meio ambiente e garantir a qualidade de vida das gerações atuais e futuras.

O crescimento continuo da industrialização tem provocado um aumento nas emissões mundiais de gases de efeito estufa (GEE), causando um aquecimento global e consequentemente diversas “mudanças climáticas" (LIM *et al.*, 2010). Lidar com essas rápidas transformações, minimizar os seus danos e reduzir os fatores intervenientes tem sido o grande desafio do século XXI, motivando pesquisadores de todo o planeta a buscar soluções urgentes.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2016) a construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável, uma vez que é apontado como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais, utiliza energia de forma intensiva, gera grandes volumes de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (emissão de CO_2, particulados, poeira e etc.), o que provoca consideráveis impactos ambientais devido ao seu processo produtivo, tornando-se uma importante fomentadora das alterações no ambiente e consequentemente no clima.

Na busca de minimizar esses efeitos negativos, surge o paradigma da construção sustentável, que de acordo com a Agenda 21 é definida como: "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a

dignidade humana e encorajem a equidade econômica". Nesse contexto pode-se observar que a construção sustentável não está apenas relacionada com a conservação ambiental mas leva em consideração o tripé ambiente-economia-sociedade.

Com a necessidade de tornar a construção civil uma indústria mais sustentável, é indispensável reduzir a emissão de CO_2 no processo de produção e ainda na emissão indireta provocada pela utilização de produtos com alto índice de poluição associado, minimizar os desperdícios nos canteiros de obras através de uma construção enxuta, incorporar materiais alternativos, como Resíduos da Construção Civil (RCC), entre outros produtos recicláveis ou com baixa poluição na sua produção, agregando valor ao cliente. Todas essas alternativas abordadas tem como objetivo minimizar os impactos ambientais, melhorar o desempenho e aumentar a durabilidade das edificações.

Com o surgimento da necessidade de repensar acerca de como vêm sendo produzidos os bens e serviços e como as escolhas definidas na fase de projeto e de execução podem influenciar nos impactos ambientais causados pela construção civil é necessário identificar como as empresas estão trabalhando em prol da sustentabilidade e propor melhorias nas suas práticas ambientais. Na fase de projetos as escolhas do profissional devem ser fundamentadas em estratégias tecnológicas com objetivo de atingir um projeto eficiente técnica e sustentavelmente. No processo de execução, por exemplo, devem ser adotadas estratégias gerenciais com medidas para reduzir a geração de resíduos. A sustentabilidade das edificação vai além da fase de projetos e execução percorrendo toda a vida útil do empreendimento, na fase de utilização e ainda no fim da vida útil, na fase de demolição.

A presente pesquisa foi desenvolvida no intuito de colaborar para o desenvolvimento e difusão de uma cultura sustentável nas empresas de construção civil na cidade de Natal, com foco em construção de empreendimentos residenciais verticais. A partir de uma análise exploratória de caráter qualitativo em empresas do município, buscou-se identificar atitudes sustentáveis, visando as melhorias no planejamento e nos procedimentos de execução de modo que foram agrupadas em sugestões de boas práticas para implantação no desenvolvimento dos projetos e nos canteiros de obras. O objetivo é atribuir maior sustentabilidade no setor com a

minimização dos impactos ambientais, levando em consideração as especificidades da região e as tecnologias disponíveis.

1.1 Objetivos da pesquisa

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo da presente pesquisa é analisar o comportamento das empresas frente às questões ambientais e propor práticas com diretrizes sustentáveis para empreendimentos verticais residenciais multifamiliares na cidade de Natal/RN.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar as práticas tecnológicas e gerenciais disponíveis no mercado que favoreçam a sustentabilidade da construção civil;
- Escolher dentre o universo das construtoras ativas no mercado de Natal casos que represente a realidade local para identificar quais práticas sustentáveis são utilizadas e qual a intensidade que vem sendo empregada, desde a fase de concepção de projeto à execução;
- Realizar uma análise cruzada por meio da matriz SWOT com a finalidade de identificar as possíveis soluções ambientais, associando os fatores internos (forças e fraquezas) aos fatores externos (oportunidades e ameaças) observados nos resultados dos estudos de caso;
- Contribuir para a difusão de práticas sustentáveis no setor de construção civil na cidade de Natal/RN, com a proposta de melhorias no processo de gestão de obras adequados à realidade do mercado local;

1.2 Estrutura da apresentação da Dissertação

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro introduz a pesquisa, apresentando considerações gerais acerca a indústria da construção civil e sua relação com a sustentabilidade. Nele encontram-se os objetivos do trabalho (geral e específicos) e a estrutura de apresentação do trabalho.

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica, que inicia contextualizando acerca da sustentabilidade ambiental, posteriormente com foco na sustentabilidade na construção civil identificando as estratégias gerenciais e tecnológicas para melhoria do desempenho ambiental e finalizando com as principais avaliações ambientas e certificações de edifícios.

No capítulo 3 é detalhada a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

No capítulo 4 apresenta a análise e discussão dos resultados.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros. Após este capítulo, destacam-se as referências utilizadas nesta pesquisa, seguindo de apêndices.

CAPÍTULO 2

Fundamentação Teórica

Este capítulo tem por objetivo a apresentação do histórico do surgimento das preocupações com os impactos ambientais e mudanças climáticas, levando aos conceitos de ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável. Tendo em vista os inúmeros impactos ambientais provocados pelo homem devido a industrialização é possível elaborar meios de minimizar esses efeitos negativos. Em seguida, é abordada a contribuição da construção civil para as mudanças climáticas, logo é citado algumas estratégias com objetivo de minimizar esses impactos à natureza.

2.1 Sustentabilidade ambiental

Desde a década de 1970, com o desenvolvimento da sociedade e o crescimento industrial, o consumo dos recursos naturais aumentaram de forma descontrolada e a partir de então a questão ambiental tornou-se uma preocupação mundial. Segundo Conti (2005), nesse período a comunidade internacional foi alertada sobre a destruição da camada que protege o planeta da ação letal da radiação ultravioleta, conhecida “camada de ozônio”, desde então a preocupação com os danos à atmosfera ganhou consistência.

Em Estocolmo, em 1972, foram criados alguns instrumentos para tratar os problemas sociais e ambientais do planeta, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano. Um dos instrumentos foi a Declaração sobre o Ambiente Humano, contendo 26 princípios com a finalidade de orientar a construção da harmonização dos aspectos humanos e naturais no ambiente, considerados essenciais para o bem-estar da população (BARBIERI & DA SILVA, 2011).

No ano de 1973 o canadense Maurice Strong lança o conceito de ecodesenvolvimento, consistindo num estilo alternativo de desenvolvimento para o Terceiro Mundo, ajustado apenas às áreas rurais. Este era baseado na utilização criteriosa dos recursos locais, sem comprometer o esgotamento da natureza. Em 1974, com a Declaração de Cocoyoc no México, as cidades do Terceiro Mundo também passaram a ser consideradas no ecodesenvolvimento. Finalmente, na década de 1980, Ignacy Sachs define o conceito por meio de princípios básicos integrando seis aspectos: a satisfação das necessidades básicas, a solidariedade com as gerações futuras, a participação da população envolvida, a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral, a elaboração de um sistema social garantindo emprego, segurança social e respeito a outras culturas, e programas de educação (BRÜSEKE, 1995).

Os debates sobre o ecodesenvolvimento apontaram para a posterior adoção do conceito de desenvolvimento sustentável, que foi utilizado pela primeira vez ainda na década de 1980, surgindo com a apresentação do documento “Estratégias de Conservação Mundial” pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN). O objetivo era alcançar o desenvolvimento sustentável através da conservação dos recursos vivos, sem qualquer relação com a política, economia, população, urbanização, entre outros fatores (BARONI, 1992).

Três anos após, a Assembleia Geral da ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida por Gro Harlem Brundtland. A comissão elaborou um relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, onde tinha como principal objetivo propor estratégias ambientais de longo prazo para se obter um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000 e daí em diante. A partir daí, já consolidado o Relatório Bruntland em 1987, o desenvolvimento sustentável teve como objetivo atender as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (BRUNTLAND, 1987).

Em junho de 1992, no Rio de Janeiro, a ECO-92 gerou diversas discussões sobre o tema. Como um dos resultados a essas discussões gerou-se um documento consensual firmado entre os países, a Agenda 21, resgatando as intenções e desejo de mudanças para um modelo de civilização em que predominasse o equilíbrio

ambiental e a justiça social entre as nações, onde o meio ambiente é uma consideração de primeira ordem.

Outro documento importante para a construção da problemática ambiental urbana é a Agenda Habitat, produzida na Segunda Conferência sobre Assentamentos Humanos das Nações Unidas (Habitat II), realizada em Istambul, no ano de 1996. Dentre as questões discutidas na conferência encontram-se as preocupações quanto a irregularidade e precariedade dos assentamentos populares, a necessidade de expansão das infraestruturas e dos serviços urbanos, o controle e o tratamento de resíduos, a poluição ambiental e a degradação decorrente do processo de expansão urbana. Diante disso a conferencia destacou o tema habitacional derivando a Agenda Habitat (SOUZA & TRAVASSOS, 2008).

Mesmo após o conceito de construção sustentável, o crescimento populacional implicava no aumento do consumo dos recursos naturais decorrente da necessidade de construir habitações que atendessem a demanda. Com isso originaram consequências negativas para o meio ambiente e para o processo de desenvolvimento sustentável, e aumentou a necessidade de adaptar e elaborar estratégias no setor da construção para o processo de desenvolvimento da sociedade utilizando os conceito de construção sustentável.

Cientes da preocupação quanto aos impactos ambientais e a necessidade do desenvolvimento sustentável, foi acordado no protocolo de Kyoto, lançado durante a conferência da Convenção do Clima em 1997 e posto em vigor a partir de 2005, o compromisso internacional de redução gradativa do lançamento de substâncias que contribuem para o aquecimento global, seja direta ou indiretamente em todos os setores. Diante disso, percebe-se a importância de entender e identificar os impactos gerados pela construção e propor melhorias sustentáveis para desenvolver suas atividades.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução nº 1 de 23 de setembro de 1986, define os impacto ambiental de forma genérica como sendo:

> “Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: A

> saúde, a segurança e o bem estar da população; As atividades sociais e econômicas; A biota (Conjuntos de plantas e animais de uma determinada área); As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; A qualidade dos recursos naturais." (CONAMA, 1986).

Recentemente, tem havido consenso científico sobre o impacto gerado pelo aquecimento global e sobre as consequências potencialmente devastadoras provocadas, principalmente, pela emissão antrópica de gases de efeito-estufa (MAURY & BLUMENSCHEIN, 2012). Isso faz com que o setor da construção civil se preocupe com os impactos que as construções provocam ao meio ambiente diminuindo a contribuição do setor para as mudanças clímaticas. Segundo Damtoft *et al.* (2008) a mudança climática, tornou-se uma questão de destaque mundial, e tem sido apontada como um dos principais desafios do século XXI.

A indústria da construção civil é uma grande consumidora de recursos naturais e consequentemente causadora de grandes impactos ambientais, dentre estes o que mais se destaca é a emissão de gases de efeito estufa (GEE) proveniente da produção de materiais de construção, transporte e geração de resíduos. A produção dos materiais utilizados na construção civil geram as principais fontes de emissões de GEE, entre elas pode-se destacar o uso de combustível fóssil na fabricação e transporte dos materiais, a decomposição do calcário e outros carbonatos durante a calcinação, ou seja a transformação de matéria-prima em materiais para a construção, como também a extração de madeira nativa, especialmente a não remanejada, para emprego tanto como material, quanto combustível (AGOPYAN & JOHN, 2011).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, mais conhecido como *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) aponta que minimizar os impactos provenientes da construção de edifícios é a alternativa mais barata e mais efetiva para reduzir as emissões de CO_2 da atmosfera, portanto, a construção sustentável é uma prioridade para o desenvolvimento sustentável (UNEP, 2007).

Dentre os materiais utilizados na construção civil, pode-se destacar o cimento, ao considerar que este é o segundo material mais utilizado no mundo, perdendo apenas para a água, e que a indústria cimenteira sozinha é responsável por cerca de

5 a 8% das emissões globais de CO_2, principal causador do efeito estufa. A exploração da sua matéria-prima causa danos à saúde, degradação e alterações no ambiente natural. Aproximadamente 50% da emissão de CO_2 referente ao cimento está relacionado ao processo construtivo, cerca de 5% ao transporte, 5% ao uso da eletricidade e 40% ao processo de clinquerização, através da calcinação (POSSAN *et al.,* 2012; MAURY & BLUMENSCHEIN, 2012; ALI *et al.,* 2011; DEJA *et al.,* 2010; DAMTOFT *et al.,* 2008). E ainda pode ser relacionado com a geração de resíduos onde corresponde 40% do estoque total de RCC (HENDRIKS *et al*., 2007).

Além dos impactos ambientais já citados, ainda há os referentes a manutenção e ao uso dos empreendimentos, onde esse segundo está diretamente relacionado ao cliente final, porém este uso sustentável tem forte relação com as escolhas tomadas na fase de projeto e execução. A escolha por parte dos projetistas e responsáveis pela compra dos materiais, podem influenciar nos impactos a longo prazo. Escolhas de equipamentos mais econômicos, com certificação ambiental, produzidos com materiais recicláveis ou de baixa poluição ambiental, que gerem menor consumo de energia e água, que garantam melhor conforto térmico, ambientes com melhor iluminação e ventilação, entre outros, contribui significantemente para a sustentabilidade da construção na fase de utilização.

Para Wackernagel & Rees (1998) e Sampaio (2016), há um dilema relacionado ao conceito de desenvolvimento sustentável na construção civil, essa discussão reflete um conflito de interesses entre o movimento ambientalista e os empresários, onde uma parte visa a proteção do meio ambiente independente da realidade econômica e social e a segunda parte prioriza a venda de materiais e equipamentos contra a poluição. Portanto, percebe-se a necessidade de parametrizar esses conceitos para que os problemas socioeconômicos e ecológicos possam ser sanados e, pensar como “sociedades sustentáveis” voltadas principalmente para o desenvolvimento harmonioso das pessoas e de suas relações com o conjunto do mundo natural.

Segundo Sachs (2009) é necessário uma abordagem holística e interdisciplinar, na qual cientistas naturais e sociais trabalhem juntos em favor do alcance de caminhos sábios para o uso e aproveitamento dos recursos da natureza, respeitando a sua diversidade. A sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos

pela natureza, portanto, a conservação e o aproveitamento racional da natureza devem andar juntos com escolhas estratégicas de modo que não seja preciso prejudicar a natureza e/ou destruir a diversidade para produzir algo, pois todas as atividades econômicas estão solidamente fincadas no ambiente natural.

Sauvé (1997) comenta que uma expressão apropriada onde daria a educação ambiental um objetivo mais rico fosse: educação ambiental para o desenvolvimento de sociedades responsáveis. Diante disso, talvez o caminho mais fácil e produtivo para definir desenvolvimento sustentável, seja através da discussão da sustentabilidade de forma ampla, envolvendo todos os setores, o que vai além do buraco na camada de ozônio e o efeito estufa.

Portanto, é autodestrutivo pensar no desenvolvimento econômico sem propor alternativas para alcançar a sustentabilidade necessária à preservação da integridade ecológica e da saúde humana. É evidente a preocupação com a gestão dos recursos naturais e a necessidade de mensurar os impactos ambientais provenientes do setor da construção civil, para assim propor alternativas que visem minimizar os efeitos do aquecimento global, causados pelos Gases de Efeito Estufa (GEE), melhorar o aproveitamento dos materiais com a menor geração de resíduos, reutilizar e/ou reciclar os materiais, planejar e executar com eficiência visando a sustentabilidade na cadeia da construção civil observando o tripé economia-ambiente-social.

2.2 Sustentabilidade na Construção Civil

Segundo a Fundação Getúlio Vagas (FGV) Projetos e LCA Consultoria (2010) a expectativa é que no Brasil o setor da construção civil dobre de tamanho até o ano de 2022. Esse crescimento gera consequências ambientais que por muito tempo foram negligenciadas, visando apenas custo, qualidade e tempo. Esse crescimento associado aos impactos causados pelo setor fez com que a construção civil fosse apontada como a “vilã da natureza”, sendo um dos setores mais poluentes.

Com o crescimento da construção civil sem medidas sustentáveis a poluição do planeta irá aumentar consideravelmente e os recursos naturais serão minimizados atingindo pontos críticos de impactos ambientais que irão prejudicar a população e a

capacidade industrial. Entretanto, é possível modificar esse cenário e formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica que se possa manter até um futuro remoto, por meio de medidas sustentáveis. Estas tem sido estudadas para proposição de melhorias na construção civil com objetivo de gerar menos impactos ao meio ambiente.

Logo, as empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras buscando em cada caso soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento. Segundo Araújo (2008) cada empreendimento deve ser tratado entendo sua pluralidade e complexidade.

> "Uma obra sustentável jamais pode ser copiada sem deixar de ser fiel a si mesma, pois é um sistema 'vivo', que obedece ao princípio de que 'cada organismo tem sua própria necessidade de interação com o meio'. Não há, portanto, uma 'receita de bolo' para uma obra sustentável, mas pontos em comum que devem ser atingidos, de conformidade com a máxima da Rio-92: "Pensar global e agir local". É a partir do local de implantação e de todas suas interações (ecológicas, sociais, econômicas, biológicas e humanas), do perfil do cliente e das necessidades do projeto, que se define uma obra sustentável (ARAÚJO, 2008)".

De uma forma geral, para a construção civil tentar aproximar-se ao conceito de desenvolvimento sustentável é necessário fechar ciclos, desde a extração da matéria-prima a reciclagem e reutilização. Uma vez que o desenvolvimento sustentável é entendido como um processo que leva à mudanças na exploração de recursos, na direção dos investimentos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas mudanças institucionais, todas visando à harmonia e ao entrelaçamento nas aspirações e necessidades humanas presentes e futuras. Este conceito não implica somente multidisciplinariedade, envolve também mudanças culturais, educação ambiental e visão sistêmica (BRANDON, 1998; ANGULO, 2005; JOHN, 2000; ZWAN, 1997).

2.2.1 Estratégias gerenciais e tecnológicas para melhoria do desempenho ambiental

Na falta de normas específicas as empresas com o objetivo de obter reconhecimento internacional do Sistema de Gestão Ambiental começaram a adotar procedimentos contidos na série de normas internacionais ISO 9000, que evitam os defeitos e retrabalhos. O investimento na preservação do meio ambiente com a utilização de processos menos poluidores, atribui respeito, simpatia e melhor competitividade para as empresas através da certificação pela NBR ISO 14001 (YEMAL *et al*., 2011).

Algumas medidas básicas para implantação de um sistema sustentável na construção civil são:

- O uso de novos materiais na construção, ou seja, aqueles que contribuam com a ecoeficiência do processo;
- A introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- A reestruturação da distribuição de zonas residenciais e industriais, utilização do mínimo de terreno e integração com ambiente natural;
- Análise do entorno, com finalidade de não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Gestão sustentável da implantação da obra e adaptação às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Aproveitamento de condições naturais locais, qualidade ambiental interna e externa;
- Redução do consumo energético e aproveitamento e consumo de fontes alternativas de energia, como a energia solar, eólica e a geotérmica;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- O consumo racional de água;

Agopyan & John (2011) descrevem algumas decisões genéricas, representadas na Tabela 2.1, que devem ser tomadas nas fases de projeto e execução, influenciando no desenvolvimento sustentável de um empreendimento nas fases de utilização, manutenção e demolição.

Tabela 2.1 – Decisões genéricas nas diversas fases da construção civil

DECISÕES NA FASE DE...			... QUE INFLUENCIAM NA FASE DE ...		
PROJETO		Localização da obra;	USO		Consumo de água;
		Definição do produto a ser construído;			Consumo de energia;
		Escolha arquitetônica;	MANUTENÇÃO		Períodos de manutenção;
		Especificação de materiais e componentes;			Manutenção preventiva e corretiva;
		Tecnologias a serem empregadas;			Geração de resíduos;
EXECUÇÃO		Processo de execução;	DEMOLIÇÃO		Geração de grandes volumes de resíduos;
		Planejamento da execução dos serviços;			Qualidade dos resíduos;
		Escolha dos materiais;			

Fonte: Adaptação de Agopyan & John, 2011.

Tais medidas colaboram com a conservação do meio ambiente, embora não haja um valor absoluto de sustentabilidade na construção, é importante medir índices através da Análise do Ciclo de Vida (ACV) dos empreendimentos. A ACV tem o objetivo de reduzir o consumo de materiais e as emissões relacionados às várias etapas de geração e de descarte de um produto. Esse conceito liga um determinado produto a um fluxo de processos executados ao longo de uma cadeia produtiva e para além dela, abrangendo o consumo e o pós-consumo, instigando a análise das questões ambientais relacionadas a um produto nesse fluxo, ou seja, ao longo do seu ciclo de vida (DE FIGUEIRÊDO *et al.*, 2014).

De acordo com a NBR ISO 14040 (ABNT, 2001), a ACV avalia os aspectos e impactos ambientais ao longo da vida útil de projeto (VUP), percorrendo desde a aquisição da matéria prima, produção dos materiais, transporte, execução dos serviços, uso, manutenção até a demolição e disposição final dos resíduos (do berço ao túmulo). Recentemente, a construção ganhou normas próprias no âmbito da sustentabilidade, por meio do sistema ISO: ISO 21930 (2007) - *Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção* e ISO 15392 (2008) – *Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais* (ARAÚJO, 2008).

Com a implantação das medidas sustentáveis e a análise dos índices de sustentabilidade, produtividade e economia é possível minimizar os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil por meio da redução do consumo dos materiais, da mitigação de aspectos ambientais, da adequação do processo construtivo à tipologia, do aumento da vida útil, do reuso e reciclagem, da implantação de fontes renováveis e do auxílio da implantação de abordagens e estratégias tecnológicas, estas estratégia são abordadas a seguir.

2.2.1.1 Redução do consumo de materiais

De acordo com Agopyan & John (2011) são extraídos, a cada ano, cerca de 10 toneladas de matérias-primas para cada habitante, onde cerca de 1/3 desses recursos naturais vão para a produção de materiais cimentícios, considerando a combinação da produção do cimento com uma grande quantidade de agregados e água envolvidos no processo. Portanto a construção civil é o setor que possui o maior consumo de materiais em todas as sociedades com um aumento ininterrupto, tornando-se responsável pelo elevado consumo de energia, água e pela geração de resíduos sólidos e gasosos.

Da matéria-prima extraída na natureza, Matthews *et al.* (2000) estimam que apenas em um ano, cerca de ½ a ¾ do total extraído retornam como resíduos, em consequência a massa de entulho gerada é cerca de 2 vezes maior do que a massa de produtos consumidos. Portanto, quanto maior a extração de matérias-primas, maior será o volume de resíduos gerados, tornando a redução desse consumo um fator decisivo para a minimização dos impactos causados ao meu ambiente decorrente da indústria da construção civil, porém é necessário desvincular o desenvolvimento dos impactos ambientais. Ou seja, manter o crescimento do setor com menores quantidades de materiais, diminuindo, a carga poluente.

Um dos desafios é a desmaterialização, ou seja, a redução do consumo de materiais promovida em primeiro plano com a minimização da extração de matérias-primas, seguido da otimização dos recursos com o objetivo de minorar a geração de resíduos sólidos. Posteriormente, com a reciclagem de um volume significativo desses

resíduos, finalizando com a reintrodução desse material beneficiado na construção. A sustentabilidade nesse processo é evidente devido a formação de um ciclo, produção-consumo-reciclagem, onde apenas uma pequena parte do material é perdida, gerando assim menos entulhos destinados a aterros.

Com isso há a necessidade de introduzir no mercado materiais ecoeficientes e duráveis, que demande uma menor manutenção e geração de resíduos sólidos, também àqueles com menor energia incorporada no processo de extração, produção e transporte, e principalmente os produzidos a partir de materiais recicláveis ou com potencial para tal.

A redução do consumo de materiais associada a reciclagem e substituição de matéria-prima por materiais reciclados (reuso) minimiza a extração de matéria bruta na natureza e, portanto, gera um menor impacto ambiental. De acordo com Araújo (2008) é importante evitar ou minimizar o uso de materiais sobre os quais pairem suspeitas ou que reconhecidamente acarretem problemas ambientais, tais como o Policloreto de vinil (PVC), que gera impactos em sua produção, uso e descarte/degradação e alumínio (que provoca grandes impactos ambientais para sua extração e requer imensos gastos energéticos durante sua produção e mesmo reciclagem, se comparado a outros materiais). Outros produtos, quando na ausência de opções mais eco-eficientes, devem ser usados criteriosamente.

2.2.1.2 Mitigação de aspectos ambientais

Segundo a NBR ISO 14001 (ABNT, 1996), o aspecto ambiental é qualquer elemento de atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente, o impacto ambiental por sua vez é qualquer modificação do meio ambiente que resulte das atividades, produtos ou serviços de uma organização, seja uma modificação benéfica ou adversa. A NBR ISO 14004 (ABNT, 1996), relaciona o impacto ambiental como a alteração que ocorre no meio ambiente resultante do aspecto ambiental, gerando assim, uma relação de causa e efeito.

Portanto, é recomendado que as organizações determinem quais são seus aspectos ambientais, referentes as emissões atmosféricas, lançamento em corpos

d’água, gerenciamento de resíduos, contaminação do solo, uso de matérias primas e recursos naturais e as questões locais relativas ao meio ambiente e a comunidade para prever os efeitos causados por esses aspectos em forma de impactos (NBR ISO 14001 - ABNT, 1996).

Esses aspectos são identificados na fase de planejamento, execução, uso, manutenção e demolição de um empreendimento, através de inventários que levantam todas as entradas e saídas dos processos relacionados a determinado produto, ou seja, determinam os aspectos ambientais considerando cada etapa do ciclo de vida resultando em um levantamento quantitativo, armazenado nos bancos de dados, que será alvo da avaliação de impacto ambiental. Todos os aspectos ambientais integrantes do inventário, em cada etapa analisada, são somados, gerando totais de retirada de recursos naturais e de emissões (DE FIGUEIRÊDO *et al.*, 2014).

Segundo Souza *et al.* (2015) o setor da construção civil se caracteriza como um dos que mais utilizam recursos naturais e dos que mais geram desperdícios desnecessários e impactos ao ambiente, desde a produção dos insumos utilizados até a execução da obra e sua operação. No Brasil estimasse que 75% do que é extraído para a construção é proveniente do meio natural. A utilização de recursos em grande quantidade acaba por promover perdas por falhas e omissões nos projetos e até na execução, produzindo resíduos. Para minimizar os impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil é necessário controlar os consumos das matérias-primas, energia, insumos e emissões geradas.

2.2.1.3 Adequação do processo construtivo a tipologia

Adequar o processo construtivo de cada empreendimento às diversas tipologias faz parte das medidas sustentáveis, sendo necessário que os edifícios sejam produzidos de maneira a serem operados e mantidos com o menor consumo de recursos e com facilidade para serem reformados.

Identificar a equipe ideal para desenvolver cada tipo de atividade no processo construtivo é de grande importância, portanto é ideal quantificar a produtividade

individual e por equipe para otimizar a produção. Esse tipo de análise deve ser desenvolvida para cada tipologia, aproveitando ao máximo os pontos fortes da sua equipe.

2.2.1.4 Aumento da vida útil

É inevitável que com o tempo os edifícios tendem a deteriorar-se devido as ações físicas, químicas e mecânicas a que estão submetidos. Na ausência de manutenção ou quando atingido a vida útil, partes das edificações atingem um estado de degradação excessiva, podendo em casos extremos ocasionar ruína total ou parcial do edifício. Devido à grande quantidade de recursos naturais e culturais envolvidos que devem ser preservados, o aumento da vida útil de projeto é de extrema importância para a durabilidade das edificações.

Ao mencionar vida útil há facilmente uma correlação com durabilidade, portanto, ao aplicar medidas para aumentar a vida útil de um empreendimento o tornará mais durável, consequentemente mais sustentável, partindo do pressuposto que os recursos destinados a produção desse bem irá demorar mais tempo a ser degradados, reduzindo a geração de resíduos da construção e demolição.

Com a adoção do processo cíclico quando as edificações atingem sua vida útil e são demolidas, os resíduos gerados tendem a ser reciclados e/ou reutilizados em maior volume, aumentando assim a vida útil dos materiais com a reintrodução na produção de novos empreendimentos.

A durabilidade de um empreendimento não está apenas vinculada a vida útil última, decorrente da degradação do edifício, mas também depende da obsolescência definida como vida útil de serviço, promovida pela mudança nas exigências do usuário. Nesse caso, o julgamento social condena o imóvel por sua incapacidade de adaptação as necessidades atuais. Portanto, nem sempre é possível combater os impactos do setor da construção civil maximizando a vida útil de projeto, pois as construções quando obsoletas são substituídas por outras mais modernas gerando assim mais consumo, recursos, geração de resíduos e, consequentemente, poluição ambiental.

2.2.1.5 Reuso e reciclagem

Segundo Jacobi & Besen (2011) desde a Conferência Rio 92 foram incorporadas na gestão sustentável de resíduos sólidos novas prioridades, como a redução de resíduos nas fontes geradoras e da disposição final no solo, a maximização do reaproveitamento, da coleta seletiva e da reciclagem com inclusão socioprodutiva de catadores e participação da sociedade, a compostagem e a recuperação de energia.

Os resíduos da construção civil provêm de diversas fontes, são geradas na produção dos materiais, nas perdas durante o armazenamento, no transporte, na construção, manutenção e demolição. As fases de construção e demolição são consideradas as maiores geradoras de resíduos sólidos, portanto a gestão inadequada principalmente nesses momentos podem causar diversos impactos socioambientais como a intensificação das enchentes, poluição do ar, degradação do solo, comprometimento de mananciais e copos-d'água, entre outros.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), regulamentada por meio do Decreto nº 7.404, reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, visando uma ordem de prioridade da não-geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequadas dos rejeitos.

A PNRS (BRASIL, 2010) ainda, fortalece os princípios da gestão integrada e sustentável de resíduos, propondo a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, ou seja, considerando o conjunto desde os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e da limpeza urbana onde ambos são responsabilizados pelos resíduos gerados e pelos impactos causados a saúde humana e ao meio ambiente, fortalecendo os princípios da gestão integrada e sustentável de resíduos, propondo a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Para a maior eficiência na reciclagem dos materiais é necessário que esses produtos beneficiados também sejam de fácil reciclagem após sua vida útil. Mesmo

após esse ciclo sustentável de reciclagem, o uso desses materiais renováveis não podem substituir todos os outros materiais sem envolver grandes transformações industriais (JOHN *et al.*, 2001), e em alguns casos esse processo de beneficiamento poderá gerar mais impactos ambientais que os próprios resíduos. A PNRS (BRASIL, 2010), fortalece os princípios da gestão integrada e sustentável de resíduos, propondo a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Portanto, é cada vez mais evidente a necessidade conscientizar ambas as partes envolvidas na construção civil quanto aos impactos ambientais e implantar estratégias e tecnologias que tornem o padrão de produção e consumo mais sustentáveis, de forma a atender as necessidades atuais e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras, com objetivo de reduzir a geração de resíduos e/ou potencializar o reuso e a reciclagem.

2.2.1.6 Fontes renováveis

De acordo com John *et al.* (2001) a mudança da fonte de energia do carvão, onde seu processo produtivo gera grandes impactos ambientais, para uma fonte de energia renovável e limpa irá resolver os problemas de aquecimento global da atmosfera e de chuvas ácidas. Segundo Araújo (2008) os edifícios devem ser concebidos de modo a assegurar uma gestão eficiente dos consumos energéticos, sendo necessário resolver ou atenuar as demandas de energia geradas pela edificação, tanto na fase de construção até fase de utilização, preconizando o uso de energias renováveis e sistemas para redução no consumo de energia e climatização do ambiente.

O Balanço Nacional de 2015, através do U.S. *Energy Information Administration*, quantificou a geração por fontes alternativas como a geotérmica, eólica, solar, das marés, das ondas, biomassa e dos resíduos, nos 10 maiores países do mundo referente ao ano de 2012 (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Geração por fontes alternativas no mundo - 10 maiores países em 2012 (TWh)

	2008	2009	2010	2011	2012	Δ% (2012/2011)	Part. % (2012)
Mundo	**560,5**	**646,7**	**765,4**	**934,5**	**1.068,8**	**14,4**	100
Estados Unidos	137,9	156,2	180,0	208,1	232,1	11,5	21,7
China	17,4	29,8	57,1	110,0	147,2	33,8	13,8
Alemanha	74,2	80,8	89,4	109,7	121,7	11,0	11,4
Espanha	39,6	48,4	56,0	57,0	66,4	16,5	6,2
Itália	18,2	21,9	28,0	40,0	50,3	26,0	4,7
Japão	30,4	30,7	33,8	35,3	47,6	34,8	4,5
Brasil[1]	20,7	23,9	33,7	34,9	40,3	15,5	3,8
Índia	15,8	19,9	22,1	30,8	35,4	14,8	3,3
Reino Unido	18,2	21,7	23,6	30,6	35,0	14,4	3,3
França	12,0	14,6	17,9	22,0	24,6	12,3	2,3
Outros	176,3	198,9	223,7	256,0	268,0	4,7	25,1

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2015.

No Brasil, as fontes alternativas são predominantemente da biomassa (lenha, bagaço de cana de açúcar e lixívia) e eólica. Apesar da limitação, o país ainda é o 7º com maior geração de energia limpa, segundo o Balanço Energético Nacional (2015) com um crescimento em 2012 de 15,5% referente a 2011, superior à taxa mundial (11,5%), sendo o 5º pais com o maior crescimento no setor referente ao período.

Apesar do crescimento na geração de energias alternativas, no Brasil a geração de energia elétrica nos últimos anos (Tabela 2.3) ainda necessita de maior investimentos em fontes renováveis e a minimização de uso de combustíveis fósseis.

Tabela 2.3 – Geração elétrica por fonte no Brasil (GWh)

	2011	2012	2013	2014	Δ% (2014/2013)	Part. % (2014)
Total	**531.758**	**552.498**	**570.835**	**590.479**	**3,4**	**100**
Gás Natural	25.095	46.760	69.003	81.075	17,5	13,7
Hidráulica	428.333	415.342	390.992	373.439	-4,5	63,2
Derivados de Petróleo	12.239	16.214	22.090	31.668	43,4	5,4
Carvão	6.485	8.422	14.801	18.385	24,2	3,1
Nuclear	15.659	16.038	15.450	15.378	-0,5	2,6
Biomassa	31.633	34.662	39.679	44.733	12,7	7,6
Eólica	2.705	5.050	6.578	12.210	85,6	2,1
Outras	9.609	10.010	12.241	13.590	11,0	2,3

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2015.

De acordo com o Balanço Energético Nacional (2015) as energias limpas provenientes da biomassa e do vento correspondem juntas a menos de 10% da geração de energias no Brasil em 2014. Porém pode ser observado que a eólica obteve o maior crescimento percentual de 2011 para 2012, no ano seguinte houve uma estagnada aumentando a geração, aproximadamente, em 30% referente ao ano anterior e em 2014 partiu de 6.578 GWh (em 2013) para 12.210 GWh, com o maior crescimento do período.

Diante do exposto pode-se observar a importância da substituição de energias provenientes de combustíveis fósseis por fontes renováveis com o objetivo de minimizar os impactos gerados com a poluição do meio ambiente e garantir a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras.

2.2.1.7 Abordagens e estratégias tecnológicas

Segundo May *et al.* (2003), os efeitos negativos sobre o meio ambiente são resultados de decisões e ações passadas, sugerindo uma interdependência temporal. Portanto as abordagens e estratégias tecnológicas que visão a sustentabilidade devem ser introduzidas desde a fase inicial onde há a decisão de construir, considerando os impacto da construção planejada, em termos de resíduos. Nessa fase é necessário que haja maior flexibilidade para permitir mudanças a longo prazo na fase de construção. Ao planejar e projetar os empreendimentos pode-se optar por economizar materiais, reduzindo portanto a quantidade de resíduos que serão gerados (HENDRIKS *et al*., 2007).

A introdução de tecnologias construtivas permite interferir significantemente no desempenho das edificações, a título de exemplo, pode-se reduzir o peso das construções através da utilização de uma solução construtiva leve com a diminuição de massa e consequentemente menor impacto ambiental gerado pelo baixo consumo de materiais, sem perder o desempenho térmico e acústico. Também pode-se minimizar o volume de resíduos gerados na fase de construção com a utilização de sistemas pré-fabricados, de dimensões padrão, estratégia definida na fase de concepção de projeto.

O apoio à inovações para minimização e adaptação às mudanças climáticas é parte integrante das estratégias para diminuir a poluição ambiental, dentre as oportunidades de inovação pode ser citado:

- Ferramentas de gestão, com indicadores simplificados, como análises do ciclo de vida, que permitam que as empresas possam medir sua pegada de carbono;
- Novos materiais e melhorias da rota de produção e consumo de materiais existentes para a mitigação das emissões;
- Sistemas de baixo custo para captura de carbono;

É necessário reconhecer também que a economia de energia é muito importante em qualquer estratégia de desenvolvimento sustentável, considerando os benefícios ambientais, econômicos e sociais. Além da minimização no uso de

energias, é extremamente necessário o investimento em energias renováveis. Na fase de planejamento engenheiros e arquitetos precisam ter uma visão sustentável, prevendo tecnologias e estratégias com objetivo de aproveitar melhor a luz natural e a ventilação do ambiente, além de utilizar materiais com menor consumo energético.

Dentre as estratégias para minimizar os impactos ambientais provenientes do setor da construção civil, há a seleção de produtos para projetos sustentáveis, onde o arquiteto desempenha papel decisivo. Agopyan e John (2011) descreveram os erros mais comuns dessa seleção:

- Desconsideração dos impactos sociais – produtos aparentemente "ecoeficientes" associados a sonegação de impostos, desrespeito a legislação social e ambiental, utilizando mão de obra semiescrava na sua produção;
- Foco em apenas um aspecto – onde um produto atende a uns requisitos de sustentabilidade, porém peca em outro(os);
- Comparação de produtos com funções ou períodos diferentes;
- Utilização de dados fora do contexto – sem adequação ao tempo e realidade local;
- Desconsideração da durabilidade ou vida útil nas condições de uso – utilização de produtos sustentáveis e não duráveis geram mais resíduos;
- Desconsideração do impacto do transporte – produtos sustentáveis que tornam-se inviável ambientalmente transportar em grandes distancias;
- Priorização de materiais tradicionais – utilizados tradicionalmente sem considerar os impactos e sem substituir por materiais alternativos sustentáveis;
- Energia incorporada – comparação da energia incorporada na produção sem considerar qual tipo de energia utilizada e os impactos no consumo energético dos edifícios;
- Desconsideração das perdas durante a construção – escolha de diferentes produtos, práticas de gestão e detalhes de projetos possuem perdas maiores do que outros;
- Decisão baseada em declarações não verificadas e não abrangentes – vantagens incorporadas pelos fabricantes de acordo com regras, critérios de medida e amostragem que não são públicos e verificáveis;

- Desconsideração do efeito durante o uso da construção – em algumas situações os impactos na fase de construção são maiores para garantir uma redução dos impactos na fase de uso;
- Esquecimento das implicações para os usuários ou operadores – ausência de prática de treinamento dos usuários quanto a intervenções necessárias para garantir a sustentabilidade;
- Não emprego do conceito de desempenho – produtos que não têm desempenho ou qualidade adequados, ou apresentam altas taxas de falhas, acabam sendo substituídos com maiores frequências, aumentando os impactos.

Assim, pode-se observar que não devem existir listas genéricas de produtos “verdes”, há a necessidade de pensar globalmente entendendo os impactos causados ao meio ambiente com uma visão em nível mundial, porém deve-se agir sem ignorar a dimensão local de sustentabilidade.

Além da escolha eficiente dos materiais, a decisão quanto ao método de construção também causa uma influência significativa na sustentabilidade do empreendimento, por exemplo, com a utilização de elementos que possam ser desmontados ao invés de demolidos e o uso de produtos e técnicas que permitam a facilidade de demolição e separação na fase posterior (HENDRIKS *et al*., 2007).

Em linhas gerais, é perceptível que a durabilidade dos empreendimentos depende muito mais de conhecimento do que em recursos, pequenos investimentos e algumas mudanças nos detalhes na concepção de projeto e na construção, podem por exemplo, proporcionar maior proteção ao componente contra os fatores de degradação, aumentando consequentemente a sua vida útil sem uma alteração significativa na carga ambiental total, o uso de elementos pré-fabricados também resulta na geração de menos resíduos, algumas decisões de planejamento podem ainda controlar a velocidade de obsolescência do edifício, facilitando o processo de demolição e reutilização dos componentes. Para tanto, devem ser utilizadas tecnologias construtivas e materiais de construção que sejam duráveis, com foco em edifícios mais flexíveis que permitam ajustes a novas utilizações (JOHN *et al.*, 2001).

2.2.2 Avaliação Ambiental e Certificação de Edifícios

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2015), a avaliação ambiental deve oferecer subsídios para consolidação de uma política de inserção da temática ambiental nas políticas setoriais, públicas ou privadas, relacionadas ao licenciamento ambiental e aos instrumentos de avaliação de impacto ambiental. Além do desenvolvimento de estudos e metodologias de avaliação de impacto ambiental que visam ao aprimoramento constante dos procedimentos de licenciamento ambiental.

Para a realização de uma avaliação ambiental podem ser aplicadas diferentes metodologias fundamentadas em critérios ou referenciais de qualidade pré-estabelecidos, visando obter um diagnóstico ambiental. Uma opção bastante requerida para a avaliação de produtos é a Análise do Ciclo de Vida (ACV), que é normatizada por um conjunto de normas da série ISO 14000 e utilizada para tomada de decisão por avaliar toda a cadeia produtiva.

Nacionalmente, os princípios gerais da ACV são estabelecidos através da NBR ISO 14040 (ABNT, 2001), a NBR ISO 14041 (ABNT, 2004a) define o escopo e análise do inventário, a avaliação dos impactos ambientais é abordada na NBR ISO 14042 (ABNT, 2004b) já a NBR ISO 14043 (ABNT, 2005) é voltada para a interpretação do ciclo de vida.

Segundo a NBR ISO 14040, 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, a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas e a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos.

Soares *et al.* (2006) descrevem essa série de etapas da Análise de Ciclo de vida. Inicialmente há a definição do sistema com a delimitação do objetivo do estudo, quais etapas serão consideradas para análise (fronteiras do sistema) e unidade de comparação que permite considerar simultaneamente a unidade do produto e da sua função. Após essa definição inicial, são realizados os inventários ou o balanço de

massa-energia, que possibilitam apontar as limitações e perceber se há necessidade de obter mais informações, podendo gerar mudanças de forma a assegurar que o fluxo de entrada encontre uma saída com unidade funcional.

Na terceira etapa da ACV é realizada a avaliação de impacto ambiental, que permite, através do uso de um modelo apropriado, agregar os fatores de impacto nas suas categorias a nível local, regional e global. Essa fase resulta em uma gama de indicadores ambientais, possibilitando a compreensão do ciclo de vida do edifício e seus impactos através de um perfil ambiental. Determinados os critérios de impacto ambiental é definida uma base de comparação que permita agrega-los convenientemente, através de métodos de avaliação. Por fim, faz-se um estudo de sensibilidade e de incerteza de dados para garantir a confiabilidade do resultado (SOARES, 2006).

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA), é outra ferramenta muito importante, composta basicamente por identificação do problema e previsão das futuras intervenções necessárias. Esse estudo é realizado antes da fase de construção com o objetivo de obter a licença prévia do empreendimento, de acordo com Sánchez (2015), existem quatro estágios de abordagem ambiental:

- **Conformidade ambiental** – Atendimento a exigências ambientais estipuladas por legislação e pelos órgãos ambientais competentes.
- **Conformidade normativa** – Atendimento voluntário às exigências estabelecidas em normas técnicas ambientais de gestão e de processos (constitui pressuposto básico para inserção competitiva no mercado).
- **Ecoeficiência** – Adoção de processos de produção em conformidade com os requisitos ambientais, considerando a avaliação dos impactos no meio ambiente, a mensuração dos respectivos custos ambientais e o princípio da melhoria contínua como fatores diferenciais.
- **Econegócio** – inserção em mercados de padrões de consumo ambientalmente responsável, a partir de pesquisa, geração ou fornecimento de produtos e serviços sustentáveis que incorporem saltos tecnológicos significativos para a conservação ambiental.

Entretanto, as metodologias das avaliações ambientais por si só não resolvem os problemas ambientais e não podem ser generalizadas, pois a maioria delas são baseadas nas legislações locais, regulamentos e solução construtivas convencionais. Devido a diversidade apresentada em regiões e culturas construtivas diferentes, as avaliações devem ser adaptadas a realidade local para auxiliar nas tomadas de decisão através de análises dos processos, avaliação e comparação dos produtos para que haja uma seleção adequada de materiais, além de auxiliar na elaboração de políticas em prol da sustentabilidade.

As Avaliações Ambientais tendem a estimular o mercado a melhorar a qualidade ambiental nas fases de planejamento, execução, manutenção e demolição quando vinculadas a alguma certificação de desempenho e é através do diagnostico ambiental que se classificam as certificações dos edifícios, descrevendo os variáveis níveis.

2.2.2.1 Building Establishment Assessment Method - BREEAM

Primeiro sistema de avaliação de desempenho ambiental e mais conhecido, foi desenvolvido no Reino Unido na década de 1990 por pesquisadores do *Building Research Establishment* (BRE) e do setor privado com o objetivo da especialização e da avaliação de desempenho dos edifícios (BALDWIN *et al.*, 1998). É considerada a metodologia internacionalmente mais aceita, principalmente devido a abrangência do sistema em aspectos como energia, saúde, produtividade, impacto ambiental, vantagens financeiras, entre outros, favorecendo o emprego de adaptações em diversos países.

Aplicada em mais de 70 países em todo o mundo e com aproximadamente 1000 licenças (BREEAM, 2015) vem incentivando a minimização das agressões ambientais e a melhoria do ambiente interno, através dos objetivos do sistema de avaliação. São alguns deles (LOPES, 2010):

- Destacar os benefícios de edifícios sustentáveis e informar aos projetistas, operários e proprietários a importância de gerar menor impacto ambiental.

- Incentivar a utilização de melhores práticas a favor do meio ambiente, desde o planejamento a desconstrução (do berço ao túmulo);
- Criar parâmetros e padrões ambientais que não são impostos na legislação vigente;
- Classificar os edifícios mais sustentáveis, diferenciando-os pelo menor impacto ambiental no mercado.

O sistema BREEAM atribui a certificação de desempenho através de um *checklist* para edifícios novos e questionário para os já existentes, onde os créditos ambientais são ponderados conforme o atendimento mínimo de itens de projeto, operação e desempenho dos edifícios, definindo por classes conforme a quantidade de créditos e possui uma variação de versões desenvolvidas para cada tipo particular de edifícios conforme a Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Versões de sistema de avaliação BREEAM

Versões BREEAM	Edificações aplicáveis
Offices	Escritórios (novos, existentes e em uso)
EcoHomes	Habitações unifamiliares (novos ou modificados)
Multi-residential	Edifícios multifamiliares
Industrial	Industriais novos
Courts	Tribunais ou edifícios similares
Healthcare	Hospitais ou edifícios similares
Education	Instituição de ensino
Prisons	Prisões ou edifícios similares
Retail	Edifícios comerciais
Bespoke	Demais edificações que não se incluem nos anteriores

Fonte: BALDWIN *et al.*, 1998.

Respeitando as devidas ponderações, levando em consideração as condições locais e às necessidades de cada tipologia, ambas as versões, apesar de distintas, englobam os aspectos referentes a saúde e bem-estar, gestão, ocupação do solo e ecologia local, uso de energia, água e materiais, transporte, geração de resíduos, poluição e inovação. Essas ponderações permitem classificar as edificações em 6 (seis) diferentes níveis de certificação, conforme a Tabela 2.5 (BREEAM, 2015).

Tabela 2.5 – Níveis de classificação do BREEAM

Níveis de Classificação	Índice de Desempenho
Unclassified	< 30%
Pass	≥ 30% e < 45%
Good	≥ 45% e < 55%
Very Good	≥ 55% e < 70%
Excellent	≥ 70% e < 85%
Outstanding	≥ 85%

Fonte: BREEAM, 2015.

O BREEAM serviu de base a outras metodologias de avaliação ambiental orientadas para o mercado, como o LEED (Estados Unidos), o CASBEE (Japão) e o Green Star (Austrália). Estes sistemas, desenvolvidos para serem facilmente incorporados por projetistas e pelo mercado em geral, tem uma estrutura simples, geralmente com uma lista de verificação (*checklist*) vinculada a algum tipo de certificação de desempenho (SILVA, 2003).

2.2.2.2 Leadership in Energy and Environmental Design - LEED

Desenvolvido em 1994 pelo *United States Green Building Council* (USGBC) e financiado pela *National Institute of Standards and Techonology* (NIST) nos Estados Unidos da América, está presente em 41 países, inclusive no Brasil. O sistema de

classificação LEED tem como objetivo implementar práticas ambientalmente responsáveis nas fases de projeto e execução, fomentando o desenvolvimento sustentável. Segundo Fossati (2008) o LEED é considerado o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento.

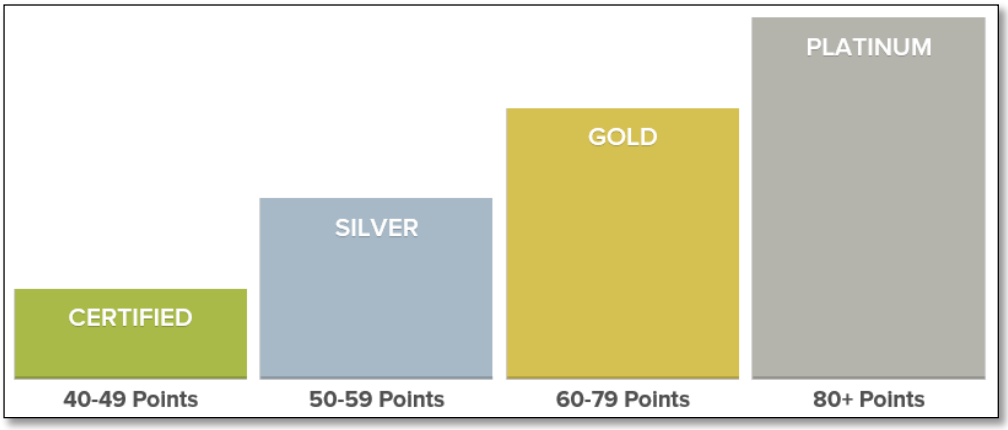
Para receber a certificação LEED, o empreendimento deve satisfazer os pré-requisitos e ganhar pontos para alcançar diferentes níveis de certificação. Para cada sistema de classificação há pré-requisitos e créditos diferentes, baseados nas seguintes categorias (USGBC, 2015):

- Localização e transporte – LT: incentivando o desenvolvimento compacto, transporte alternativo, e conexão com todas as comodidades, tais como restaurantes e parques. Considerando os recursos existentes da comunidade envolvente e como isso afeta a infraestrutura dos ocupantes e o desenvolvimento ambiental;
- Locais Sustentáveis – SS: Enfatizam as relações entre os edifícios, o ecossistema local e regional e a biodiversidade, com decisões sobre o ambiente em torno do edifício;
- Eficiência da Água – WE: Diminuir o consumo de água em todos os níveis, com uma abordagem com foco na conservação e eficiência no uso da água. Desenvolvimento de sistemas eficientes de irrigação e reutilização, e reconhecimento de fontes não potáveis e alternativas, para além de um programa de reeducação do uso da água;
- Energia e Atmosfera – EA: Aborda a redução do uso da energia, estratégias de eficiência energéticas e fontes de energias renováveis, assegurando que os sistemas sejam projetados de maneira mais sustentável;
- Materiais e Recursos – MR: Concentra em minimizar a energia incorporada e outros impactos associados em todo processo da fabricação dos materiais, com objetivo de melhorar o desempenho do seu ciclo de vida. E ainda, reduzir os desperdícios de materiais e recursos em todas as fases da construção do edifício;

- Qualidade Ambiental Interna – EQ: Estabelecer um desempenho mínimo da qualidade ambiental do ar, iluminação e acústica do espaço interno. Prevenir o desenvolvimento dos problemas em edificações provenientes da qualidade ambiental interna, mantendo a saúde e bem-estar dos ocupantes;
- Inovação – IN: Reconhecer características ambientais inovadores de projetos, práticas e estratégias, de modo que seja mantido a constante evolução e melhoramento com a introdução de novas tecnologias;
- Prioridade Regional – RP: Incentiva as equipes de projeto concentrar-se em suas prioridades ambientais locais, através das particularidades de cada região.

Conforme a pontuação adquirida com o atendimento destas categorias, o sistema LEED distingue 4 níveis de certificação (Figura 2.1), válidos por 5 anos, caso não haja exigência de revisão em período inferior. O empreendimento obterá o nível Certificado caso atinja entre 40 e 49 pontos acumulados, Prata entre 50 e 49 pontos, Ouro para os empreendimento que obtiverem entre 60 e 79 pontos e Platina àqueles com mais de 80 pontos (USGBC, 2015).

Figura 2.1 - Níveis de certificação LEED



Fonte: USGBC, 2015

No caso de edifícios novos essas pontuações são divididas estrategicamente nas oito categorias, sendo no máximo 32 pontos para LT, 9 para SS, 11 para WE, 30 pontos para EA, 13 para MR, 16 para EQ, 6 pontos para IN e 4 pontos para RP

(USGBC, 2015). Essas ponderações são distintas para cada aplicação, ou seja, cada sistema de requisitos são agrupados de modo a atender as necessidades específicas de tipos de projeto e das particularidades de cada construção. Há cinco sistemas de classificação LEED (Tabela 2.6) desenvolvidas para as diferentes aplicações.

Tabela 2.6 – Versões de sistema de classificação LEED

Versões LEED	Aplicação
BD+C (Building Design and Construction)	Edifícios (novos ou em grande reforma)
ID+C (Interior Design and Construction)	Projetos de interiores (comerciais, hospitalares, entre outros)
O+M (Building Operations and Maintenance)	Edifícios existentes em manutenção ou pequena reforma (escolas, hotéis, armazéns...)
ND (Neighborhood Development)	Projetos de desenvolvimento de terra para uso residencial ou não-residencial.
HOMES (Homes)	Casas unifamiliares.

Fonte: USGBC, 2015

2.2.2.3 Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency - CASBEE

O sistema CASBEE foi desenvolvido no Japão em 2002 e é constantemente atualizado pelo *Japan Sustainable Building Consortium* (JSBC), inspirado na GBTool, trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício (Building Environmental Efficiency - BEE). Em 2005 iniciou-se o processo de certificação de edifícios, com a avaliação de diversas tipologias (escritórios, escolas, hospitais e multi-residenciais, entre outros). Este sistema é composto por quatro ferramentas de avaliação relacionadas às fases do ciclo de vida do edifício, conforme a Tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Ferramentas de avaliação CASBEE

Versões	Aplicação
CASBEE-PD	Fase de pré-projeto, planejamento do edifício, escolha do terreno, etc.
CASBEE-NC	Novas Construções - especificações de projeto e o desempenho previsto.
CASBEE-EB	Edifícios Existentes – especificações e desempenho atuais durante a operação.
CASBEE-RN	Projeto e Construção de Reformas - avalia as melhorias de especificações e desempenho.

Fonte: Adaptação de JSBC, 2016.

As avaliações do CASBEE-NC, objeto do estudo, são realizadas em três estágios distintos, sendo eles: ao final do projeto preliminar, ao final do projeto executivo e ao final da etapa de construção. Os resultados da são válidos por três anos após a construção, necessitando posteriormente da avaliação CASBEE-EB.

A principal diferença do CASBEE para os outros métodos de avaliação está no conceito de ecossistemas fechados, isto é, para determinar a capacidade ambiental relacionada ao edifício a ser avaliado é proposto um espaço hipotético fechado delimitado pelas fronteiras do terreno do edifício. Tem-se então a definição e distinção clara de dois tipos de espaços: o espaço dentro dos limites do terreno (propriedade privada) e o espaço fora dos limites do terreno (propriedade pública), definindo dois fatores a eles relacionados (Fossati, 2008):

i. O fator de cargas ambientais - **L** (Building Environmental Loads), definido como o impacto ambiental negativo que se estende para fora do espaço hipotético;
ii. O fator da melhoria da qualidade e desempenho ambiental do edifício - **Q** (Building Environment Quality and Performance), definido como as melhorias do ambiente para os usuários do edifício.

Como indicador de eficiência ambiental BEE, determina-se a razão entre o fator Q (ambiente interno) e o fator L (ambiente externo). O fator de qualidade interna (Q)

pode ser dividido em três categorias: Q-1 (ambiente interno), Q-2 (qualidade dos serviços) e Q-3 (ambiente externo ao edifício mas dentro do terreno). O fator LR, que representa a redução das cargas ambientais do edifício, também é desmembrado em três categorias: LR-1 (energia), LR-2 (recursos e materiais) e LR-3 (ambiente externo ao terreno). Possuindo no total 80 subitens avaliados (Fossati, 2008).

Quanto a pontuação o edifício é avaliado em cinco níveis, onde o nível 1 refere-se ao atendimento das condições mínimas e o nível 5 representa as melhores práticas do mercado. Após a pontuação de cada item, é realizada a ponderação com o produto entre a pontuação de cada item pelo coeficiente de ponderação (Tabela 2.8).

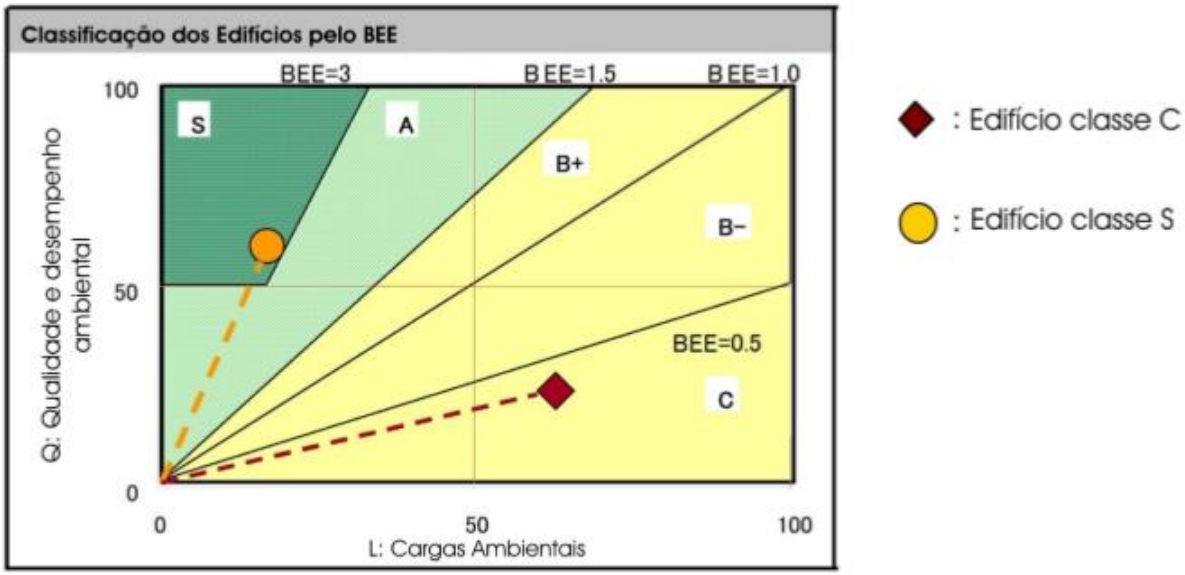
Tabela 2.8 – Coeficientes de ponderação - CASBEE

Categoria	Coeficiente de Ponderação
Q-1	0,4
Q-2	0,3
Q-3	0,3
LR-1	0,4
LR-2	0,3
LR-3	0,3

Fonte: JSBC, 2016.

Após a ponderação os edifícios são definidos conforme o diagrama representado na Figura 2.2, onde podem ser considerados classe C (edifício comum), classe B^-, classe B^+, classe A e classe S (excelente desempenho).

Figura 2.2 – Classificação ambiental do edifício - CASBEE



Fonte: JSBC, 2016

2.2.2.4 Haute Qualité Environnementale - HQE

Desenvolvido na França, o sistema de avaliação HQE baseado em exigências legais e normativas por região, teve sua versão oficial publicada em 2005, integrada na norma da Associação Francesa de Normalização (AFNOR), com a primeira certificação da norma *NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE* um mês após a sua publicação (Fossati, 2008).

Diferente dos demais sistemas o HQE tem uma avaliação qualitativa, sem considerar ponderações, suas certificações são independentes para a fase de projeto, execução e utilização. Possui uma estrutura subdividida em gestão do empreendimento (Système de Management de l'Opération - SMO) e qualidade ambiental (Qualité Environnementale du Bâtiment - QEB). A análise é realizada com base em um perfil ambiental, considerando 4 áreas de avaliação:

- Eco-construção – Escolha dos produtos, sistemas e processos construtivos com o objetivo de diminuir os impactos causados pela obra, relacionando o edifício com a vizinhança;

- Gestão – Com foco eficiência no consumo de energia e água, minimização da geração de resíduos e manutenção do desempenho ambiental adquirido;
- Conforto – Garantir o conforto mínimo do ar, acústica, visual, olfativo e higrotérmico, para proporcionar bem-estar na fase de uso;
- Saúde – Obter a qualidade sanitária do ar, da água e do ambiente em geral.

Para cada questão de cada item é atribuído um nível de desempenho, que varia entre o nível máximo *(Três performant)*, médio *(Performant)* e mínimo *(base)*. Dessa maneira, a certificação é obtida quando a fase analisada possui no mínimo 3 itens com classificação *Três performant* e 4 itens *performant.*

A Tabela 2.9 sintetiza as principais particularidades de cada avaliação ambiental explanadas nesta pesquisa por meio de um quadro comparativo.

Tabela 2.9 – Quadro comparativo entre as certificações ambientais

Certificação Ambiental	Particularidades
BREEAM	Metodologia internacionalmente mais aceita. Aplicação de *checklist* para os edifícios novos e questionários para os já existentes. Englobam aspectos de saúde e bem-estar, gestão, ocupação do solo e ecologia local, uso de energia, água e materiais, transporte, geração de resíduos, poluição e inovação.
LEED	Possui 4 níveis de certificação baseando-se nas categorias: Localização e transporte, Locais Sustentáveis, Eficiência da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Inovação e Prioridade Regional.
CASBEE	Conceito de ecossistemas fechados. Proposição de um espaço hipotético fechado delimitado pelas fronteiras do terreno do edifício (propriedade privada e propriedade pública), definindo dois fatores a eles relacionados e ponderados.
HQE	Único com avaliação qualitativa. Certificações independentes para a fase de projeto, execução e utilização. Possui 4 áreas de avaliação: Eco-construção, Gestão, Conforto e Saúde.

Fonte: Autora, 2016

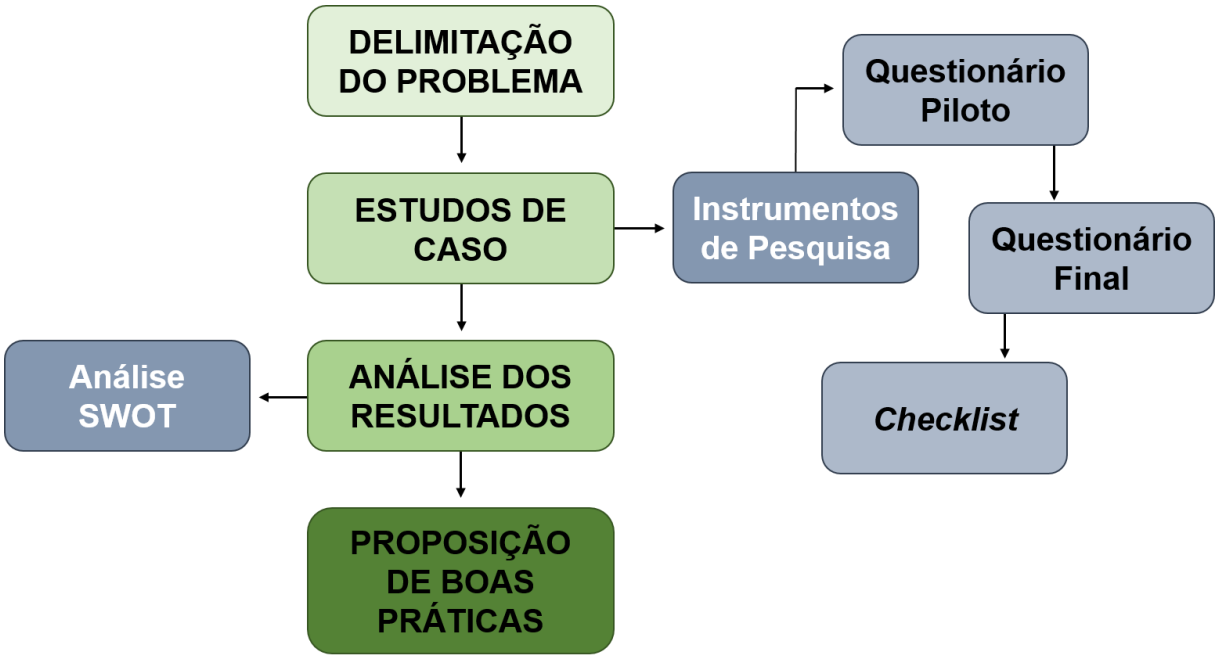
CAPÍTULO 3

Metodologia

Nesta pesquisa foram identificadas a adoção de práticas sustentáveis pelas construtoras da cidade de Natal desde a concepção de projetos à execução de empreendimentos verticais residenciais. A partir da análise dos estudos de caso foi proposto melhorias de caráter gerencial e tecnológico com o objetivo de colaborar com o incentivo de práticas sustentáveis no setor da construção civil, adequadas às necessidades locais, auxiliando a elaboração de projetos e a gestão de obras.

Para tanto, a pesquisa foi dividida em 02 partes complementares. A primeira, comum a todos os estudos desta natureza, constituiu-se de um levantamento bibliográfico que busca conhecer a realidade a nível local e mundial acerca dos mecanismos sustentáveis disponíveis na construção civil. Para alcançar os objetivos propostos, por meio da identificação do comportamento das construtoras diante do tema abordado, a segunda parte da pesquisa se desdobra, conforme mostra o fluxograma na Figura 3.1, em 04 etapas: delimitação do problema, aplicação dos instrumentos de pesquisa nos estudos de caso, análise e discussão dos resultados e proposição de boas práticas.

Figura 3.1 – Fluxograma da metodologia da pesquisa



Fonte: Autora, 2016.

3.1. Análise da situação atual

Diante do objetivo proposto na pesquisa, foi necessário inicialmente observar a problemática para então definir a metodologia a ser empregada para a obtenção eficiente dos dados, como também delimitar a área de estudo, os instrumentos de pesquisa mais adequados e os agentes envolvidos.

3.1.1. Estudos de Caso

O processo de escolha da estratégia metodológica depende da finalidade da pesquisa, pois define a forma que serão realizadas as coletas dos dados e a sua análise. Com o objetivo de reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre as práticas tecnológicas e gerenciais, com foco no alcance da sustentabilidade na construção civil, foi utilizado a metodologia do estudo de caso, por ser considerada mais adequada para o conhecimento aprofundado dos fenômenos organizacionais e

pela possibilidade de generalização, levando ainda em consideração a complexidade das circunstâncias e o envolvimento de diversos interesses.

O estudo de caso é caracterizado como um procedimento estratégico que destaca-se por tratar de casos da realidade, sendo realizado um estudo aprofundado de um ou poucos objetos, de modo que seja obtido conhecimento amplo e detalhado acerca do assunto. Segundo Freitas & Jabbour (2011) as finalidades dessa metodologia podem ser de caráter exploratório, de construção, teste ou aperfeiçoamento de uma teoria. O primeiro, tem como objetivo explorar e desenvolver ideias e hipóteses para investigação, no segundo os estudos de caso são contundentes numa área específica, o que permite construir teorias, a terceira tem finalidade de testar questões complicadas, por último pode-se utilizar dessa estratégia para se aprofundar e validar os resultados empíricos de estudos anteriores.

Os estudos de caso podem ter enfoque incorporado quando envolver mais de uma unidade de análise ou processos, como podem ser denominados holísticos, no caso de um diagnóstico global de uma organização. Esses enfoques podem ainda serem empregados em casos únicos ou múltiplos. O primeiro é apropriado quando um único experimento satisfaz todas as condições para testar uma teoria bem formulada, representando assim um caso decisivo, raro ou revelador. Nos casos múltiplos os resultados são considerados mais convincentes pois utilizam a lógica da replicação de experimentos (YIN, 2001).

Decidiu-se utilizar os estudos de casos múltiplos com enfoque incorporado com o objetivo de garantir a qualidade dos resultados e possibilitar maiores generalizações devido a confiabilidade dos dados. Definido a estratégia metodológica empregada posteriormente foi realizada a delimitação da área de estudo a ser explorada.

3.1.2. Delimitação da área de estudo

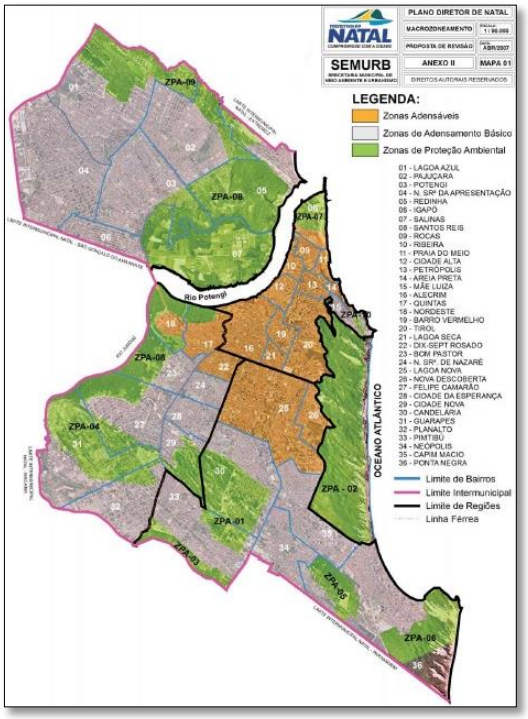
Sustentado pelo referencial teórico, o levantamento de dados se desenvolveu na capital do Rio Grande do Norte (RN), Natal, cidade fundada em 1599 às margens do Rio Potengi. Atualmente, consiste em uma população estimada de 877.662 habitantes, em uma área territorial de 167,264 km², integralmente urbana, formada

por 36 bairros, sendo 7 deles nas zonas norte e sul, 10 bairros na zona oeste e 12 na zona leste, totalizando 270.885 domicílios, e uma estimativa de 5.235 edificações em fase de construção (IBGE, 2016).

A Figura 3.2 mostra o macrozoneamento de acordo com o plano diretor da cidade, onde identifica-se o uso e a ocupação do solo dividido em três zonas: adensáveis, de adensamento básico e de proteção ambiental. As zonas adensáveis são aquelas onde as condições do meio físico, a disponibilidade de infraestrutura e a necessidade de diversificação de uso, possibilitam um adensamento maior do que as zonas de adensamento básico, que correspondem a um coeficiente de aproveitamento básico de 1,2.

As Zonas de Proteção Ambiental (ZPA's), por sua vez, são áreas em que o uso e ocupação são restringidos, visando proteger, manter e recuperar os aspectos ambientais, ecológicos, paisagísticos, históricos, arqueológicos, turísticos, culturais, arquitetônicos e científicos. Na capital, possuem 10 zonas de proteção ambiental, que podem ser subdivididas em áreas de preservação, conservação e uso restrito.

Figura 3.2 – Macrozoneamento da Cidade de Natal/RN



Fonte: PMN, 2014

O entendimento das divisões do macrozoneamento da cidade é de extrema importância quando se analisa o comportamento das construções nas diversas zonas, observando de que maneira as escolhas tomadas nas fases de projeto e execução influenciam de forma favorável e/ou desfavorável para a conservação do meio ambiente. As empresas de construção civil foram escolhidas de maneira que os estudos de caso (empreendimento) abrangessem, de forma equilibrada, as zonas adensáveis e de adensamento básico da cidade de Natal.

3.1.3. Escolha das Empresas

A pesquisa foi restringida às empresas de construção de edifícios residenciais multifamiliares verticais, por ser a principal tendência de obras na capital do RN, possuir maiores impactos ambientais por área do terreno e menor área verde, o que difere dos empreendimentos horizontais, por exemplo, e dos empreendimentos comerciais que são menos representativos diante da realidade local. As empresas escolhidas possuíam pelo menos um empreendimento em fase de construção, para que permitisse o acompanhamento dos resultados.

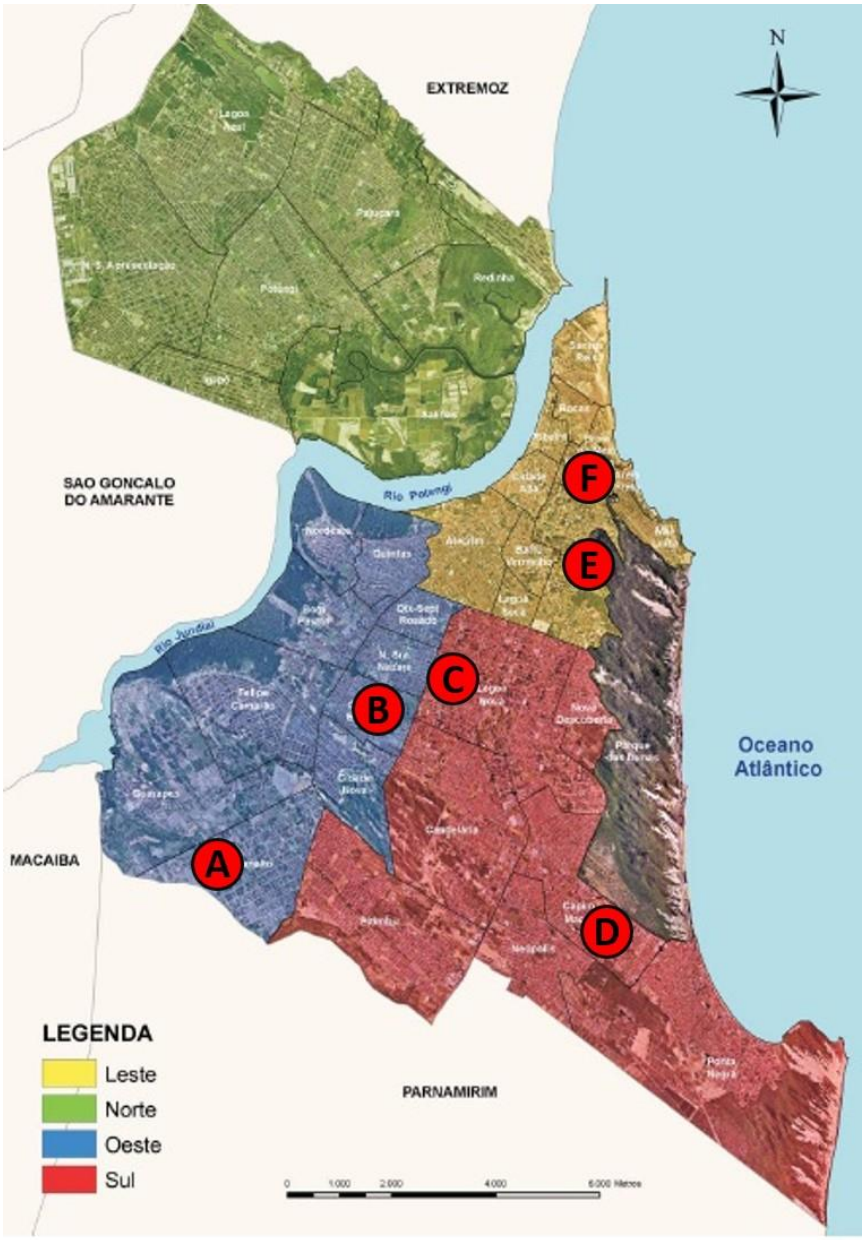
A definição e escolha das construtoras baseou-se em um levantamento cadastral das empresas associadas ao Sindicato da Industria da Construção Civil do Rio Grande do Norte (SINDUSCON/RN), órgão fundado em 1945 e reconhecido pela Consolidação das Leis Trabalhistas em 1953, que tem como objetivo integrar os empresários da construção civil, fortalecer as suas empresas e desenvolver ordenadamente a entidade de classe, buscando o crescimento econômico, político e de melhorias para o estado (SINDUSCON/RN, 2015).

De acordo com os dados do site oficial do SINDUSCON/RN, em 2015, existiam 124 construtoras associadas. Destas, 119 tinham sede no estado do Rio Grande do Norte, sendo 111 em Natal, 4 na cidade de Parnamirim e as outras 4 em São José de Mipibú, Mossoró, Currais Novos e São Gonçalo do Amarante. As demais são situadas nos estados de Ceará, Pernambuco e Paraíba.

Dentre o universo de construtoras cadastradas com o endereço na cidade de Natal, a pesquisa foi limitada ao estudo de caso de 06 empresas de portes variados e

com obras em fase de execução. Os empreendimentos escolhidos para os estudos de caso foram distribuídos com o objetivo de identificar as possíveis diferenças entre as práticas sustentáveis empregadas pelas construtoras em diversas áreas da cidade. As obras estão localizadas nos bairros de Planalto (empresa A), Cidade da Esperança (empresa B), Lagoa Nova (empresas C), Capim Macio (empresa D), Tirol (empresa E) e Petrópolis (empresa F). A localização aproximada pode ser observada no mapa da Figura 3.3.

Figura 3.3 – Mapa de localização das obras visitadas nos estudos de caso



Fonte: PMN, 2014 (alterada pela autora)

Após selecionadas as empresas e suas respectivas obras, a coleta de dados foi conduzida por meio de instrumentos de pesquisa visando garantir maior confiabilidade das informações.

3.1.4. Instrumentos da pesquisa

Os instrumentos da pesquisa com abordagem qualitativa utilizados na coleta de dados e evidências são basicamente dois: observação e interrogação (questionário, entrevista e formulário). Define-se por observação a técnica de coleta que visa a utilização dos sentidos (visão e audição) e a análise de fatos e fenômenos para a obtenção de determinados aspectos da realidade, ou seja, dados obtidos de forma mais direta (LAKATOS & MARCONI, 2010).

Segundo Gil (2002) o questionário é definido como o conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado, sem interferência do pesquisador. A entrevista, por sua vez, é a técnica que envolve duas pessoas numa situação “face a face” e em que uma delas formula questões e a outra responde. Finalmente, o formulário, é definido como a técnica em que o pesquisador formula questões previamente elaboradas e anota as respostas. Qualquer que seja o instrumento de interrogação utilizado serão obtidos dados referentes ao ponto de vista dos pesquisados.

Analisando cada uma das três técnicas de interrogação, é possível observar, no caso de entrevistas e formulários, que pode haver negação por parte do pesquisado a responder a algumas perguntas, ou obter respostas infiéis, devido a interação pesquisador-pesquisado causar certo constrangimento. O questionário, por sua vez, constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informações. Portanto, tendo em vista essa análise, foram definidos como instrumentos de coleta de dados, a técnica interrogativa de aplicação de questionário, pela capacidade de levantar dados qualitativos e quantitativos sem a influência direta do pesquisador, seguida da técnica de observação, por meio do preenchimento de um *checklist*, objetivando comprovar os dados obtidos no questionário.

A definição do perfil do entrevistado levou em consideração a sua função na empresa e o conhecimento sobre o assunto abordado. Portanto, para uma análise

prudente dos resultados, decidiu-se restringir a pesquisa aos engenheiros responsáveis pelas obras visitadas ou a equipe técnica da empresa, com a finalidade de evitar possíveis divergências nos resultados.

De modo a alcançar o objetivo proposto, inicialmente foi mantido contato com as construtoras, por meio de ligações e/ou correio eletrônico (obtidos nos sites da empresa) onde foram fornecidas informações acerca do objetivo da pesquisa, os instrumentos a serem utilizados, os agentes a serem entrevistados e a garantia do sigilo dos dados da empresa e do respondente. Imediatamente após o primeiro contato, foi encaminhado via e-mail o questionário a ser respondido.

3.1.4.1 Questionário

Com o intuito de obter uma resposta mais detalhada acerca do comportamento das construtoras no âmbito ambiental, percebeu-se a necessidade da elaboração de um questionário abrangendo todo o processo, desde a fase de planejamento à execução. A formulação das perguntas visou observar quais técnicas são frequentemente utilizadas e as que precisam ser potencializadas, para o melhor desempenho ambiental.

As distintas características das empresas e ainda dos seus empreendimentos foram observadas a partir de questões estruturadas e não-estruturadas, abertas e fechadas, que possibilitou a compreensão das particularidades de cada construtora e dos seus edifícios. A principal referência para elaboração do questionário foi o processo AQUA HQE, certificado pela Fundação Vanzolini, devido a avaliação ser qualitativa. Por este processo, os edifícios residenciais precisam atingir um nível de desempenho em Energia e Economias, Meio Ambiente, Saúde e Segurança e Conforto do usuário.

Segundo Lorenzon (2008) na elaboração do questionário deve-se atentar a determinação do tamanho, do conteúdo, da organização, e da clareza da apresentação das questões com a finalidade de esclarecer e estimular o entrevistado. Tendo em vista esses critérios, o questionário (Apêndices) foi elaborado em três partes:

- Perfil do entrevistado/construtora – Essa primeira parte do questionário tem como objetivo caracterizar o entrevistado e a construtora em questão, quanto ao seu porte, atuação no mercado, tempo de atuação, tipologia dos empreendimentos construídos, entre outras. As perguntas são objetivas e permitem relacionar as respostas das próximas etapas ao perfil de cada respondente a partir do tempo de trabalho e função exercida.
- Estratégias tecnológicas e gerenciais – Esses questionamentos permitem identificar e verificar com que frequência essas estratégias são utilizadas com propósito de melhoria de gestão e, consequentemente, para garantir a sustentabilidade da construção. Parte das questões dessa etapa são respondidas com a frequência de uso, com percentual de 0% (Nunca), 0% à 25% (Raramente), 25% à 50% (Regularmente), 50% à 75% (Frequentemente) e acima de 75% (Sistematicamente). As demais questões com alternativas fechadas e abertas.
- Visão geral sobre o tema – O objetivo dessa parte do questionário é de identificar o posicionamento dos entrevistados frente às preocupações com o meio ambiente e a sustentabilidade do setor da construção civil. Esses questionamentos permitem observar a coerência com as demais respostas de acordo com o nível de sensibilidade dos respondentes.

A aplicação do questionário necessita de um pré-teste ou teste piloto, com a finalidade de verificar a capacidade de obter os mesmos resultados desenvolvendo os procedimentos de aplicação (fidedignidade), assegurar se todos os dados importantes e necessários estão sendo medidos na pesquisa (validade) e observar se o emprego do vocabulário está acessível e as questões então elaboradas de forma clara (operatividade) (GIL, 2002; LAKATOS & MARCONI, 2010).

Diante disso, inicialmente foi aplicado um questionário piloto (FASE PRÉ-TESTE), por meio de correio eletrônico, em 03 (três) empresas escolhidas aleatoriamente. O objetivo dessa fase é identificar possíveis ajustes. Foi solicitado que os respondentes cronometrassem o tempo utilizado para responder integralmente a pesquisa.

Foi observado uma demanda elevada de tempo (cerca de 40 minutos) para concluir o questionário piloto, conforme informado pelos entrevistados. Tendo em vista que este fato poderia dificultar a veracidade das respostas, devido ao cansaço causado pela extensão da técnica de interrogação, foram estudadas questões ambíguas, repetitivas ou confusas que poderiam ser simplificadas ou excluídas. Destas, cinco foram excluídas, duas alteradas e uma acrescentada.

Algumas destas mudanças justificam-se não só pela demanda de tempo, mas também por ser observado que os entrevistados não responderam, ou o fizeram sem devida atenção. É importante ressaltar que as respostas é de única e exclusiva responsabilidade do entrevistado, ou seja, sem nenhuma interferência da autora.

Após a aplicação do instrumento interrogativo, as respostas foram validadas por meio da observação em canteiro de obra, com o preenchimento de um *checklist* elaborado conforme o questionário.

3.1.4.2 *Checklist*

De forma a complementar e validar os resultados da técnica de interrogação, decidiu-se realizar observações diretas dentro do contexto, através de visitas a uma obra de cada construtora. Segundo Danna e Matos (2006), durante a observação são registrados dados visuais de interesse da pesquisa que podem ser anotados por meio de registro cursivo (contínuo), uso de palavras-chaves, *checklist* e códigos, que são transcritos de preferência imediatamente após a observação.

Na presente pesquisa a observação acompanhou o preenchimento de um *checklist*, que foi elaborado de forma objetiva de maneira que os dados pudessem ser observados no canteiro e eventualmente através de conversas informais com o funcionário responsável por acompanhar a visita. Os tópicos analisados foram desenvolvidos de modo a garantir a veracidade das informações colhidas no questionário e o cruzamento das informações de diferentes fontes.

De acordo com Freitas & Jabbour (2011) é importante a utilização de múltiplas fontes de informações como critério de credibilidade e confiabilidade, tornando os resultados mais sustentados. Diante do exposto o *checklist* (Apêndices) foi

desenvolvido em três partes, A primeira consistiu de identificação da empresa com o nome, endereço do empreendimento visitado e a fase que a obra se encontrava. A segunda parte da observação contemplou questionamentos objetivos baseados no instrumento de interrogação (questionário). Por fim, existia um espaço para observações e comentários adicionais, caso houvesse necessidade.

Iniciada a fase de visitação, a autora era acompanhada de um funcionário da empresa, onde percorreu o canteiro de cada empreendimento cedido à visitação pelas 06 empresas, em datas e horários previamente acordados. Cada obra só foi visitada uma única vez com tempo da visita médio de 40 minutos. A maioria das empresas não permitiram que os canteiros fossem fotografados.

Após as observações diretas validando as afirmações pré-definidas no questionário, foi possível iniciar o cruzamento dos dados e a identificação dos pontos fortes e fracos das empresas de construção civil da cidade de Natal/RN, com o objetivo de potencializar as forças e minimizar as fraquezas através do aproveitamento das oportunidades e controle das ameaças.

3.2. Análise SWOT

O termo SWOT (do inglês) é um acrônimo das palavras *strengths*, *weaknesses, opportunities* e *threats,* quatro variáveis que significam respectivamente, forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Essa análise foi popularizada por Andrews em 1965, com o propósito de gerar estratégias após a avaliação cuidadosa dos componentes de ambientes internos e externos da empresa (SEVKLI *et al.,* 2012). No Brasil é comumente utilizada a sigla FOFA (forças, oportunidades, fraquezas e ameaças), porém nesta pesquisa será referida a sigla original.

De acordo com António (2002) a análise SWOT é uma ferramenta de administração que preocupa-se com a integração das atividades da empresa de forma a avaliar variáveis internas controláveis (forças e fraquezas) e externas não controláveis (oportunidades e ameaças). Neves & Costa (2006) consideram a análise SWOT como uma ferramenta útil no diagnóstico estratégico, pois facilita a análise dos fatores que ajudam (força e oportunidades) e atrapalham (fraqueza e ameaças) a

organização, permitindo definir as ações a serem tomadas com abordagem de planejamento a longo prazo para a alcançar os objetivos e metas, baseando-se numa avaliação qualitativa.

Esta abordagem é relativamente simples e o modelo é de fácil aplicação. No contexto externo, não controlável, é realizada uma caracterização de forma dinâmica respeitando os fatores diretos (concorrentes, clientes, fornecedores, entre outros) e indiretos (contexto sócio-político-econômico e cultural). As situações podem constituir-se como oportunidades ou ameaças, independentemente de serem reais ou percebidas (ANDRÉ & CARDOSO, 2010).

De forma especifica, o objetivo da análise SWOT é confrontar as variáveis por meio de uma matriz de análise estratégica, para identificar os pontos positivos e negativos e então capacitar a formulação de estratégias para melhorar o desempenho das empresas. A Figura 3.4 mostra de forma genérica essa matriz cruzada.

Figura 3.4 – Representação genérica de uma matriz SWOT

MATRIZ SWOT	**FORÇA - S**	**FRAQUEZA - W**
OPORTUNIDADES - O	**ESTRATÉGIAS - SO** Uso de pontos fortes para aproveitar as oportunidades	**ESTRATÉGIAS - WO** Superar as fraquezas aproveitando as oportunidades
AMEAÇAS - T	**ESTRATÉGIAS - ST** Uso de pontos fortes para evitar ameaças	**ESTRATÉGIAS - WT** Minimizar os pontos fracos para evitar ameaças

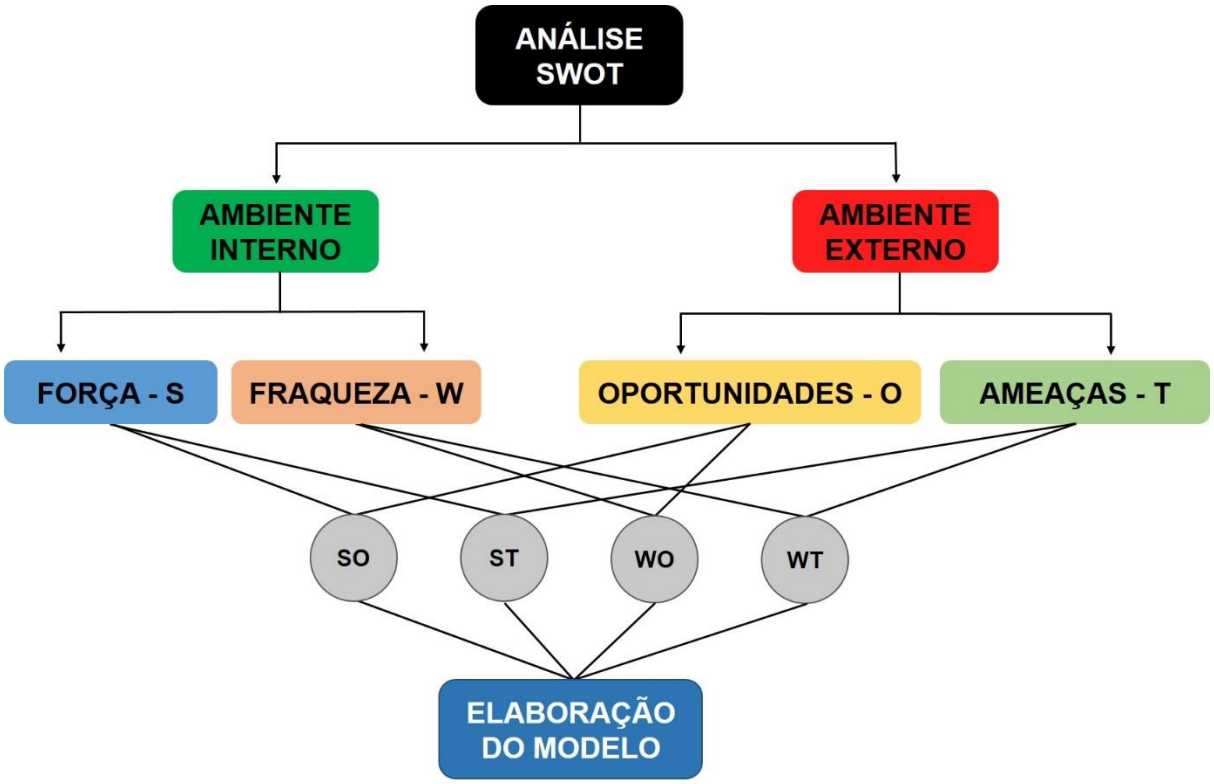
Fonte: Adaptação de Sevkli *et al.,* 2012.

Na presente pesquisa as forças estão relacionadas diretamente com as vantagens que a construtora possui em relação às concorrentes no âmbito sustentável. As fraquezas são as interferências que prejudicam o andamento da sustentabilidade na construção dos seus empreendimentos. As oportunidades são forças externas que influenciam positivamente na construção sustentável, mesmo não sendo controlada pelas construtoras. Ao contrário das oportunidades, as ameaças por

sua vez são forças externas que influenciam negativamente as empresas, devendo ser tratadas com cautela.

Devido a necessidade de gerar mecanismos para facilitar a ligação entre os fatores internos e externos das empresas de construção, inicialmente foram identificados os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças presentes nas fases de projeto e execução, para então desenvolver estratégias de combinação entre pontos fortes e oportunidades (SO), fraquezas e oportunidades (WO), pontos fortes e ameaças (ST) e fraquezas e ameaças (WT). O fluxograma na Figura 3.5 mostra essas combinações.

Figura 3.5 – Fluxograma da análise SWOT



Fonte: Autora, 2016.

Com a análise cruzada é possível propor melhorias por meio da utilização dos pontos fortes e a superação das fraquezas, visando aproveitar todas as oportunidades e evitar as ameaças para as empresas.

3.3. Proposição de Boas Práticas

Após a análise dos resultados obtidos por meio do preenchimento do questionário por parte da construtora e da observação validada no *checklist* preenchido pela autora em visita a obra, foi possível identificar em quais pontos as empresas estão conseguindo adquirir sustentabilidade aos seus empreendimentos (pontos fortes) e onde há necessidade de melhorias (pontos fracos) para tornar a construção de edifícios residenciais multifamiliares verticais menos poluentes.

Para ter uma visão mais apurada foi realizado uma análise cruzada SWOT das evidencias coletadas entre os casos, onde observou-se a realidade das construtoras de Natal/RN diante do apelo ambiental indicando as estratégias mais comuns utilizadas pelas empresas na região. De posse de todas as análises cabíveis, a pesquisa teve como objetivo propor melhorias, por meio de boas práticas, no gerenciamento e nas estratégicas tecnológicas com a finalidade de atender às necessidades ambientais locais.

Deste modo, foi elaborado uma lista de boas práticas onde contém informações, instruções e conselhos que poderão ser inseridos no processo de planejamento e construção dos empreendimentos residenciais multifamiliares verticais, com base na certificação AQUA HQE, priorizando o emprego de estratégias que necessitem de menos investimento e que sejam implantadas com maior facilidade.

As práticas sugeridas pela pesquisa precisam não apenas serem inseridas no corpo técnico, como também no hábito e na rotina de todos os funcionários, de forma repetitiva, por meio de informações, fiscalização e, principalmente, com a conscientização ambiental. Tendo em vista que as boas práticas, após aceitas e aprovadas pelos membros, são consideradas a forma correta para a realização das tarefas, cada funcionário precisa entender seu papel diante do objetivo de sustentabilidade ambiental e ser incentivado a executá-las conforme previsto.

Atingir a sustentabilidade não é tão simples, levando em consideração os grandes processos de mudanças na cultura dos canteiros de obras, onde a vertente ambiental entra como prioridade. Diante disso, a presente pesquisa pretende

colaborar com o desenvolvimento sustentável, por meio da elaboração de sugestões de boas práticas a serem inseridas nas fases de planejamento e execução dos imóveis, tornando-os mais sustentáveis.

CAPÍTULO 4

Análise e Discussão dos Resultados

Neste capítulo são realizadas as análises dos dados obtidos com base na aplicação do questionário e *checklist* nos estudos de caso na cidade do Natal. Inicialmente os dados das empresas foram coletados e descritos separadamente. As respostas, foram analisadas e tratadas em forma de síntese, respeitando-se na íntegra o conteúdo das falas dos respondentes, de modo que cada resposta pudesse representar o conhecimento dos mesmos a respeito da questão formulada, reduzindo-se, ao mínimo, as interferências ou conduções do processo. Num segundo momento, os dados foram organizados conforme os critérios da análise SWOT para serem analisados de forma cruzada. Finalmente foi possível listar boas práticas sugeridas para auxiliar o emprego da sustentabilidade no setor da construção civil local, desde a concepção de projetos ao processo de execução.

4.1 Estudos de Caso

Conforme mencionado na metodologia, foram aplicados os instrumentos de pesquisa inicialmente em 03 (três) empresas (FASE-PRÉ-TESTE), com a finalidade de realizar possíveis ajustes nas perguntas. Após as devidas correções nos instrumentos de pesquisa, os demais estudos de caso foram analisados. Ambas as empresas entrevistadas cederam uma das suas obras em fase de construção (execução de estruturas e/ou acabamento) para ser visitada no período de janeiro à junho de 2016, conforme disponibilidade das construtoras.

No que se remete ao questionário, primeiramente o respondente se deparou com perguntas acerca do perfil da construtora e do entrevistado. A Tabela 4.1 representa os dados obtidos referente aos dados da empresa.

Tabela 4.1 – Perfil das construtoras dos estudos de caso

QUESTÃO	EMPRESA PARTICIPANTE (ESTUDOS DE CASO)					
	A	B	C	D	E	F
TIPOLOGIA DOS EMPREENDIMENTOS	RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES					
FAIXA DE PREÇO DOS IMÓVEIS POR ÁREA (R$/m²)	2.000,00 a 5.000,00	4.000,00 a 6.000,00	6.400,00	2.000,00	5.000,00 a 7.000,00	3.300,00 a 7.000,00
TEMPO DE ATUAÇÃO NO MERCADO (ANOS)	14	24	35	5	10	68
SELO E/OU CERTIFICAÇÃO	PBQP-H NÍVEL B	ISO 9001 e PBQP-H NÍVEL A	ISO 9001 e PBQP-H NÍVEL A	PBQP-H NÍVEL B	ISO 9001 e PBQP-H NÍVEL A	NÂO

Fonte: Autora, 2016

Todas as empresas trabalham com imóveis residenciais multifamiliares, com faixa de preço entre R$ 2.000 à R$ 7.000 reais por metro quadrado e atuam no mercado entre 5 à 68 anos, representando um importante papel no desenvolvimento da construção civil local e contribuindo para um elevado impacto ambiental. A maioria dos casos possuem certificação ambiental, ISO 9001 e/ou PBQP-H nível A ou B.

Quanto aos questionamentos referentes ao perfil do entrevistado, todos os respondentes são engenheiros(as) civis com funções variadas e de grande importância na construção e gestão das obras. O tempo de atuação dos entrevistados na empresa variou entre 2 à 21 anos. Essa informação atribui confiabilidade nas respostas.

4.1.1 Estudo de Caso na Empresa A

A empresa A, de médio porte, analisada na pesquisa de campo atua no mercado de Construção Civil há mais de 14 anos, com sede no bairro de Lagoa Nova. Sua principal atividade está voltada às construções residenciais, com faixa de preço entre 2 mil à 5 mil reais por metro quadrado. A obra cedida à visitação é coordenada pelo engenheiro residente com menor tempo de trabalho na empresa (2 anos) em relação aos demais estudos de caso.

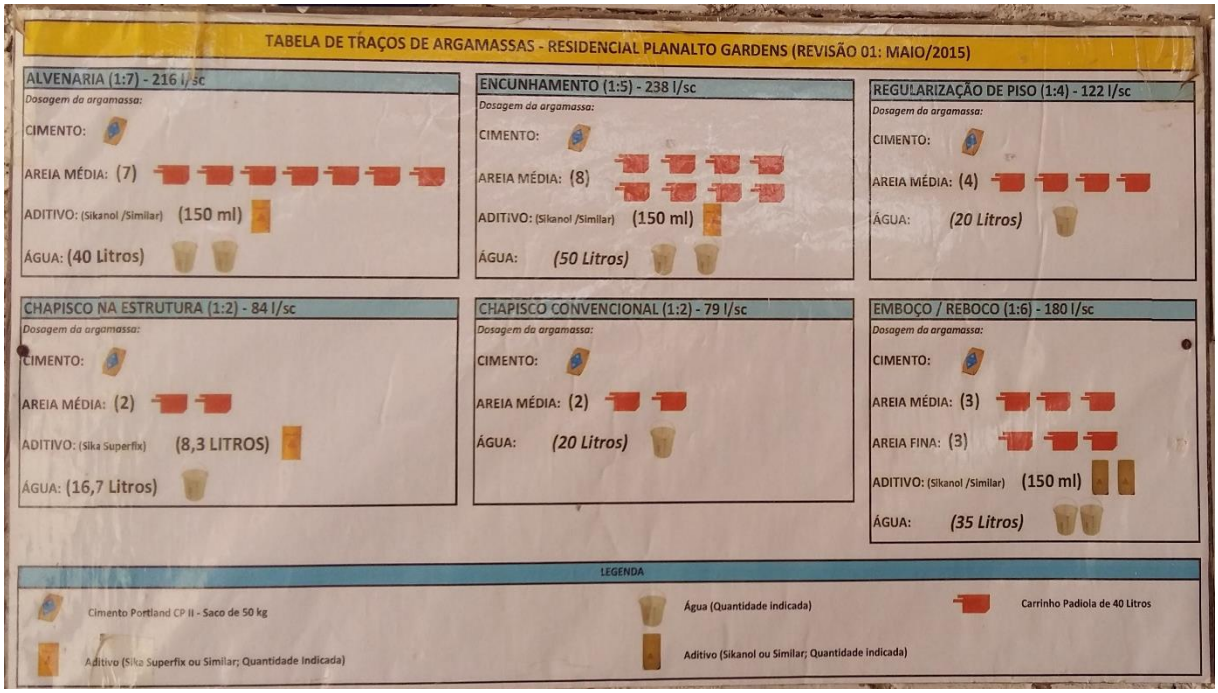
Mesmo sem um profissional especializado na temática ambiental a construtora A possui a certificação do Programa Brasileiro da Qualidade e produtividade do Habitat (PBQP-H) de nível B, e implanta ferramentas que controlam e padronizam os processos. Dessa forma, aliado a um bom gerenciamento, o Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) proporciona melhorias continuas na construção. Ou seja, é o primeiro passo para garantir a melhoria no processo produtivo, e consequentemente, obter maior sustentabilidade nos seus empreendimentos.

Aproximadamente 62% das medidas, em relação a fase de projetos, citadas na pesquisas são praticadas pela empresa A de forma frequente, e as demais regularmente. Segundo o entrevistado, os requisitos de sustentabilidade deveriam ser inseridos na fase de estudo preliminar, mas na prática isso acontece apenas durante a execução. Dentre as medidas tomadas foi citado que a empresa realiza coleta seletiva dos materiais no canteiro e destina adequadamente os resíduos de Classe A à usina de reciclagem e parte dos demais resíduos (plástico, papelão, madeira e metal) à cooperativas.

O consumo de energia, água e da geração de resíduos são controlados com indicadores internos, objetivando a mitigação. O reaproveitamento da água de lavagem das betoneiras para utilização no processo de cura dos elementos estruturais e a utilização de aço cortado e dobrado pelo fabricante, gerando menos resíduos do que se realizados *in loco*, também foram mencionados. A empresa A aposta ainda na conscientização e capacitação dos funcionários nos aspectos ambientais, realizando palestras e utilizando placas espalhadas pelo canteiro, para alertar acerca dos cuidados e procedimentos a serem realizados.

Em visita ao canteiro localizada no bairro do Planalto, foi observado a preocupação na confecção das argamassas, para que não haja desperdício de materiais tanto do solicitante (pedreiro) quanto do responsável pela confecção dos traços (betoneiro). Foram utilizadas padiolas padronizadas e separadas por cores, com traços pré-definidos expostos de forma didática para o melhor entendimento (Figura 4.1). O funcionário solicitante escolhe o serviço, o horário de agendamento e o pavimento que será executado o procedimento, sendo assim o betoneiro produz exatamente o volume de material suficiente para tal serviço evitando improvisos. O consumo de tijolos também é controlado, dispondo ao funcionário a quantidade necessária para a utilização.

Figura 4.1 – Tabela de traços e argamassas – Empresa A



Fonte: Autora, 2016.

Quanto ao canteiro foi observado que apenas as telhas e madeiras poderiam ser reaproveitadas, tendo em vista que os alojamentos, refeitório, escritório, banheiros e locais de armazenamento de materiais foram executados em alvenaria, onde posteriormente seriam demolidos. Os resíduos eram armazenados em depósitos temporários nos pavimentos e baias centrais sinalizadas e indicadas por cores

padrões para cada tipo de resíduo gerado na obra, essas baias também foram confeccionadas em alvenaria, sem cobertura e próximo a entrada dos caminhões (Figura 4.2), além do uso de caçambas fornecidas pela usina de reciclagem contratada, que eram utilizadas para retirar cerca de cinco caçambas com volume de 5 m³ por mês.

Figura 4.2 – Local de armazenamento central dos resíduos – Empresa A

Fonte: Autora, 2016.

O respondente afirmou que nunca houve medição de qualidade interna do ar, nem preocupação com o conforto higrotérmico dos empreendimentos. A empresa A não equipa as residências com detector de fumaça e nunca trabalhou com energias renováveis, também mostrou que raramente utiliza peças pré-fabricadas na estrutura exceto o aço que já vem cortado e dobrado. Não é comum o consumo de concreto de alto desempenho (CAD) para fins estruturais, nem concretos especiais, com resíduos classe A ou de outras indústrias, a utilização de materiais alternativos ou recicláveis na construção também ocorre com raridade.

É importante informar que, nesse estudo de caso na empresa A, o concreto usinado só não é introduzido na confecção dos pilares, segundo conversa com o engenheiro. Nesse caso e na produção de argamassas era utilizado o Cimento Portland Composto com Pozolana - CP II Z 32. Em visita, ainda foi observado que o uso de tijolos com dimensões variadas e fôrmas racionalizadas não fazem parte das práticas da empresa. A preocupação com as perdas dos materiais foi evidente em visita a obra, através da organização, sinalização e informações na central de

confecção de argamassa, contribuindo significantemente na minimização de desperdícios de material.

Quanto a dificuldade de implantação do reaproveitamento dos resíduos na construção civil, a empresa A citou os custos inerentes ao processo de reciclagem, a limitação do aproveitamento do material, a baixa credibilidade quanto a qualidade dos produtos e a falta de conscientização das empresas.

Dentre os princípios relacionados a construção sustentável o respondente citou que a empresa A já teve ou tem participação com o aproveitamento das condições naturais locais, a elaboração de um canteiro de obra com baixo impacto ambiental, a redução do consumos energéticos, de água e de materiais, qualidade sanitária dos ambientes, educação ambiental, gestão sustentável da implantação da obra, reciclagem e disposição de resíduos.

Com a finalidade de satisfazer tais princípios, a construtora toma como medidas o reuso das águas servidas para utilização apropriada, uso de madeira certificada, realiza a coleta seletiva, possui área de armazenamento de resíduos, medidores individualizados de água, paginação de revestimento, aproveitamento da iluminação natural, lâmpadas econômicas com sensor de presença, construção de bicicletário, projeto de paisagismo, gerenciamento de resíduos na construção e trabalho de conscientização ambiental.

O respondente da empresa A, definiu sustentabilidade na construção como a realização do objetivo proposto ao empreendimento com a menor agressão ao meio ambiente, através de conhecimento das técnicas e planejamento. A empresa percebe que os clientes tem interesse em adquirir imóveis que foram adotados medidas sustentáveis, porém eles não questionam nem exigem o emprego dessas medidas.

Dentre as abordagens dispostas no questionário para a melhoria da sustentabilidade, foram citadas pelo respondente as três consideradas mais importantes, como a reciclagem e gestão de resíduos e as reduções dos consumos de água e energia. Na opinião do entrevistado, o setor da construção civil não dá a devida importância para as questões ambientais, necessitando de uma conscientização dos envolvidos, o aprofundamento dos conhecimentos acerca do assunto e, principalmente, de investimentos das empresas nesse aspecto. Acredita-se que as construtoras observem esses investimentos como gastos sem retorno

imediato, o que causa certo desinteresse, por parte dos empresários, em buscar soluções ou inovações tecnológicas que priorizem a sustentabilidade.

4.1.2 Estudo de Caso na Empresa B

A empresa B, de grande porte, atua no setor da construção há mais de 24 anos, com sede no bairro de Tirol. Suas atividades estão voltadas às construções residenciais e comerciais, com faixa de preço entre R$ 4.000,00/m² à R$ 6.000,00/m². O questionário foi respondido pelo diretor de engenharia, engenheiro civil com mestrado na área, com mais de 16 anos de tempo de trabalho na empresa. As fotos do canteiro não foram cedidas pela empresa.

Com a certificação do PBQP-H de nível A e ISO 9001, é a única empresa que tem uma profissional especializada na temática ambiental (tecnóloga em gestão ambiental). São empregadas ferramentas de gestão nos processos visando melhorias na construção dos seus empreendimentos. Porém não investe na capacitação e desenvolvimento profissional dos funcionários, no âmbito ambiental.

Os requisitos de sustentabilidade são inseridos na fase de anteprojeto, embora reconheçam a necessidade de inserção na fase do estudo preliminar. Quanto a aplicação de medidas tomadas na fase de projetos, pôde-se observar uma maior variação na frequência empregada.

Vale destacar que nunca foram realizadas revisões nos projetos que possuíam soluções definidas, com o objetivo de maximizar a vida útil de projeto (VUP), nem foram incorporadas estratégias para desconstrução. Apesar de ter sido citado que o controle do consumo de água, energia, materiais, e geração de resíduos são acompanhados através de indicadores internos. Posteriormente foi informado que raramente esse controle é realizado de forma crítica, com foco na melhoria do desempenho ambiental.

Em visita ao canteiro de obra, no bairro de Cidade da Esperança, foi observada a realização do reaproveitamento da água de lavagem das betoneiras para usos mais nobres do que as demais empresas. Por meio de um processo de tratamento com câmara de sedimentação e filtro, é possível reutilizar a água na cura dos elementos

estruturais, como também na confecção de argamassas. Vale ressaltar que o emprego desse tratamento de água foi fruto de uma pesquisa cientifica realizada por um aluno de graduação, funcionário da empresa.

Nos banheiros do canteiro de obra, foram utilizados louças e metais com redução de consumo de água para os funcionários, porém a maioria das medidas adotadas na fase de construção não são estendidas ao consumidor final. Apesar da área de convivência ter sido executada em alvenaria, onde posteriormente seria demolida, os pedaços de cerâmicas empregados nos pisos do banheiro foram reaproveitadas de outras obras.

Durante a aplicação do *checklist*, foi identificada uma divergência quanto a questão da gestão de resíduos no canteiro, onde o respondente informou no instrumento da pesquisa que a empresa toma essa medida sistematicamente. Porém, foi identificado uma fragilidade quanto a triagem dos resíduos, onde encontraram-se misturados e dispostos em caçambas, baldes, e parte espalhados pelo canteiro. Esses resíduos eram destinados à usina de reciclagem com uma média de 5 a 10 caçambas de 5 m^3, por mês.

Acredita-se que a fragilidade no controle da triagem e disposição dos resíduos ocorra devido à grande área do empreendimento e a falta de conscientização dos funcionários. Quanto ao reaproveitamento dos resíduos *in loco*, a empresa B citou principalmente a dificuldade de adquirir no mercado máquinas compactas para beneficiar os resíduos de classe A sem gerar tanta poluição sonora proveniente da moagem, além da falta de mão-de-obra especializada com educação ambiental.

De acordo com os questionamentos acerca da frequência de medidas tomadas na fase de execução, a construtora B é uma das empresas que mais toma atitudes sustentáveis de maneira sistemática nos seus empreendimentos. Dentre elas, pode-se citar a utilização de tijolos com dimensões variadas, a racionalização das fôrmas e a adoção de medidas para garantir o desempenho térmico dos empreendimentos.

Dentre as medidas nunca realizadas encontram-se a medição da qualidade interna do ar e a despoluição ou tratamento do solo antes da construção. Na execução dos elementos estruturais são utilizados concretos usinados, porém nunca trabalharam com concretos especiais, como o CAD ou com adição de resíduos classe A e industriais.

Segundo o respondente, a decisão de compra dos materiais raramente visa o menor transporte de material, com compras regionais, onde em visita e conversa com o engenheiro pôde-se identificar materiais adquiridos em outros estados. Apesar de ter sido informado no questionário que as energias renováveis são regularmente introduzidas nos empreendimentos, o obra visitada não tem acesso a tal medida.

Dentre os princípios relacionados a construção sustentável o respondente citou que a empresa B já teve ou tem participação com a elaboração de canteiros de obra com baixo impacto ambiental, redução do consumo energético, de água e de materiais, gestão sustentável da implantação da obra, reciclagem e disposição de resíduos.

Pensando em satisfazer tais princípios, a construtora já utilizou como medidas o uso de aquecimento solar, utilização de madeira certificada, aplicação de descarga com duplo acionamento, realização de coleta seletiva, área destinada ao armazenamento de resíduos, medidor individualizados de água, torneiras ou válvulas de bloqueio de água e temporizador, pisos intertravados e blocos paletizados, projetos de alvenaria modulada e paginação de revestimento, lâmpadas econômicas com sensor de presença, construção de bicicletário, projeto de paisagismo, gerenciamento de resíduos na construção, laudo pericial da vizinhança, opção de escolhas ao cliente e contato com a vizinhança.

O respondente da empresa B, definiu sustentabilidade na construção como o estudo e aplicação de técnicas para o uso equilibrado e racional dos recursos, visando a redução do impacto ambiental de forma a garantir o atendimento às necessidades das gerações atuais e futuras. Como principal responsável para a obtenção de um empreendimento sustentável foram citadas as políticas públicas de conscientização da população, pois é necessário que o cliente enxergue a importância desse investimento e, consequentemente, estivesse disposto a pagar por esses serviços. Na opinião do respondente, os clientes não questionam nem exigem o emprego de medidas sustentáveis nos imóveis, além de não transparecer interesse por empreendimentos verdes.

Dentre as abordagens dispostas no questionário para a melhoria da sustentabilidade, foram citadas pelo respondente a redução do consumo de água e materiais e a melhoria da integração do empreendimento com o espaço urbano como

as três medidas consideradas mais importantes. Na opinião do entrevistado, o setor da construção civil não dá a devida importância para as questões ambientais, necessitando de uma maior integração entre as empresas. Acredita-se que os empreendedores tem interesse em buscar soluções ou inovações tecnológicas que priorizem a sustentabilidade, porém não acreditam ser economicamente viáveis.

4.1.3 Estudo de Caso na Empresa C

A empresa C atua no mercado da construção há mais de 35 anos, sendo 15 anos na cidade de Natal. Com sede no bairro de Ponta Negra, tem suas atividades voltadas às construções de edifícios residenciais e comerciais, variando numa faixa de preço de R$ 6.400,00/m². A resposta ao questionário e o acompanhamento na visita à obra foram realizados pela engenheira civil e gestora de obras, com mais de 10 anos de tempo de trabalho na empresa. Não foi permitido fotografar, as fotos do canteiro foram enviadas conforme escolha da engenheira responsável.

Com a certificação do PBQP-H de nível A e ISO 9001, é a única que tem um sistema de gestão de qualidade próprio onde são empregadas ferramentas de gestão nos processos, objetivando o alcance de melhorias na construção. Entretanto, a respondente informou que a empresa C não tem nenhuma meta a ser a atingida em favor a construção sustentável, não possui profissional especializado na temática e ainda não investe na capacitação e desenvolvimento profissional dos funcionários, no âmbito ambiental.

Na opinião da gestora de obras, os requisitos sustentáveis deveriam ser inseridos nas fases de anteprojeto e execução, de forma a se complementar, porém na prática só são inseridos na fase de execução. Quanto a adoção de medidas ambientalmente corretas pela empresa, a respondente cita como principais, o controle da geração de resíduos sólidos, o reuso da água de lavagem das betoneiras e a coleta seletiva.

A empresa C possui uma frequência de aproximadamente 67% das medidas tomadas sistematicamente para alcançar a sustentabilidade na fase de projetos. Vale

ressaltar, que das opções listadas, apenas a realização de inventário dos modos de transportes existentes nas proximidades é adotada com rara frequência.

Em visita ao empreendimento em fase de construção, localizado no bairro de Lagoa Nova, foi notada a extrema organização do canteiro de obras, com projeto planejado e executado para cada fase da construção. Em conversa com a engenheira, pôde-se obter informações sobre a disposição da área de convivência, escritório e refeitório. Apenas os banheiros irão gerar resíduos na desconstrução, por serem executados em alvenaria. Inicialmente os escritórios foram organizados em containers, sendo transferidos, posteriormente, para o estacionamento, onde toda a iluminação utilizada já era definitiva, evitando o improviso e o retrabalho da mão-de-obra.

A logística do canteiro foi planejada para atender todas as fases da obra, de modo a maximizar a produção e minimizar as perdas. Para evitar o desperdício de material no transporte foram utilizadas três betoneiras dispostas de forma a atender os três blocos, otimizando o tempo gasto para executar a atividade. Também é importante citar a adoção de blocos cerâmicos com dimensões variadas entregues organizados em paletes (Figura 4.3), conforme projeto de paginação.

Figura 4.3 – Tijolos Cerâmicos 6 furos organizados em paletes – Empresa C

Fonte: Autora, 2016.

Com a utilização de tijolos de dimensões variadas o nível de geração de resíduos causado por quebra, seja no transporte ou na execução, chega próximo de zero. O assentamento dos blocos também minimiza o desperdício, pois foi aderido ao

uso de argamassa industrial aplicada com bisnagas, diminuindo também a geração de resíduos cimentícios.

De acordo com a engenheira, os funcionários tiveram palestras de conscientização, com o objetivo de informar a importância da triagem dos resíduos para a empresa. Portanto, cada funcionário entende sua responsabilidade pelo entulho gerado em suas atividades, devendo efetuar a devida separação, transporte e armazenamento. Como vantagem ambiental, a empresa C realiza integralmente a triagem dos resíduos em cada fase do projeto, visando encaminhar para a usina o melhor material possível.

As baias e caçambas de resíduos foram planejadas de maneira que os caminhões não precisam entrar na obra, tendo acesso direto pela rua. A destinação do material de classe A se dá por meio de usina de reciclagem, com cerca de 15 a 20 caçambas de 5 m³ por mês, os demais resíduos são destinados às cooperativas. Foram relatados como dificuldades de implantação do reaproveitamento dos resíduos os altos custos inerentes ao processo de reciclagem *in loco*, como também o transporte e o beneficiamento terceirizado, tornando a reciclagem uma atividade sustentada, ao invés de sustentável.

No questionário foi citado a realização do reaproveitamento da água de lavagem das betoneiras para a cura dos elementos estruturais, na fase de construção. Em visita, percebeu-se que a preocupação com a economia da água ultrapassa a fase de operação, onde a empresa C propõe no empreendimento a irrigação automatizada para as áreas verdes, desenvolvida para atender as necessidades de cada vegetação e com tecnologia adaptável aos períodos de chuva na fase de utilização.

Sobre as medidas tomadas na fase de execução, a construtora C também citou a introdução de resíduos de classe A na produção de concreto, assim como o uso de formas modulares, cubetas para as lajes e formas de madeira de alta qualidade para as vigas. Das sugestões sustentáveis que nunca foram trabalhadas encontram-se a utilização de concreto com resíduos industriais, a medição da qualidade do ar interno dos empreendimentos, a adoção de medidas para garantir o conforto higrotérmico, o uso de equipamento de detecção de fumaça por residência e a introdução de energias renováveis nos imóveis.

Apesar de raros, já foram introduzidos CAD e peças pré-fabricadas nas estruturas, além de materiais alternativos ou recicláveis. Em visita, foi identificado que além do uso de concreto usinado, as armações das estruturas também são adquiridas cortadas e dobradas conforme projeto estrutural, evitando desperdícios no canteiro. Segundo a respondente, nesse empreendimento os funcionários aumentaram a produção razoavelmente, e a melhoria do trabalho em equipe e da qualidade dos serviços prestados foram frutos de programas de incentivos controlados por índices internos.

Quando refere-se a participação da empresa C nos princípios relacionados a construção sustentável, a engenheira mencionou a realização do aproveitamento das condições naturais locais, a redução do consumo de materiais, o uso de matérias-primas eco-eficientes e a minimização dos impactos no entorno. Objetivando atender aos princípios citados, a construtora utiliza madeira certificada, descarga acoplada e com duplo acionamento, coleta seletiva, área destinada ao armazenamento de resíduos, medidor individualizados de água, pisos intertravados e blocos paletizados, paginação de revestimento, lâmpadas econômicas com sensor de presença, aproveitamento da iluminação natural e utilização de cores que favoreçam a luminosidade, projeto de paisagismo, utilização de materiais adquiridos próximos a obra, realização de laudo pericial da vizinhança. Ainda foi citado o uso de aquecimento solar em alguns empreendimentos.

Quanto a definição de sustentabilidade na construção, a gestora de obras retratou que as medidas ecológicas são tomadas preponderantemente na fase de execução da obra, pouco sendo observado nos projetos, e quando são inseridas tem como principal finalidade a diminuição de custos. Essa cultura faz com que a maioria das vezes muitas estratégias sejam utilizadas de forma improvisada. Na opinião da engenheira os clientes não se manifestam de forma significante quanto ao interesse em imóveis verdes, assim como não questionam e muito menos exigem tecnologias aplicadas para o alcance de empreendimentos menos poluentes.

Foi citado no questionário que é essencial tornar os edifícios mais duráveis e com o menor impacto ambiental. Dentre as abordagens mais importantes citadas pela empresa C todas estão voltadas para a redução dos consumos desnecessários, da água, da energia e dos materiais. Os empreendedores tem interesse em buscar

soluções e inovações com foco na sustentabilidade, porém muitas vezes não os fazem devido à resistência por parte dos clientes em investir nesse aspecto, visando apenas um menor custo por metro quadrado.

4.1.4 Estudo de Caso na Empresa D

Com a certificação do PBQP-H de nível B, a empresa D, de pequeno porte, é a mais nova dentre as entrevistadas. Com sede no bairro de Capim Macio deu início às suas atividades há 5 anos, construindo empreendimentos residenciais verticais e horizontais com faixa de preço variando por volta de 2 mil reais por metro quadrado. O questionário foi respondido por um dos sócios, engenheiro civil que deu iniciou ás atividades da empresa. De acordo com o entrevistado, a empresa D não possui profissional especializado nas questões ambientais e também investe na capacitação e desenvolvimento profissional dos funcionários nesse aspecto.

Apenas o respondente da empresa D acredita que a inserção dos requisitos de sustentabilidade deve ser inicializada na fase de execução, conforme já é desenvolvido na prática, e deve estender após a entrega do imóvel ao cliente. Atribuindo também ao consumidor a responsabilidade em adotar medidas para minimizar os impactos gerados pela edificação no uso.

De acordo com os dados obtidos no questionário, em relação a fase de projetos, foi possível identificar que a empresa D nunca realizou inventário dos modos de transporte existentes na proximidade, como bicicleta, pedestre e transportes públicos, não elaboram projetos de paginação de alvenaria e as estratégias para desconstrução ao final da vida útil do empreendimento são negligenciadas. O estudo de proteção dos ruídos externos e internos através do posicionamento do edifício também é uma medida pouco adotada pela empresa.

Entretanto, foi informado, em detalhe, que a empresa investe no monitoramento sistemático do consumo de água, energia e geração de resíduos. Esse controle é realizado por meio de indicadores mensais, quantificando em 5 m³ de água, 20 KWh de energia e 1 m³ de resíduos por trabalhador. Para minimizar o consumo, as águas das lavagens das betoneiras são reaproveitadas para auxiliar na cura dos elementos

estruturais de concreto armado. Em relação à economia de energia, o respondente informou que todas as noites e finais de semana são desligados os aparelhos de eletricidade do canteiro.

A construtora D é adepta ao consumo de concreto com resíduos de classe A em contrapiso, com uma frequência de 25% a 50% das obras utilizando a substituição de parte da brita granítica pela reciclada. Entretanto, o aço utilizado para a armação das estruturas é comprado em vergalhões e beneficiado no canteiro, gerando bastante resíduos, parte reaproveitado pela empresa para a confecção de outras peças menores e parte é destinado para reciclagem. Com a falta de planejamento em relação a execução das alvenarias, a geração de resíduos de blocos cerâmicos também é intensificada por quebras no transporte e na obtenção das variadas dimensões necessárias.

Em visita a obra, foi possível observar que era realizado a triagem dos resíduos gerados na fase de execução para posterior destinação à usina de reciclagem, com um volume de aproximadamente 20 m³ de resíduos por mês. A empresa D comentou sobre a dificuldade de adquirir no mercado máquinas compactas para beneficiar os resíduos de classe A, sem que cause tanta poluição sonora provocada pela moagem. Porém, acredita que os resíduos de classe A podem ser beneficiados pelas construtoras de modo a substituir os agregados em concretos sem função estrutural.

No empreendimento visitado, em fase de execução, não foram utilizados estruturas pré-fabricadas. Conforme respondido no questionário essa medida acontece com rara frequência na empresa D. Nunca teve registro de realização de despoluição do solo antes da construção, como também não utilizou CAD e concretos com resíduos industriais nas suas obras. As fôrmas disponíveis para execução da estrutura não são racionalizadas e nunca foi feito medição da qualidade de ar interna nos imóveis. Indagado acerca do uso de detector de incêndio, o respondente informou que a empresa não equipa de modo a atender todas as residências.

O entrevistado mencionou que a construtora já utilizou como princípios sustentáveis o aproveitamento das condições naturais, as reduções dos consumos de energia, de água e de materiais, a garantia da qualidade sanitária da água e dos ambientes, a implantação da obra de maneira sustentável, o uso de matérias-primas

eco-eficientes, a possibilidade de adaptação às necessidades dos usuários, o conforto acústico e visual, a reciclagem e disposição de resíduos e inovações tecnológicas.

Esses princípios foram alcançados com o tratamento de águas servidas para utilização apropriada, uso de descarga de duplo acionamento e medidor individualizado de água, consumo de madeira certificada, compra de materiais próximos às obras, armazenamento e gerenciamento dos resíduos da construção, coleta seletiva, uso de pisos intertravados, elaboração de projetos de paisagismo e paginação de revestimento, utilização de cores favorecendo a luminosidade e aproveitamento da iluminação natural.

Segundo o respondente da empresa D, para alcançar a sustentabilidade na construção civil é necessário preservar o meio ambiente, gerando menos resíduos e diminuindo o consumo de água e de energia durante a execução e o uso dos imóveis. Além disso, é preciso agregar qualidade de vida para aos ocupantes e a sociedade do entorno, de maneira a gerar lucro para a empresa. Apesar do interesse em adquirir empreendimentos verdes, os clientes não questionam nem exigem o emprego das medidas sustentáveis, essa falta de conscientização da população tem parte da responsabilidade da falta de investimento dos empreendedores.

4.1.5 Estudo de Caso na Empresa E

A empresa E, com sede no bairro de Tirol, atua no mercado de Construção Civil há 10 anos. Sua principal atividade está voltada às construções residenciais de médio a alto padrão, variando numa faixa de preço entre 5 mil à 7 mil reais por metro quadrado. O questionário foi respondido pelo coordenador de Planejamento e Controle, engenheiro civil formado em administração com 7 anos de atuação na empresa. Não foram cedidas imagens do canteiro, nem permitido que fotografasse.

Com certificação do PBQP-H de nível A, a empresa E não possui profissional e investimento relacionado a área sustentável e foi a única que não mencionou nenhuma medida tomada visando melhorias na sustentabilidade, ou seja, as possíveis atitudes “verdes” realizadas pela construtora não foram planejadas com finalidade

ambiental. Sendo assim, não há metas a serem alcançadas em prol do desenvolvimento sustentável.

O respondente percebe a importância da inserção precoce dos requisitos sustentáveis, na fase de estudo preliminar, porém informou que na empresa E, diferente das demais entrevistadas, as estratégias não são inseridas em nenhuma fase. Entretanto algumas inovações são propostas pela empresa no empreendimento visitado no bairro de Tirol, com o objetivo comercial, mas que também auxilia na sustentabilidade ambiental.

O imóvel possui um projeto de aspiração e automação por apartamento, o primeiro consiste em tubulações por cômodos que aspiram através de uma máquina locada na cozinha e depositam os resíduos diretamente em local, externo ao apartamento, apropriado para o descarte. A automação das luzes, ar-condicionado e TV é realizada através de uma central de lógica regulada via celular ou tablet, onde é capaz de analisar o consumo de energia e os possíveis desperdícios. Esses projetos de inovação mesmo não visando a sustentabilidade ambiental, colaboram com a gestão de resíduos e possivelmente com a consciência energética.

Das entrevistadas, a construtora E foi a empresa que menos adota as medidas listadas para as fases de planejamento e execução, dentre as estratégias menos utilizadas encontram-se a racionalização da execução, a análise crítica da gestão de indicadores com finalidade de melhorar o desempenho ambiental e a elaboração de projeto de canteiro de obras. De acordo com o respondente, a empresa F não utiliza madeira certificada ou de reflorestamento e nunca trabalhou com energias renováveis.

Devido ao empreendimento ser de alto padrão, não houve preocupação quanto aos modos de transportes, sendo um local afastado das vias que passam alternativos, por exemplo. Essa informação percebida na visita vai em desencontro ao respondido no questionário. Acredita-se que isso tenha ocorrido de forma pontual, nessa obra em especial.

Em visitação ao empreendimento em fase de construção, foi perceptível a falha na gestão do canteiro, onde materiais e resíduos eram armazenados na rua em caçambas, o engenheiro informou que isso ocorria devido à falta de espaço no terreno. Esses resíduos sem a devida triagem eram destinados para a usina de reciclagem, com um volume médio de 75 m³ por mês. A empresa nunca pensou em realizar a

reciclagem *in loco* e acredita que haja desconfiança por parte dos engenheiros quanto a qualidade do material reciclado e que a cultura do setor também atrapalha o reaproveitamento dos resíduos.

No questionário foi mencionado que a empresa E utiliza fôrmas racionalizadas, porém, no canteiro essa informação não foi comprovada. O respondente afirmou que as fôrmas eram de madeira, e que possuíam qualidade para serem utilizadas durante toda a obra. Apesar de citar que o consumo de concreto usinado nas obras acontecem raramente, o engenheiro garantiu em visita, que nesse empreendimento a maioria dos elementos estruturais foram confeccionados com concretos adquiridos na concreteira. Foi observado que no canteiro existiam tijolos cerâmicos de oito furos, blocos de concreto e tijolos maciços, segundo o respondente a maior parte das alvenarias foram confeccionadas com blocos de concreto e os demais tijolos foram utilizados de forma secundária.

Em conversa, o engenheiro admitiu que a empresa não tem tanta preocupação ambiental, mas que pretende introduzir algumas medidas na sua gestão com o objetivo de agregar valor aos empreendimentos e consequentemente minimizar a poluição ambiental proveniente das suas atividades. Dentre os 21 princípios listados no questionário, relacionados a construção sustentável, em apenas dois a empresa E teve ou tem participação, sendo elas a possibilidade de adaptação às necessidades dos usuários e o conforto acústico.

O respondente também citou que a empresa aproveita as águas pluviais nos projetos de paisagismos, utiliza medidor individualizado de água, pisos intertravados, blocos paletizados, lâmpadas econômicas e sensor de presença na execução dos imóveis.

Quanto ao alcance da sustentabilidade na construção civil, o respondente citou que se dá por meio da utilização de novos materiais que gerem menos impactos ao meio ambiente, reaproveitamento de materiais reciclados, redução do consumo de energia, reuso da água e aplicação de tecnologias que diminuam os impactos ao meio ambiente. Na opinião do engenheiro os clientes demonstram maior interesse em adquirir um imóvel com itens de sustentabilidade e ainda questionam e exigem o emprego desses elementos apenas na fase de utilização, o que justifica o investimento em tecnologias utilizadas após a obra.

Dentre as abordagens dispostas no questionário para a melhoria da sustentabilidade, foram citadas pelo respondente as três consideradas mais importantes, como a reciclagem e gestão de resíduos e as reduções dos consumos de água e energia. Na opinião do entrevistado, o setor da construção civil dá importância para as questões ambientais, mas ainda está aquém das necessidades, faltando um maior conhecimento acerca do assunto e a conscientização dos envolvidos. Acredita-se que as novas tecnologias sempre são vistas com desconfiança tornando a implementação mais demorada.

4.1.6 Estudo de Caso na Empresa F

De grande porte, a empresa F é das entrevistadas a que possui o maior tempo de atuação no setor da construção, cerca de 68 anos. Com sede no bairro da Ribeira, tem como tipologias a construção de habitações, esgotamento sanitário e abastecimento de água. Seus empreendimentos verticais tem uma faixa de preço por metro quadrado variando entre R$ 3.300,00 a R$ 7.000,00. O questionário foi respondido pelo engenheiro civil especialista em meio ambiente e gestão de recursos hídricos, cujo tempo de trabalho na empresa é de aproximadamente 10 anos.

Mesmo sendo a empresa mais antiga das entrevistadas, a construtora F é a única que não possui nenhuma certificação, selo ou sistema de gestão de qualidade. Além disso, não tem profissional especializado na temática ambiental e tampouco investe na capacitação e desenvolvimento profissional dos seus funcionários nesse aspecto. Quando questionado acerca de metas sustentáveis almejadas pela empresa, o respondente informou que desconhece essa informação, deixando a resposta em branco.

De acordo com o engenheiro, os requisitos de sustentabilidade devem ser inseridos nas fases de estudo preliminar e anteprojeto, onde podem ser planejados de maneira eficiente, porém na prática, quando são inseridos, acontecem nas fases de projeto executivo e principalmente na execução, o que gera bastante improvisos, conforme pode ser observado na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Improviso na armazenagem de resíduos – Empresa F

Fonte: Autora, 2016.

Quanto a aplicação de medidas tomadas na fase de projetos, pôde-se observar uma constância de frequência entre 25% e 50% nas medidas empregadas pela empresa. Acredita-se que devido ao tempo de atuação, a maioria dos itens listados já tenham sido empregados pela construtora, porém sem grande relevância. Foi informado que apenas o estudo de posicionamento do empreendimento com o objetivo de minimizar os ruídos externos e internos são realizados frequentemente pela empresa.

O que se remete a vida útil a empresa raramente revisa os projetos com objetivo de maximizar o desempenho e não incorporam estratégias para desconstrução. Como a maioria das construtoras entrevistadas não há preocupação quanto a facilidade de transportes alternativos. Com a carência de planejamento no cronograma de atividades visando a menor geração de resíduos, a utilização não controlada do consumo de materiais e a falta de preocupação quanto à qualidade ambiental dos materiais adquiridos percebe-se que há uma urgente necessidade de investimento na conscientização dos gestores, nesse aspecto.

O respondente da empresa F citou que analisa sistematicamente a produção das equipes de mão-de-obra e que toda a madeira utilizada é certificada ou de reflorestamento. A construtora nunca utilizou concreto com resíduos e raramente trabalha com CAD ou com estruturas pré-fabricadas. Apesar de já ter inserido em seus projetos energias renováveis, o empreendimento visitado, no bairro de Petrópolis, não possui projetos nesse âmbito.

O engenheiro informou que não utiliza com frequência materiais alternativos ou reciclados e que não há a devida atenção aos resíduos sólidos por meio da construtora, destinando cerca de 50 m³ de entulho à usina de reciclagem sem a realização de qualquer triagem, isso retrata a falha de gestão e de conscientização da mão-de-obra. O respondente relatou que é frequente a preocupação com a perda de material, porém essa medida é tomada visando a diminuição de gastos, sem qualquer relação com sustentabilidade ambiental.

A empresa F já introduziu em suas obras princípios relacionados a construção sustentável, como a redução do consumo de água e de materiais, a reciclagem e disposição de resíduos e também realizou palestras de educação ambiental. Dentre as medidas sustentáveis a construtora adota o uso de madeira certificada, tratamento e reuso de águas servidas, realização de coleta seletiva na fase de utilização, disposição de área destinada ao armazenamento de resíduos, uso de medidor individualizados de água, pisos intertravados, blocos paletizados, lâmpadas econômicas com sensor de presença e aproveitamento da iluminação natural, realização de projeto de paisagismo, gerenciamento de resíduos na construção e trabalho de conscientização ambiental.

Como definição de sustentabilidade no setor da construção civil, o respondente mencionou é alcançada com a gestão eficiente dos recursos necessários ao desenvolvimento da atividade. Como principal responsável para a obtenção de um empreendimento sustentável foi citado o empreendedor, pois acredita-se que é necessário aumentar os investimentos em sustentabilidade no processo construtivo e incentivar os engenheiros a buscar tais melhorias. Na opinião do respondente, os clientes apesar de demonstrarem maior interesse em adquirir imóveis com itens sustentáveis, não questionam nem exigem o emprego destas medidas.

A empresa F foi a única que citou como uma das três abordagens principais para a melhoria da sustentabilidade, a redução da emissão de CO_2, mencionando ainda a redução do consumo de água e energia. Na opinião do entrevistado, o setor da construção civil se importa com as questões ambientais, porém apenas uma parcela dos profissionais tem consciência da necessidade de investir na sustentabilidade do setor, o que nem sempre acontece com os empreendedores, que visam apenas lucros.

4.1.7 Síntese comparativa dos estudos de caso

Nesse item foram sintetizados os resultados obtidos no emprego dos instrumentos de pesquisa de modo a comparar os dados dos estudos de caso das construtoras locais. A Tabela 4.2 mostra de forma objetiva o comportamento das empresas entrevistadas quanto ao planejamento sustentável, identificando o nível de conscientização ambiental e o investimento sustentável.

Tabela 4.2 – Comportamento das empresas quanto ao investimento sustentável

ATITUDES SUSTENTÁVEIS	A	B	C	D	E	F
Possui selo ou certificação ambiental?	S	S	S	S	S	N
Adota medidas para alcançar a sustentabilidade?	S	S	S	S	N	S
Tem metas em prol da sustentabilidade?	S	S	N	S	N	N*
Possui profissional especializado na temática?	N	S	N	N	N	N
Investe em capacitação na área sustentável?	S	N	N	N	N	N
Os requisitos sustentáveis são planejados na fase de projeto?	N	S	N	N	N	S

Fonte: Autora, 2016.

É possível observar que a empresa B é a que melhor se comporta em relação a conscientização da necessidade de transformar o setor da construção civil menos agressivo, o gargalo observado refere-se a falta de investimento na capacitação dos profissionais no âmbito ambiental que pode ser resolvido por meio de palestras e cursos, sem oneração significativa para a empresa. É interessante observar que a maioria das empresas pesquisadas não investem na capacitação e na contratação de profissionais da área ambiental.

Diferentemente, as empresas E e F são as que menos investem no planejamento sustentável, a primeira apesar de ter certificação ambiental não apresenta atitudes que estimulem o alcance da sustentabilidade. A segunda, por sua vez, adota algumas medidas sustentáveis na fase de projeto porém não se preocupa

em obter certificações e não possui sistema de gestão de qualidade, é importante citar que o respondente da empresa F não respondeu se há metas sustentáveis a serem alcançadas, portanto decidiu-se, para análise dos dados, computar como se não existisse.

Quando refere-se a participação das construtoras nos princípios relacionados a construção sustentável (Gráfico 4.1) os três mais citados são alusivos à redução do consumo de material, água e reciclagem e disposição dos resíduos. O aproveitamento das condições naturais locais, a redução do consumo de energia e a gestão sustentável da implantação da obra foram citados pela metade das empresas entrevistadas. A implantação e análise do entorno, a qualidade ambiental interna e externa, a manutenção-permanência do desempenho ambiental, a qualidade sanitária do ar e do conforto olfativo não foram citados por nenhum respondente.

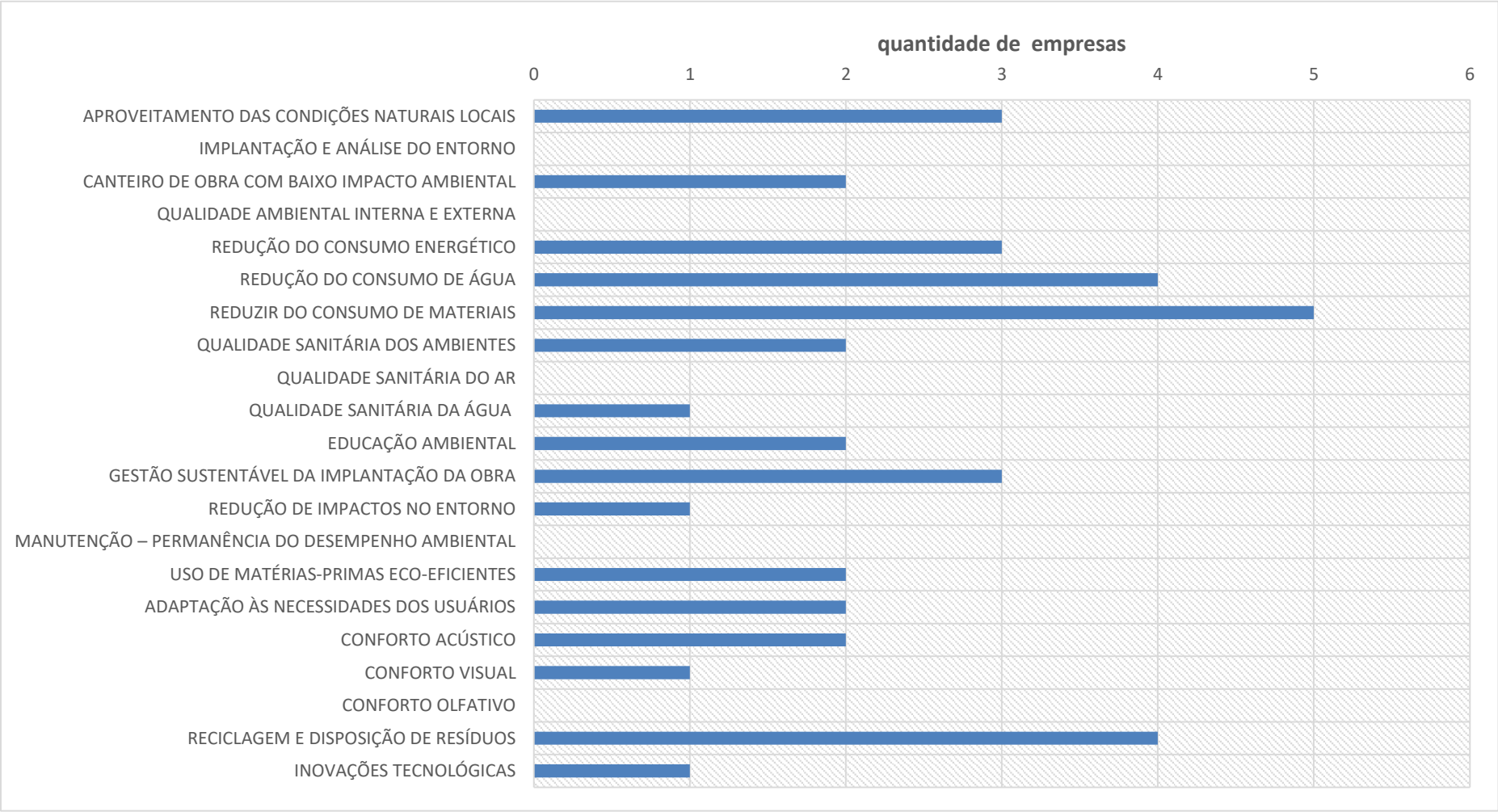
Apesar do uso cada vez mais intensivo das tecnologias, apenas uma empresa citou a inovação tecnológica. Outro item que merece atenção é o planejamento de canteiro com baixo impacto ambiental, esse tema ainda é negligenciado pelas construtoras locais.

Com a finalidade de satisfazer os princípios sustentáveis (Gráfico 4.2), todas as empresas citaram como medidas adotas em seus empreendimentos a elaboração de projetos paisagísticos e o uso de medidores individualizados de água, por sua vez, nenhuma delas instalam termoigrômetros nas suas obras.

Das empresas entrevistadas, a maioria utiliza madeira certificada, realiza coleta seletiva, armazena adequadamente os resíduos, utiliza pisos intertravados e lâmpadas econômicas e/ou com sensor de presença. Apenas a empresa B citou o uso de aquecimento solar, torneira com temporizador e projeto de alvenaria modulada. A empresa F foi a única que realiza aproveitamento das águas pluviais e as águas servidas são tratadas apenas pela empresa I.

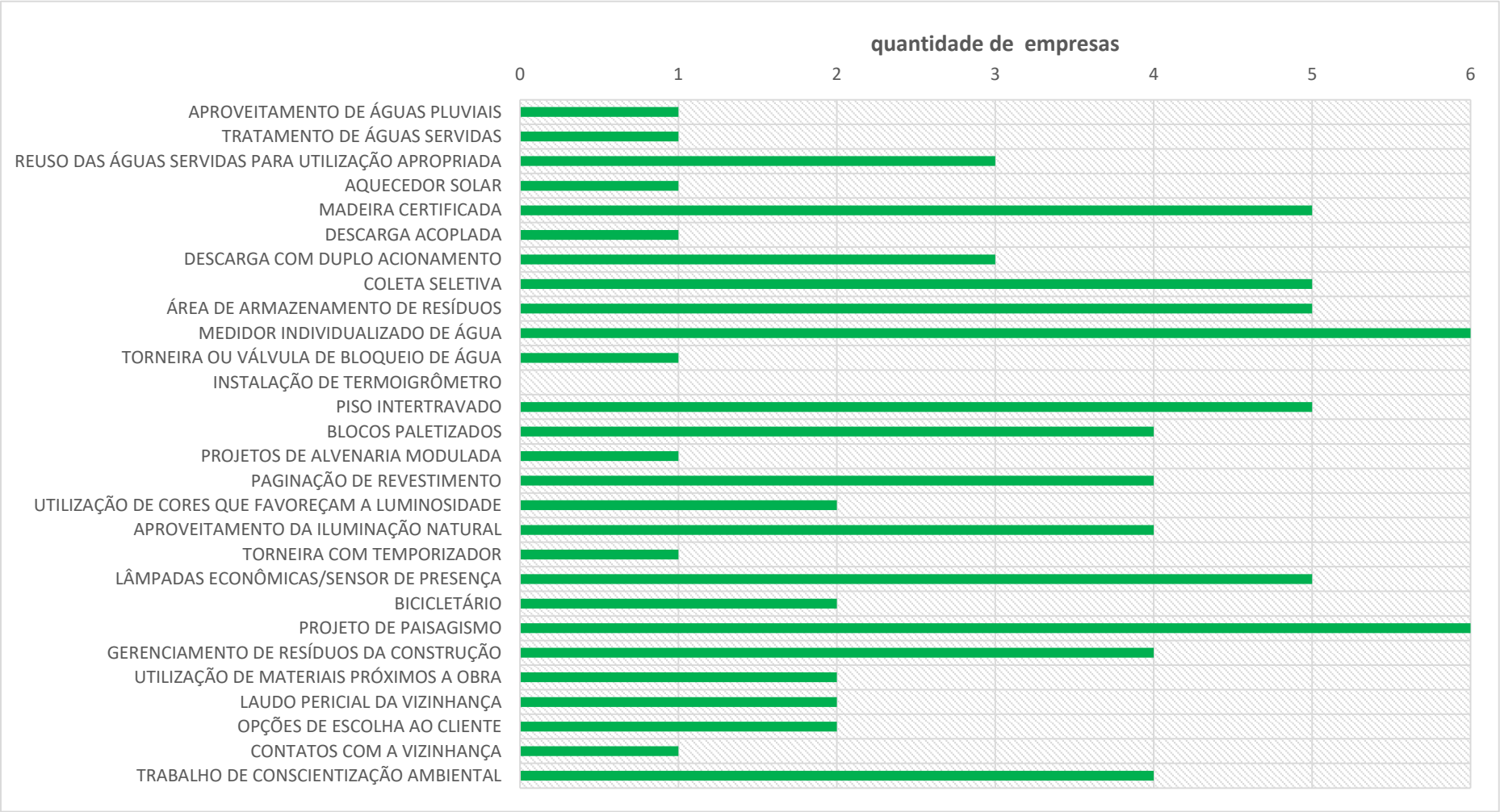
Apesar de serem consideradas medidas bastante usuais na construção de empreendimentos verticais os usos de descarga acoplada só foi citada por uma empresa e com duplo acionamento pela metade das entrevistadas.

Gráfico 4.1 – Princípios relacionados a construção sustentável que as empresas tem ou tiveram participação.



Fonte: Autora, 2016

Gráfico 4.2 – Medidas adotas pelas empresas a fim de satisfazer aos princípios sustentáveis

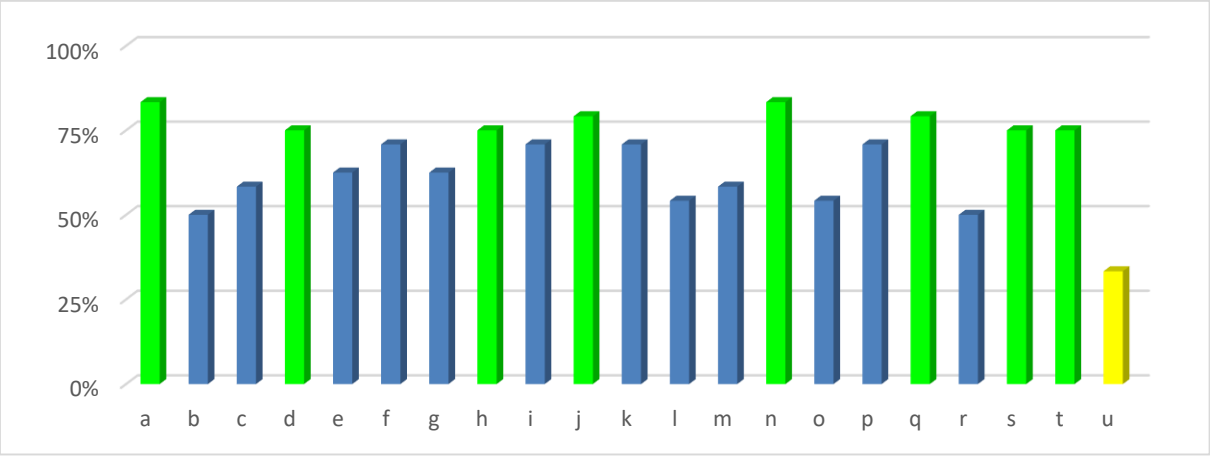


Fonte: Autora, 2016.

Com o questionário foram obtidos dados referentes aos percentuais de frequência do emprego das estratégias, previamente definidas na pesquisa, nas fases de projeto e execução. Para uma apreciação mais detalhada dessas medidas aplicadas foram atribuídos os valores de 0 a 4 para cada faixa de frequência, sendo 0 para as medidas que nunca foram tomadas, 1 para aquelas que acontecem raramente (0-25%), 2 para as que regularmente são introduzidas (25-50%), 3 para as medidas frequentemente empregadas (50-75%) e 4 para aquelas que sistematicamente são inseridas nos projetos (>75%). Vale ressaltar que foi levado em consideração o percentual máximo de cada faixa de frequência para garantir a devida proporção.

Após atribuídos os valores citados, foi calculada a média percentual de cada questionamento referente as respostas das seis empresas, conforme os Gráficos 4.3 e 4.4 referentes as fases de projeto e execução, respectivamente. O objetivo foi quantificar e identificar as medidas mais utilizadas pelas empresas locais e aquelas que possuem menor emprego.

Gráfico 4.3 – Média das frequências de medidas aplicadas pelas empresas na fase de projeto



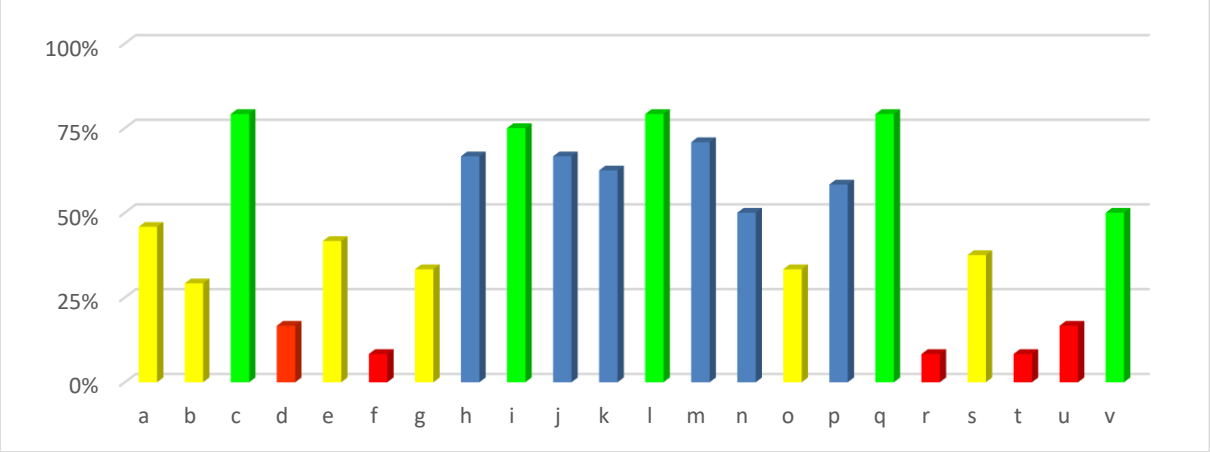
Fonte: Autora, 2016

No que se refere a inserção de estratégias na fase de projeto é possível identificar que apenas uma delas encontra-se num patamar inferior a 50%. Esta medida está relacionada a incorporação de medidas que visam a desconstrução após o fim da vida útil dos empreendimentos. Pode-se destacar ainda o emprego

sistemático da análise de vantagens e limitações do local do empreendimento, como insolação, luminosidade e sombreamento para a vizinhança, assim como a realização da compatibilidade dos projetos, a elaboração de projeto de canteiro de obras com a devida otimização da gestão e disposição dos resíduos, todas as empresas projetam de maneira a aproveitar a iluminação natural, adotam meios para facilitar a conservação e manutenção dos edifícios assegurando as intervenções sem danos as edificações.

O comportamento das empresas na fase de execução é consideravelmente inferior ao descrito na fase de projeto (Gráfico 4.4). Isso leva a contradição quando confrontado com o questionamento acerca da inserção das medidas sustentáveis, onde a maioria das empresas mencionaram que ocorriam na fase de construção e não eram planejadas anteriormente.

Gráfico 4.4 - Média das frequências de medidas aplicadas pelas empresas na fase de execução



Fonte: Autora, 2016

Das medidas listadas na fase de execução 5 delas encontram-se com média inferior a 25% de frequência de uso, sendo portanto, aplicadas raramente pelas empresas entrevistadas na construção de empreendimentos residenciais verticais. O uso de concreto de alto desempenho aparece em algumas respostas, porém não foi observado a aplicação em nenhuma obra visitada, assim como a utilização de resíduos industriais na confecção de concreto.

Acredita-se que a medição da qualidade do ar interno dos empreendimentos não seja empregada com frequência devido as características do ar na cidade do Natal não serem preocupantes como em grandes metrópoles. A instalação de detector de fumaça nos empreendimentos também encontra-se como uma medida pouco adotada pelas empresas. É importante destacar que apesar das condições favoráveis para a obtenção das energias renováveis (solar e eólica) as construtoras não investem nesse aspecto, possivelmente devido ao elevado custo de implantação, o que iria aumentar o preço do imóvel consideravelmente.

A Tabela 4.3, retrata a opinião dos gestores quanto as três principais abordagem para melhorar a sustentabilidade do setor da construção de edifícios verticais da cidade de Natal/RN.

Tabela 4.3 – Principais abordagens para o alcance da sustentabilidade na construção civil.

ABORDAGENS	A	B	C	D	E	F
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA	■		■		■	■
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA	■	■	■	■	■	■
REDUÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAIS		■	■	■		
MELHORIA NAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DOS AMBIENTES INTERNOS						
MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO NOS CANTEIROS DE OBRAS						
REDUÇÃO A EMISSÃO DE CO2						■
MELHORIA NO CONFORTO AMBIENTAL						
RECICLAGEM E GESTÃO DE RESÍDUOS	■			■	■	
MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DO EMPREENDIMENTO COM O ESPAÇO URBANO		■				

Fonte: Autora, 2016.

É válido notar que a redução do consumo de água foi citada por todas as empresas entrevistadas, apenas dois respondentes não citaram a redução do consumo energético, a metade das empresas mencionaram que para alcançar a sustentabilidade é necessário reduzir o consumo de materiais, reciclar e gerir

adequadamente os resíduos. Apenas a empresa F afirmou que a redução da emissão de CO_2 é essencial para obter uma construção menos agressiva ao meio ambiente.

4.2 Análise Cruzada da Matriz SWOT

Inicialmente foram observadas a média das frequências apresentadas pelas empresas para os questionamentos referentes as estratégias tecnológicas e gerenciais aplicadas nas fases de projeto e execução. Diante disso, foi possível identificar alguns pontos fortes e fracos, das variáveis controláveis, e algumas oportunidades e ameaças, variáveis não controláveis. Em seguida, durante as visitas, em conversa e por meio das informações do instrumento de observação (*checklist*) foram identificadas as forças (medidas sustentáveis aplicadas no canteiro de obra pela empresa) e as fraquezas (medidas sustentáveis que poderiam ser utilizadas, porém não são) compreendendo as variáveis internas.

Estas variáveis de ambiente interno estão mostradas na Tabela 4.4 (pontos fortes - S) e na Tabela 4.5 (pontos fracos - W). Já as variáveis de ambiente externo, oportunidades (O) e ameaças (T) estão listadas na Tabela 4.6 e na Tabela 4.7, respectivamente.

Tabela 4.4 – Pontes fortes (S) observados na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental

FORÇA - S			
S1	Necessidade de propor medidas diferenciadas para se destacar diante das demais empresas	**S7**	Dispõe de abrigo arejado e espaçoso para os resíduos recicláveis e não recicláveis
S2	Analisa as vantagens e limitações do local do empreendimento	**S8**	Utiliza concreto usinado nas obras
S3	Revisa os projetos com foco na racionalização da execução	**S9**	Adquire madeira certificada ou de reflorestamento
S4	Elabora projetos de canteiro de obra e organização dos fluxos	**S10**	Monitora os consumos de água e energia nos canteiros
S5	Realiza a gestão dos resíduos no canteiro de obra	**S11**	Preocupa-se com as perdas dos materiais
S6	Aproveita a iluminação natural	**S12**	Analisa a produção das equipes

Fonte: Autora, 2016.

Tabela 4.5 – Fragilidades (W) observadas na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental

FRAQUEZA - W			
W1	Falta de formação técnica e capacitação das equipes	**W9**	Ausência da aplicação de concreto de alto desempenho nas estruturas
W2	Carência de conhecimento acerca da influência da construção civil nas mudanças climáticas	**W10**	Falta da inserção de concreto com resíduos classe A ou de outras industrias
W3	Ausência de planejamento ambiental adequado	**W11**	Pouco uso de estruturas pré-fabricadas
W4	Falta de investimento ambiental na execução dos empreendimentos	**W12**	Desinteresse no uso de materiais recicláveis ou alternativos
W5	Desincentivo à mudança nos processos construtivos	**W13**	Falta da medição da qualidade de ar interno
W6	Ausência da realização de inventário dos modos de transportes	**W14**	Despreocupação quanto ao conforto higrotérmico
W7	Falta de elaboração de estratégias de desconstrução ao final da vida útil	**W15**	Ausência de detector de fumaça nas residências
W8	Desinteresse em despoluir ou tratar o solo antes da construção	**W16**	Carência do uso de energias renováveis locais

Fonte: Autora, 2016.

Tabela 4.6 – Oportunidades (O) observadas na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental

OPORTUNIDADES - O			
O1	Marketing ecológico: Vantagem competitiva oriunda da adesão de estratégias sustentáveis	**O6**	Desenvolvimento de produtos alternativos e/ou recicláveis
O2	Sistema de informação facilitado gerando clientes mais conscientizados	**O7**	Implantação de industrias de beneficiamento de resíduos
O3	Desenvolvimento de tecnologias sustentáveis	**O8**	Mobilização de organismos ambientalistas
O4	Redução da emissão de CO_2 com o uso eficiente dos materiais, transporte e reciclagem dos resíduos	**O9**	Desenvolvimento e crescimento econômico
O5	Necessidade de preservar os recursos naturais (energia, água e materiais)	**O10**	Investimento em pesquisas na área de sustentabilidade

Fonte: Autora, 2016.

Tabela 4.7 – Ameaças (T) observadas na aplicação dos instrumentos nos estudos de caso diante da sustentabilidade ambiental

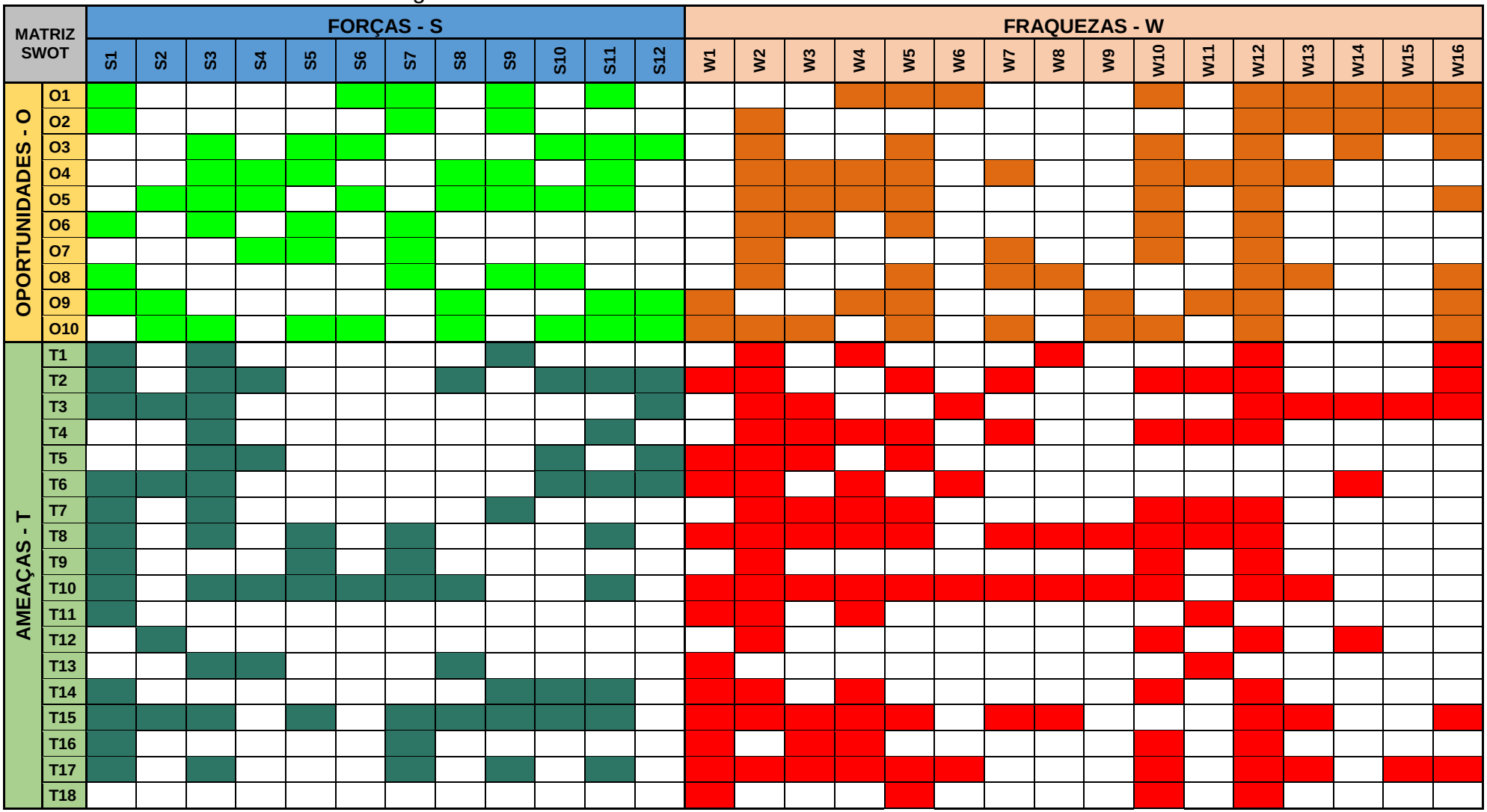
AMEAÇAS - T			
T1	Falta de investimento político e fiscalização	**T10**	Poluição ambiental envolvida em todas as etapas da construção, uso e manutenção
T2	Cultura do setor da construção civil e da mão-de-obra	**T11**	Falta de capacitação da equipe técnica
T3	Falta de investimento econômico dos clientes	**T12**	Crescimento urbano desenfreado
T4	Fornecedores sem preocupação ambiental adequada	**T13**	Baixa escolaridade da mão-de-obra presente nos canteiros de obra
T5	Mudanças na gestão das obras	**T14**	Educação ambiental insuficiente da sociedade
T6	Retorno financeiro a longo prazo	**T15**	Descaso com a preservação dos bens naturais
T7	Desmatamento excessivo: emprego da madeira na construção, queima para produção de materiais	**T16**	Receio na utilização de material reciclável por meio dos engenheiros e clientes
T8	Poluição de rios e solo devido a destinação inadequada dos resíduos	**T17**	Degradação da natureza: extração de recursos naturais, emissão de CO_2, entre outros
T9	Falta de apoio às usinas de beneficiamento de resíduos	**T18**	Limitação do uso de agregados reciclados na construção civil

Fonte: Autora, 2016.

O cruzamento das forças com as oportunidades apresentadas pelo meio externo às empresas (SO) indica as prioridades desejáveis, ou seja as ações mais adequadas a serem desenvolvidas. As ameaças existentes também devem ser cruzadas com os pontos fortes (ST), o objetivo é propor soluções para minimizar ou sanar com esses empecilhos.

Relacionando as ameaças com as fragilidades (WT) são definidos os pontos críticos para os quais há necessidade de prever ações urgentes visando sua eliminação. As fraquezas também devem ser relacionadas com as possíveis oportunidades (WO), nesse último caso o objetivo é aproveitar as oportunidades para melhorar as fragilidades das medidas sustentáveis. Esses cruzamentos estão representados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Matriz SWOT das estratégias acerca da sustentabilidade ambiental



Fonte: Autora, 2016.

Identificadas as variáveis e realizadas as devidas combinações foi possível montar a matriz SWOT buscando o desenvolvimento sustentável com a combinação do uso de pontos fortes para aproveitar as oportunidades externas (SO), bem como a minimização dos pontos fracos para evitar as possíveis ameaças externas (WT). No cruzamento SO, há a possibilidade de promoção rápida da sustentabilidade gerando estratégias de desenvolvimento consideradas prioritárias. No outro extremo, fruto do cruzamento WT são geradas estratégias de sobrevivência que necessitam de interferência imediata para minimizar os impactos negativos nas práticas ambientais da empresa.

O aproveitamento das oportunidades com a finalidade de minimizar as fragilidades na gestão das obras quando cruzadas (WO) geram estratégias de crescimento objetivando melhorar os pontos fracos por meio de auxilio externo. As estratégias de manutenção são geradas com o cruzamento do uso dos pontos fortes com as ameaças externas (ST), prevendo manter as forças mesmo diante de problemas não controlados.

Com as devidas combinações e análises foi possível iniciar uma proposta de melhorias para o setor da construção civil frente ao desenvolvimento sustentável, mais especificamente destinados as construtoras de empreendimentos residenciais verticais multifamiliares na cidade de Natal/RN.

4.3 Boas Práticas Propostas

Diante do quadro geral das condições na indústria da construção civil e dos resultados obtidos na pesquisa percebe-se a necessidade de propor linhas de ação, medidas e projetos que visem contribuir para a construção sustentável e, consequentemente, para a preservação do meio ambiente.

Incialmente foi identificado como se dá o processo construtivo das empresas locais e como estão organizadas, para que fosse possível propor melhorias na gestão ambiental. Para adquirir uma maior sustentabilidade nas construtoras é preciso que haja o comprometimento de todos os funcionários, desde os níveis gerenciais mais

elevados à mão-de-obra dos canteiros, para que dessa maneira o sistema possa ser mantido e aprimorado através do acompanhamento dos indicadores internos.

Fruto da necessidade da constante busca por melhorias no processo construtivo, as empresas precisam investir na obtenção de certificações ambientais realizada por uma organização externa, além de se auto avaliar constantemente em conformidade com as normas que regem o desenvolvimento sustentável. O objetivo é repensar acerca da gestão e da responsabilidade social, desde a fase de planejamento e projetos à desconstrução após a vida útil dos empreendimentos, garantindo que as relações com o meio ambiente estejam integradas as demais funções gerenciais.

Essa política, considerando a conscientização ambiental aplicada nas operações rotineiras, nas práticas gerenciais e na apresentação dos imóveis, constitui uma garantia aos investidores e clientes de que os aspectos ambientais se devidamente empregados geram uma maior qualidade de vida, justificando tal investimento, ao mesmo tempo que a construtora assume uma postura respeitável no mercado. A implantação de práticas sustentáveis deve ser baseada nas seguintes diretrizes:

- Estabelecer uma política ambiental apropriada para o porte da construtora;
- Implementar programas de educação ambiental no canteiro de obras, informando e treinando seus funcionários e prestadores de serviço;
- Identificar os aspectos ambientais presentes em cada atividade, produtos ou serviços (emissões atmosféricas, gerenciamento de resíduos, uso de matérias-primas e recursos naturais, entre outros) com objetivo de buscar alternativas mais adequadas em termos técnicos, econômicos, sociais e ambientais;
- Adotar uso de materiais, técnicas e rotinas nas suas atividades, de forma a evitar desperdícios e interferências negativas ao meio ambiente;
- Minimizar os impactos ambientais decorrentes de suas atividades, através da conservação, recuperação e proteção dos recursos naturais, transformando a responsabilidade em ação;
- Atender as exigências legais pertinentes, através da definição, padronização e implantação de mecanismos de preservação ambiental;

- Atentar-se ao uso de inovações tecnológicas, conscientizando os funcionários da importância da adesão das mudanças pertinentes;
- Monitorar e acompanhar todas as medidas sustentáveis adotados e avaliar os resultados obtidos;
- Contribuir para o desenvolvimento de tecnologias ou procedimentos que garantam uma construção mais sustentável;
- Adquirir retorno econômico de forma ambiental e socialmente correta.

Baseado nessas diretrizes, deve-se investir na prevenção ao invés da remediação dos danos ambientais, ou seja, o proprietário, arquiteto e engenheiros projetistas devem tratar a sustentabilidade, prioritariamente na fase de planejamento e concepção de projetos, por ambas comportarem o início do ciclo da construção de empreendimentos. Nessa etapa é definido o ciclo de vida da edificação e onde pode ser planejado a mitigação dos impactos ambientais através de projetos ambientalmente eficientes obtidos por meio de estudos sustentáveis. Para tanto, foram enumeradas algumas sugestões de boas práticas a serem implementadas na fase de planejamento e concepção de projetos:

1. LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E ECONÔMICOS RELATIVOS AO EMPREENDIMENTO – é aconselhável contratar um consultor em projetos sustentáveis, ou um responsável técnico que desenvolva ou acompanhe as fases de planejamento e concepção do projeto, de forma a garantir a segurança e evitar ou minimizar possíveis riscos;
2. ESTUDO DA VIZINHANÇA – o objetivo é identificar a situação e tomar medidas para garantir a qualidade de vida da comunidade afetada, verificando a insolação, luminosidade, visibilidade e ventilação do entorno;
3. INFRAESTRUTURA DO ENTORNO – analisar o estágio de desenvolvimento urbano da região. Dispondo da acessibilidade à malha de transportes públicos, considerando os meios de transportes disponíveis no local de modo a colaborar com o incentivo do uso alternativo de locomoção. Verificar acessos existentes, fontes de recursos, redes de abastecimento e serviços urbanos disponíveis. Não intervir em áreas verdes e de lazer já constituídas. Planejar um ambiente agradável com criação de espaço dedicado a melhoria da qualidade de vida;

4. PARCERIA COM INSTITUIÇÕES OU COMUNIDADES LOCAIS – realizar consulta pública, divulgando o que será feito no local, horários de funcionamento do canteiro, benefícios e transtornos previstos, bem como se informar se há realização de coleta seletiva;
5. ESCOLHA DOS FABRICANTES E FORNECEDORES – garantir que os produtos escolhidos e os serviços não sejam oriundos de práticas de informalidade fiscal e/ou trabalhista. Negociar com empresas que sejam capazes de cumprir as metas determinadas para execução dos serviços e que, preferivelmente, tenham compromisso com o meio ambiente;
6. ESCOLHA DOS MATERIAIS – analisar os produtos disponíveis e a qualificação de seus fornecedores (Informações sobre os produtos podem ser obtidas junto ao SiMaC - Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos/PBQP-H), a finalidade é especificar em projeto o uso de materiais mais sustentáveis e com a menor distância de transporte possível (minimizando a emissão de gases de efeito estufa - GEE). Inserir materiais alternativos, nas práticas da empresa, provenientes de produtos recicláveis e/ou fabricados com energias renováveis. Verificar a possibilidade de redução do consumo dos materiais e componentes, além de solicitar menor volume de embalagem aos fornecedores. Escolher materiais com maior vida útil. Estudar a viabilidade técnica e econômica de inserir o uso de cimentos Portland do tipo CP III e CP IV, que apresentam adições de escória de alto forno e cinzas volantes e que geram menos GEE na produção. Comprovar a procedência dos recursos naturais não-renováveis (areia, brita, entre outros). Atentar-se quanto a origem da madeira ou produtos de madeira utilizados, garantido que seja certificada ou de reflorestamento. Evitar produtos que estejam classificadas no grupo de substâncias cancerígenas (agentes que provoquem câncer em seres humanos). Definir os revestimentos cerâmicos de forma a garantir a resistência de uso, cargas verticais concentradas, umidade, ataque químico e manchamento. Utilizar produtos com menores impactos ambientais, consumo de água e energia;
7. DEFINIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO – adotar sistemas que visem menores perdas no processo construtivo e consequentemente gerem menos

impactos ao meio ambiente e baixo consumo de água e energia. Utilizar conceitos de construção enxuta. Assegurar que as manutenções e reparos possam ser realizados sem danos à edificação;

8. REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO - analisar a viabilidade técnica e econômica da utilização de energias renováveis locais (solar e eólica). Planejar vislumbrando a mitigação do uso de ar condicionado, iluminação artificial, chuveiros e aquecedores elétricos, entre outros, por meio da eficiência da ventilação e iluminação natural e com a adoção de sistemas de aquecimento de água à gás ou solar. Dimensionar e adotar sistemas inteligentes para os elevadores. Sugerir aos clientes o uso de materiais e equipamentos com selo de eficiência energética (PROCEL EDIFICA) com alto rendimento, além do emprego de sistemas de automação para controlar o consumo de energia. Utilizar sensores de presença e tecnologias com a finalidade de minimizar os desperdícios energéticos nas áreas comuns;
9. REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA - elaborar projetos que substitua o uso de equipamentos convencionais por modelos economizadores, como registros reguladores de vazão para bacias sanitárias e lavatórios, caixa de descarga com duplo acionamento, redutores de pressão, entre outros. Planejar a reutilização das águas servidas domésticas e o uso de águas pluviais para utilização apropriada, aquelas que não necessitam de potabilidade (lavagem das garagens e calçadas, descargas das bacias sanitárias e regar as áreas verdes). Inserir no projeto equipamentos e sistemas que detectam vazamentos nas tubulações. Estimar o consumo anual de água potável por morador e por áreas comuns e transmitir essas informações ao cliente com o objetivo de gerar conscientização do consumo;
10. CONFORTO – realizar um estudo aerodinâmico do projeto arquitetônico do empreendimento visando o conforto térmico, acústico, visual, olfativo e luminoso do local. Atentar-se para o posicionamento e dimensões das aberturas de janelas, com a finalidade de aproveitar os ventos dominantes fornecendo ventilação natural, adequar a iluminação natural para minimizar o uso de energia elétrica durante o dia e ao mesmo tempo proporcionar proteção solar para os ambientes internos. Sempre que possível, prever o uso de

termoigrômetro nas residências, com o fornecimento das explicações necessárias aos clientes. Utilizar pé-direito superior a 2,70 m (altura mínima) para garantir a circulação do ar fresco sobre as pessoas. Proteger as residências dos ruídos externos e internos, através da disposição eficiente dos cômodos, distanciando-os das vias barulhentas, da cozinha dos imóveis vizinhos, das escadas e elevadores, além de prever o uso de materiais de absorção ou de isolamento acústico. Dispor de iluminação natural nas circulações, escadas e áreas comuns. Evitar os odores desagradáveis externos por meio da análise do entorno, levando em conta a influência dos ventos. O sistema de esgoto deve ser projetado de modo que os gases não atinjam as áreas de convivência;

11. QUALIDADE DOS ESPAÇOS - planejar ambientes com condições de higiene adequadas e facilidades de limpeza. Elaborar uma planta com a locação dos possíveis equipamentos domésticos e as suas devidas conexões de água e energia, com a finalidade de identificar melhorias nos planejamentos dos espaços. Equipar as residências, sempre que possível, com detector de fumaça, visando a prevenção e combate a incêndios. Certificar que os projetos contemplem flexibilidade, possibilitando adaptações, expansão e modernização posteriores;
12. INCORPORAÇÃO DE BENEFÍCIOS ELENCADOS A SUSTENTABILIDADE – planejar e desenvolver projetos ambientalmente corretos, que visem benefícios econômicos, como redução de perdas de materiais, retrabalho, ganhos de produtividade, entre outros. Benefícios sociais, como bem estar e conforto dos clientes diante de empreendimentos “verdes”, contribuição na conscientização da comunidade, entre outros. Todas as medidas precisam ser valorizadas e divulgadas para o conhecimento dos clientes, para que estes tenham ciência do valor agregado da compra e mantenha ecoeficiência na fase de uso;
13. AGENTES ENVOLVIDOS – capacitar todos os envolvidos, desde os funcionários, colaboradores e vendedores aos usuários finais e a administração do condomínio, para que seja possível dá continuidade aos princípios sustentáveis definidos na fase de projeto pela empresa. Adicionar os objetivos de melhorias no desempenho ambiental do empreendimento ao manual do

proprietário, destacando os princípios, as ações e as práticas que devem ser tomadas durante a utilização, manutenção e reforma.

Na fase de planejamento, é recomendável utilizar simuladores, metodologias de prevenção e/ou equipamentos para monitoramento do desempenho ambiental dos projetos, ainda na fase de concepção, para que as incertezas sejam minimizadas e não ponham a sustentabilidade da edificação em risco.

Na fase de construção os impactos ambientais dão-se início com a modificação da paisagem, preparação do terreno e possíveis demolições de construções antigas. Posteriormente aparecem as consequências das escolhas dos materiais e sistemas construtivos, realizado na etapa anterior. O emprego de estratégias de gestão focadas no desenvolvimento sustentável na fase execução é de extrema importância, levando em consideração que as boas práticas devem ser realizadas de forma continuada. Para tanto, foram listadas algumas recomendações a serem empregadas na construção:

1. COMUNICAÇÃO COM A VIZINHANÇA – informar as ações a serem realizadas pela construtora durante a execução, ressaltar os benefícios que o empreendimento trará para a comunidade local e informar sobre as vistorias dos imóveis existentes para avaliação, de modo a garantir possíveis reparos causados por dados provenientes da execução do empreendimento;
2. DEMOLIÇÃO DE CONSTRUÇÕES PREEXISTENTES – esse serviço deverá ser realizado de forma a garantir a saúde e segurança dos funcionários e da vizinhança, evitando poeiras e ruídos excessivos, lançamento de fragmentos e prejuízo estrutural aos empreendimentos do entorno. Realizar a triagem de todos os resíduos, de maneira que possam ser aproveitados pela empresa ou que destinados corretamente à uma usina de reciclagem;
3. LOGÍSTICA E ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA – planejar um canteiro que garanta as condições de higiene e segurança dos funcionários, que otimize a gestão dos resíduos e gere menos incômodo a vizinhança e com menor utilização de recursos na execução. O projeto de canteiro, definição do *layout,* deve ser planejado considerando todas as fases da execução e com a menor geração de resíduos na desconstrução, reaproveitando o máximo possível os materiais empregados. Prever criteriosamente os horários e locais

para movimentação de veículos, bem como o lugar de carga e descarga de materiais, acomodações das caçambas e estacionamento dos funcionários. Supervisionar as entregas de materiais e as estocagens (principalmente de produtos químicos inflamáveis) garantindo a qualidade e evitando perdas de materiais. Sinalizar as circulações para garantir a segurança dos funcionários e visitantes. Avaliar a viabilidade de aderir ao uso de containers para os escritórios, sistemas de geração de energia e reuso de água. Proibir queimas de produtos, reduzir geração de poeira, roído, maus cheiros e demais transtornos. Prever a reciclagem *in loco* dos resíduos com a finalidade de reaproveitar materiais para fins não estruturais, minimizando o consumo de recursos naturais e impactos causados pelo descarte e transporte dos resíduos. Fiscalizar locais com água parada no canteiro, para evitar a proliferação de doenças;

4. GESTÃO DE RESÍDUOS – estimar o volume de geração de resíduos, a frequência de coletas, os custos e as alternativas de destinação final (recicladoras qualificadas). No caso de efluentes é necessário tomar medidas de favoreçam seu tratamento sem que sejam lançados inadequadamente nas redes. Controlar a movimentação interna e externa dos resíduos da construção com o monitoramento da mão-de-obra, das transportadoras e das empresas de destinação final. Verificar se a prefeitura tem projeto de recolhimento de entulho. Evitar perdas de produtos e materiais durante a execução dos serviços. Definir uma logística de triagem, acondicionamento, transporte interno e externo de acordo com a classe dos resíduos. Prever espaço suficiente para o armazenamento temporário dos resíduos recicláveis e não recicláveis em cada residência, nos pavimentos e na parte externa, de forma arejada, ventilada e protegida da chuva, vento e pestes. Ainda é necessário separar um espaço para armazenamento dos resíduos gerados em possíveis reformas e manutenção do empreendimento. Possibilitar a implantação de sistemas eficientes de coleta de resíduos sólidos, onde a triagem e deposição correta dos resíduos são realizadas pelos moradores. Atentar-se a definição do local de armazenamento final dos resíduos no empreendimento, para que não cause incômodos aos moradores e a vizinhança. Este deverá ser equipado com um ponto de água, um sifão e revestido de maneira que facilite a limpeza. Acordar

a possibilidade de destinar os resíduos gerados na execução para as empresas fabricantes, como os sacos de cimento e os resíduos de aço. Conscientizar o papel de cada funcionário na gestão dos resíduos, dividindo as tarefas de maneira que a triagem adequada nos canteiros seja rotineira;

5. RECICLAGEM OU REAPROVEITAMENTO – utilizar reservatório de decantação para recuperar a água de lavagem das betoneiras de modo a reutiliza-la para as atividades da construção. Armazenar os resíduos recicláveis devidamente triados, verificar os registros formais das transportadoras e das usinas de reciclagem, com a finalidade de garantir a destinação correta dos resíduos. Evitar a retirada de material de escavação, adotando medidas para reutilização no local;
6. GESTÃO DA ÁGUA – controlar o consumo de água no canteiro de obras, por meio da racionalização, com a instalação de componentes economizadores (bacia sanitária com caixa acoplada, redutores de pressão e consumo de água, entre outras) e processos construtivos que minimizem o desperdício. Evitar os vazamentos nas tubulações internas provocados durante a construção. Alertar aos proprietários acerca dos cuidados nas ligações nas redes de água em caso de reformas. Instalar medidor individualizado de consumo de água nos apartamentos;
7. GESTÃO DA ENERGIA – controlar o consumo de energia no canteiro de obras. Realizar um estudo dos custos globais do fornecimento de energia. Recomendar nos manuais a orientação para a escolha dos equipamentos de ar condicionado com maior eficiência energética e a utilização de lâmpadas de *led*;
8. RELACIONAMENTO COM OS FUNCIONÁRIOS E FORNECEDORES – realizar treinamentos adequados e frequentes acerca da educação ambiental e da necessidade do investimento na sustentabilidade na construção civil (abordar a problemática, apontar os índices de impactos gerados pela construção civil e propor mudanças na cultura do setor e no processo construtivo). Analisar a possibilidade de contratação de mão de obra local. Verificar a procedência dos produtos adquiridos com os fornecedores, dando

preferência a empresas que possuam selo de qualidade. Priorizar serviços locais, evitando transportes de grandes distâncias;

9. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO – realizar auto avaliações frequentes para identificar as possíveis melhorias e falhas, no aspectos técnicos, sociais, financeiros e principalmente ambientais. Após todas as adequações cabíveis, as empresas precisam almejar a obtenção de certificações ambientais ou selos verdes. Através da auto avaliação e das adequações em busca de certificações a empresa cuida do meio ambiente, eleva seus conceitos frente ao mercado competitivo e colabora para o incentivo de boas práticas no setor da construção civil.

Em suma, o empreendimento deve se adaptar às necessidades de produção, uso e consumo humano sem que os recursos naturais sejam esgotados, reservando-os para as futuras gerações. Para tanto, é necessário tomar medidas que priorizem a sustentabilidade ambiental desde a fase de planejamento, concepção de projetos e execução, maximizando os pontos fortes e minimizando as fragilidades para aproveitar as oportunidades e vencer as ameaças do ambiente externo.

CAPÍTULO 5

Considerações Finais e Sugestões de Trabalhos Futuros

Com a constatação de que os impactos ambientais tem se agravado exponencialmente há uma necessidade que as empresas em geral, inclusive as de construção civil, invistam na sustentabilidade ambiental com o objetivo de minimizar tais impactos. Porém a pesquisa aponta que o emprego de estratégias em prol da preservação do meio ambiente na construção civil local ainda é muito escasso, o que remete a necessidade uma tomada imediata de medidas de intervenção.

A aplicação dos instrumentos de pesquisa possibilitou identificar nos estudos de caso os pontos fortes e fracos das empresas e as oportunidades e ameaças externas a elas. De posse dessas variáveis foi possível construir a matriz SWOT por meio de uma análise cruzada, o que contribuiu significantemente para a elaboração das estratégias tecnológicas e gerenciais de desenvolvimento, crescimento, manutenção e sobrevivência. Finalizadas as análises foram desenvolvidas sugestões de boas práticas para as fases de planejamento, concepção de projeto e execução.

Apesar da percepção da necessidade da inserção precoce dos requisitos sustentáveis pela maior parte das empresas entrevistadas, não é o que acontece na realidade das construtoras locais. A opinião é bastante animadora tendo em vista que há consciência ambiental dos profissionais da área, porém a maioria das empresas não investem nessa mudança.

Acredita-se que as estratégias tecnológicas e gerenciais citadas, se devidamente utilizadas e alinhadas com os processos de qualidade ambiental da empresa serão capazes de otimizar o uso dos materiais com o aproveitamento das suas propriedades de forma eficiente, minimizar da geração de resíduos, garantir a

qualidade de vida dos moradores e reduzir os impactos ao meio ambiente. Com isso é possível gerar melhorias contínuas no processo de produção das empresas colaborando com a sustentabilidade do setor da construção civil.

Apesar da tentativa de ser o mais abrangente possível, foram impostas algumas restrições (de ordem técnica, financeira e de tempo) à pesquisa. Adicionalmente, durante o desenvolvimento da pesquisa deparou-se com outras limitações e variáveis que não puderam ser incluídas, mas que são sugestões para trabalhos futuros.

1. Expandir a pesquisa, considerando além dos empreendimentos residenciais verticais, os edifícios horizontais como também os comerciais.
2. Analisar outras regiões utilizando o mesmo levantamento de dados para obtenção de dados de referência que identifique as diferenças regionais;
3. Abranger além dos canteiros de obras, a análise das estratégias adotadas na fase de projeto.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil. **Blucher,** v. 5. p. 43, São Paulo, 2011.

ALI, M. B.; SAIDUR, R.; HOSSAIN, M. S. A review on emission analysis in cement industries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 5, p. 2252-2261, 2011.

ANDRÉ, Mónica; CARDOSO, Margarida. Blog SWOT organizacional. **Revista PRISMA.COM**, n. 3, 2010.

ANGULO, S. C. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento dos concretos. 2005. 149 p. **Tese de Doutorado** - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANTÓNIO, Nelson dos Santos. Estratégia organizacional: sua evolução nos últimos 50 anos**. INDEG/ISCTE**. Lisboa, 2002.

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. **IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica**. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 14001**. Sistemas de gestão ambiental – Especificações e diretrizes para uso**.** Rio de Janeiro. 1996.

_____**. NBR ISO 14004.** Sistemas de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre os princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro. 1996.

_____**. NBR ISO 14040.** Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. 10 p. Rio de Janeiro. 2001.

_____**. NBR ISO 14041.** Avaliação do ciclo de vida – Definição de escopo e análise do inventário. 21 p. Rio de Janeiro. 2004a.

_____**. NBR ISO 14042.** Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida. 17 p. Rio de Janeiro. 2004b.

_____**. NBR ISO 14043.** Avaliação do ciclo de vida – Interpretação do ciclo de vida. 19 p. Rio de Janeiro. 2005.

BALDWIN, R.; YATES, A.; HOWARD, N.; RAO, S.; BREEAM 98 for offices: an environmental assessment method for office buildings. **Building Research Establishment Report**. 1998.

BARBIERI, José Carlos; DA SILVA, Dirceu. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 3, p. 51, 2011.

BARONI, Margaret. Ambigüidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, v. 32, n. 2, p. 14-24, 1992.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico,** 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240810&search=rio-grande-do-norte|natal|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em fevereiro de 2017.

_____**.** Lei Federal nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> acesso em 29 de setembro de 2016;

_____**.** MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Instrumentos de Avaliação Ambiental**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/licenciamento-e-avalia%C3%A7%C3%A3o-ambiental/instrumentos-de-avalia%C3%A7%C3%A3o-ambiental>. Acessado em outubro de 2015.

_____**.** MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Cidades Sustentáveis** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/item/8059>. Acessado em junho de 2016.

BRANDON, P. S. Sustainability in management and organisation: the key issues? In: Cib Building Congress – Materials And Technologies For Sustainable Construction. **Proceedings.** Suíça, 1998. p.1739-47.

BRÜSEKE, Franz Josef. “O problema do desenvolvimento sustentável.” **In: Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo,1995.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD - **BREEAM**. Reino Unido, 2015. Disponível em: <http://www.breeam.com/why-breeam>. Acessado em janeiro de 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 1** de 23 de setembro de 1986 - Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>. Acesso em 23 de janeiro de 2015.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 16, p. 70-75, 2005.

DAMTOFT, J. S.; LUKASIK, J.; HERFORT, D.; SORRENTINO, D.; GARTNER, E. M. Sustainable development and climate change initiatives. **Cement and concrete research**, v. 38, n. 2, p. 115-127, 2008.

DANNA, Marilda Fernandes; MATOS, Maria Amélia. Aprendendo a observar. **Edicon**. 2006.

DE FIGUEIRÊDO, M. C. B.; DE FREITAS ROSA, M.; CALDEIRA-PIRES, A.; MOTA, S. Avaliação do Ciclo de Vida de tecnologias agroindustriais. **Embrapa Agroindústria Tropical-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE)**, 2014.

DEJA, J; ULIASZ-BOCHENCZYK, A; MOKRZYCKI, E. CO_2 emissions from Polish cement industry. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, v. 4, n. 4, p. 583-588, 2010.

FGV Projetos, LCA Consultoria. Construbusiness 2010 – Brasil 2022: Planejar, construir, crescer. **FIESP**. São Paulo, 2010. Disponivel em: <www.fiesp.com.br/construbusiness>.

FOSSATI, Michele. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em florianópolis. **Tese de doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Santa Catarina, 2008.

FREITAS, Wesley R.S.; JABBOUR, Charbel J.C. Utilizando estudo de caso (s) como estratégia de Pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. **Estudo & Debate**, v. 18, n. 2, 2011.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. **Atlas.** São Paulo: 2002.

HENDRIKS, Ch. F.; NIJKERK, A. A.; VAN KOPPEN, A. E. O Ciclo da Construção. **Universidade de Brasilia.** Tradução: Cláudia Naves David Amorim e Rosana Stockler Campos Clímaco. p. 114. Brasília, 2007

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM - JSBC. Home page: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm. Acesso em 19 de novembro de 2016.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. **Tese (livre docência)** – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 102p.

JOHN, V. M.; Sato, N. M. N.; Agopyan, V.; Sjöström, C. Durabilidade e Sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira. In: **Workshop sobre durabilidade das construções**. v. 2. 2001.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos da metodologia científica. In: **Fundamentos da metodologia científica**. Altas, 2010.

LIM, M.; HAN, G. C.; AHN, J. W.; YOU, K. S. Environmental Remediation and Conversion of Carbon Dioxide (CO_2) into Useful Green Products by Accelerated Carbonation Technology. Korea: **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 7, n. 1, p. 203-228, 2010.

LORENZON, Itamar Aparecido. A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso. **Tese de doutorado**. Universidade Federal de São Carlos - UFScar, São Carlos, 2008.

MATTHEWS, E.; AMANN, C.; BRINGEZU, S.; FISCHER-KOWALSKI, M.; HÜTTLER, W.; KLEIJN, R.; WEISZ, H. **The weight of nations. Material Outflows from Industrial Economies**. Washington, DC: World Resources Institute. 2000

MAURY, M. B.; BLUMENSCHEIN, R. N. Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate**, v. 3, n. 1, p. 75-95, 2012.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da. Economia do meio ambiente: Teoria e prática. **Elsevier.** Rio de Janeiro, 2003.

NEVES, Roberta Braga; COSTA, Helder Gomes. Avaliação de programas de pós-graduação: proposta baseada na integração ELECTRE TRI, SWOT e sistema CAPES. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão** v. 1, n. 3, p. 276-298, 2006.

POSSAN, E.; FOGAÇA, J. C.; PAZUCH, C. M. Sequestro de CO_2 Devido à Carbonatação do Concreto: Potencialidades da Barragem de Itaipu. Brasil: **Revista de estudos ambientais**, v. 14, n. 2, p. 28-38, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL – PMN – **Meio Ambiente e Urbanismo: Mapas Temáticos**. <http://www.natal.rn.gov.br/semurb/paginas/ctd-106.html>. Acesso em 03 de dezembro de 2014.

SACHS, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Editora **Garamond**. Rio de Janeiro, 2009.

SAMPAIO, Rosely Moraes. Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental na Cidade da Bahia (2005-2008). Bahia, 2016

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental. **Oficina de Textos**, 2015.

SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável: uma análise complexa. **Revista de Educação Pública**, v. 6, n. 10, p. 72-102, 1997.

SEVKLI, Mehmet; OZTEKIN, Asil; UYSAL, Ozgur; TORLAK, Gökhan; TURKYILMAZ, Ali; DELEN, Dursun. Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 1, p. 14-24, 2012.

SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. Revista Ambiente Construído, v. 3, n. 3, p. 718, 2003.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL – **SINDUSCON/RN**. 2015. Disponível em: <http://sindusconrn.com.br/?principal>.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M. de; PEREIRA, S. W. A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil. **Coletânea Habitare**, v. 7, p. 96-127, 2006.

SOUSA, Lucia; TRAVASSOS, Luciana. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole**. n. 19, 2008.

SOUZA, Gabriel Agenor de Araújo; MOREIRA JÚNIOR, Juarez Caetano; SANTOS, Mayra Lise Vitor; MENDONÇA, Rafael Silva; DE FARIA, Tamires de Fátima Campras; MARQUES, Márcia Rodrigues. Arquitetura de terra: alternativa sustentável para os impactos ambientais causados pela construção civil. e-xacta, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **Buildings and climate change – Status, Challenges and Opportunities**. França, 2007. Disponível em: <https://www.unep.org/sbci/pdfs/buildingsandclimatechange.pdf>.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. United States, 2015. Disponível em: <http://www.usgbc.org/leed>. Acessado em outubro de 2015.

WACKERNAGEL, Mathis; REES, William. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. **Society Publishers**, 1998.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NÄÄS, I. A. Sustentabilidade na Construção Civil. **Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World –** São Paulo, Brasil, v. 18, 2011.

YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 2ª edição. **Bookman**, Porto Alegre, 2001.

ZWAN, J.T. Application of waste materials – a success now, a success in the future. In: Waste Materials In Constructions: Putting Theory Into Practice. **Proceedings**. Great Britain, 1997. p.869-81.

APÊNDICES

QUESTIONÁRIO E *CHECKLIST*

OBSERVAÇÕES GERAIS:
Para os questionamentos objetivos marcar com X a opção correta;
Para os questionamentos que referirem a FREQUÊNCIA que o evento ocorre, considerar:
0% - Nunca; 0% a 25% - Raramente; 25% a 50% - Regularmente; 50% a 75% - Frequentemente; Acima de 75% - Sistematicamente.
Para os demais questionamentos, responder com LETRAS MAIUSCULAS (CAIXA ALTA).

TEMPO DE RESPOSTA	INICIO:		FIM:	

PERFIL DA CONSTRUTORA

EMPRESA			
TIPOLOGIA DOS EMPREENDIMENTOS			
FAIXA DE PREÇO DOS IMÓVEIS POR ÁREA		R$/m²	
TEMPO DE ATUAÇÃO NO MERCADO		ANOS	

A EMPRESA POSSUI ALGUM TIPO DE SELO E/OU CERTIFICAÇÃO?			
SIM		SE SIM, QUAL?	
NÃO			

PERFIL DO ENTREVISTADO

NOME					
FUNÇÃO / RESPONSABILIDADE					
FORMAÇÃO					
TEMPO DE TRABALHO NA EMPRESA		ANOS		MESES	

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E GERENCIAIS

1. A EMPRESA POSSUI SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE (SGQ)?			
SIM		SE SIM, QUAL?	
NÃO			

2. A EMPRESA ADOTA MEDIDAS VISANDO ALCANÇAR A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL?			
SIM		SE SIM, QUAIS?	
NÃO			

3. A EMPRESA POSSUI ALGUMA META A SER ATINGIDA EM FAVOR DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL?			
SIM		SE SIM, QUAIS?	
NÃO			

4. A EMPRESA POSSUI PROFISSIONAL ESPECIALIZADO NA TEMÁTICA AMBIENTAL ATUANDO NA ÁREA?			
SIM		SE SIM, QUAIS?	
NÃO			

5. HÁ INVESTIMENTO DA CAPACITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOS FUNCIONÁRIOS NA ÁREA AMBIENTAL?			
SIM		DE QUE FORMA?	
NÃO		ATRAVÉS DE QUÊ?	

6. NA SUA OPINIÃO EM QUE FASE OS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE DEVEM SER INSERIDOS?							
ESTUDO PRELIMINAR			PROJETO EXECUTIVO			APÓS A ENTREGA	
ANTEPROJETO			EXECUÇÃO				

7. EM QUE FASE OS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE SÃO DE FATO INSERIDOS?							
ESTUDO PRELIMINAR			PROJETO EXECUTIVO			APÓS A ENTREGA	
ANTEPROJETO			EXECUÇÃO			NÃO SÃO INSERIDOS	

8. EM RELAÇÃO A FASE DE PROJETOS, COM QUE FREQUÊNCIA A EMPRESA...					
a) ... REALIZA UMA ANÁLISE DE VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO LOCAL DO EMPREENDIMENTO (INSOLAÇÃO, LUMINOSIDADE, SOMBREAMENTO PARA A VIZINHANÇA)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
b) ... REALIZA INVENTÁRIO DOS MODOS DE TRANSPORTES EXISTENTES NA PROXIMIDADE (BICICLETA, PEDESTRE, TRANSPORTES PÚBLICOS)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
c) ... REVISA OS PROJETOS COM OBJETIVO DE MAXIMIZAR A VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP) MESMO QUANDO HÁ UMA SOLUÇÃO (CUSTO, PRAZO, EXECUÇÃO) DEFINIDA?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%

8. EM RELAÇÃO A FASE DE PROJETOS, COM QUE FREQUÊNCIA A EMPRESA... (CONT.)					
d) ... COORDENA OS PROJETOS E COMPATIBILIZAM ANTES DE COMEÇAR A EXECUÇÃO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
e) ... REVISA DETALHES DE DIFÍCIL EXECUÇÃO MESMO QUANDO UMA SOLUÇÃO JÁ FOI ENCONTRADA?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
f) ... REVISA OS PROJETOS COM OBJETIVO DE AUMENTAR A RACIONALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
g) ... UTILIZA GESTÃO DE INDICADORES PARA ANÁLISE CRÍTICA VISANDO A MELHORIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
h) ... ELABORA PROJETO DE CANTEIRO DE OBRA E DA ORGANIZAÇÃO (COM OS FLUXOS, OS ALOJAMENTOS E AS ZONAS DE ARMAZENAMENTO)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
i) ... DEFINE ESTRATÉGIAS QUE PRIVILEGIEM A DESMONTAGEM DO CANTEIRO COM O MÁXIMO DE APROVEITAMENTO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
j) ... OTIMIZA A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CANTEIRO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
k) ... ADOTAM ESTRATÉGIAS QUE VISEM A REDUÇÃO DE CONSUMO DE MATERIAL MESMO COM A COMPLEXIDADE DAS TECNOLOGIAS EMPREGADAS E/OU AUMENTO DO CUSTO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
l) ... QUESTIONA O PADRÃO DE QUALIDADE AMBIENTAL DOS MATERIAIS ADQUIRIDOS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
m) ... PLANEJA O CRONOGRAMA DE ATIVIDADES VISANDO A MENOR GERAÇÃO DE RESÍDUOS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
n) ... DISPÕE DE ILUMINAÇÃO NATURAL NAS ESCADAS, CIRCULAÇÕES E ÁREAS COLETIVAS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
o) ... ELABORAM PROJETOS DE PAGINAÇÃO DE ALVENARIA?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
p) ... PREVÊ ESPAÇO SUFICIENTE PARA ABRIGAR OS RESÍDUOS RECICLÁVEIS E NÃO-RECICLÁVEIS (TEMPORÁRIO NO PAVIMENTO, DEPÓSITO CENTRAL E FINAL)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
q) ... PREVÊ LOCAIS AREJADOS E VENTILADOS PARA ARMAZENAMENTO DOS RESÍDUOS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
r) ... PROTEGE AS RESIDÊNCIAS DOS RUÍDOS EXTERNOS E INTERNOS ATRAVÉS DO POSICIONAMENTO DO EDIFÍCIO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
s) ... ADOTAM SOLUÇÕES DE PROJETOS PARA QUE VISEM FACILITAR A CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
t) ... ASSEGURA QUE AS INTERVENÇÕES DE CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO SERÃO REALIZADAS SEM DANOS A EDIFICAÇÃO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
u) ... INCORPORA ESTRATÉGIAS PARA DESCONSTRUÇÃO AO FINAL DE VIDA ÚTIL DO EMPREENDIMENTO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
9. EM RELAÇÃO A FASE DE EXECUÇÃO, COM QUE FREQUÊNCIA A EMPRESA...					
a) ... OS FUNCIONÁRIOS DISCUTEM SOBRE A QUESTÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
b) ... REALIZA A DESPOLUIÇÃO OU O TRATAMENTO DO LOCAL DO EMPREENDIMENTO ANTES DA CONSTRUÇÃO, CASO TENHA SIDO IDENTIFICADA UMA POLUIÇÃO DO SOLO DURANTE A ANÁLISE DO LOCAL?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
c) ... UTILIZA CONCRETO USINADO NAS OBRAS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
d) ... UTILIZA CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO (CAD) NAS ESTRUTURAS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
e) ... UTILIZA CONCRETO COM RESÍDUOS DE CLASSE A?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
f) ... UTILIZA CONCRETO COM RESÍDUOS DE OUTRAS INDÚSTRIAS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
g) ... UTILIZA ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
h) ... UTILIZA TIJOLOS COM DIMENSÕES VARIADAS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
i) ... UTILIZA MADEIRA CERTIFICADA OU DE REFLORESTAMENTO? POSSUI O DOF (DOCUMENTO DE ORIGEM FLORESTAL)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
j) ... UTILIZA FORMAS RACIONALIZADAS? (METÁLICAS, MODULARES, PLÁSTICAS)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%

9. EM RELAÇÃO A FASE DE EXECUÇÃO, COM QUE FREQUÊNCIA A EMPRESA... (CONT.)					
k) ... UTILIZA CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
l) ... ANALISA O MONITORAMENTO DOS CONSUMOS DE ÁGUA E DE ENERGIA NO CANTEIRO, A FIM DE DECIDIR SOBRE A NECESSIDADE DE REPETIR OU MELHORAR AS AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
m) ... REALIZA A TRIAGEM E GESTÃO DOS RESÍDUOS NAS DIFERENTES ETAPAS DA OBRA?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
n) ... RECICLA E/OU REUTILIZA OS RESÍDUOS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
o) ... UTILIZA MATERIAIS RECICLÁVEIS OU ALTERNATIVOS?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
p) ... UTILIZA MATERIAIS LOCAIS OU REGIONAIS (< 300KM)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
q) ... SE PREOCUPA COM AS PERDAS DOS MATERIAIS (TRANSPORTE, ESTOQUE, MOVIMENTAÇÃO, ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
r) ... MEDE A QUALIDADE DO AR INTERNO DO EMPREENDIMENTO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
s) ... ADOTA MEDIDAS PARA GARANTIR O CONFORTO HIGROTÉRMICO NO VERÃO E NO INVERNO (DESEMPENHO TÉRMICO MÍNIMO)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
t) ... EQUIPA CADA RESIDÊNCIA COM UM DETECTOR DE FUMAÇA?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
u) ... UTILIZA ENERGIAS RENOVÁVEIS LOCAIS (SOLAR, EÓLICA)?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
v) ... ANALISA A PRODUÇÃO DAS EQUIPES DE MÃO-DE-OBRA ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO DE CADA SERVIÇO?	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%
10. QUAL O CIMENTO MAIS UTILIZADO IN LOCO?					

11. QUAL A MÉDIA DE COLETAS DE RCDs (CAÇAMBAS/MÊS)?							
ABAIXO DE 5			ENTRE 10 E 15			ACIMA DE 20	
ENTRE 5 E 10			ENTRE 15 E 20				

12. QUAL O VOLUME TRANSPORTADO POR CAÇAMBA?		m³

13. ONDE É DESTINADO OS RESÍDUOS CLASSE A?							
ATERRO SANITÁRIO			USINA DE RECICLAGEM			OUTRA	QUAL?

14. O QUE DIFICULTA NA IMPLANTAÇÃO DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL?

15. EM QUAIS DOS PRINCÍPIOS RELACIONADOS A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL A CONSTRUTORA JÁ TEVE OU TEM PARTICIPAÇÃO?			
APROVEITAMENTO DAS CONDIÇÕES NATURAIS LOCAIS		GESTÃO SUSTENTÁVEL DA IMPLANTAÇÃO DA OBRA	
IMPLANTAÇÃO E ANÁLISE DO ENTORNO		REDUÇÃO DE IMPACTOS NO ENTORNO	
CANTEIRO DE OBRA COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL		MANUTENÇÃO – PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL	
QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA E EXTERNA		USO DE MATÉRIAS-PRIMAS ECO-EFICIENTES	
REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO		ADAPTAÇÃO ÀS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS	
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA		CONFORTO ACÚSTICO	
REDUZIR DO CONSUMO DE MATERIAIS		CONFORTO VISUAL	
QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES		CONFORTO OLFATIVO	
QUALIDADE SANITÁRIA DO AR		RECICLAGEM E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	
QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA		INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	
EDUCAÇÃO AMBIENTAL			

16. A FIM DE SATISFAZER TAIS PRINCÍPIOS QUAIS AS MEDIDAS QUE A CONSTRUTORA ADOTA?			
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS		PROJETOS DE ALVENARIA MODULADA	
TRATAMENTO DE ÁGUAS SERVIDAS		PAGINAÇÃO DE REVESTIMENTO	
REUSO DAS ÁGUAS SERVIDAS PARA UTILIZAÇÃO APROPRIADA		UTILIZAÇÃO DE CORES QUE FAVOREÇAM A LUMINOSIDADE	
AQUECEDOR SOLAR		APROVEITAMENTO DA ILUMINAÇÃO NATURAL	
MADEIRA CERTIFICADA		TORNEIRA COM TEMPORIZADOR	
DESCARGA ACOPLADA		LÂMPADAS ECONÔMICAS/SENSOR DE PRESENÇA	
DESCARGA COM DUPLO ACIONAMENTO		BICICLETÁRIO	
COLETA SELETIVA		PROJETO DE PAISAGISMO	
ÁREA DE ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS		GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO	
MEDIDOR INDIVIDUALIZADO DE ÁGUA		UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PRÓXIMOS A OBRA	
TORNEIRA OU VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA		LAUDO PERICIAL DA VIZINHANÇA	
INSTALAÇÃO DE TERMOIGRÔMETRO		OPÇÕES DE ESCOLHA AO CLIENTE	
PISO INTERTRAVADO		CONTATOS COM A VIZINHANÇA	
BLOCOS PALETIZADOS		TRABALHO DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL	
OUTRA			

VISÃO GERAL SOBRE O TEMA

1. O QUE VOCÊ ENTENDE POR SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL? E QUAL O PRINCIPAL RESPONSÁVEL PARA OBTER UM EMPREENDIMENTO SUSTENTÁVEL?

	SIM	NÃO
2. NA SUA OPINIÃO OS CLIENTES TEM MAIOR INTERESSE EM ADQUIRIR UM IMÓVEL AO SABER QUE FORAM ADOTADOS ITENS DE SUSTENTABILIDADE?		
3. OS CLIENTES SE PREOCUPAM EM QUESTIONAR A EMPRESA QUANTO AOS ITENS DE SUSTENTABILIDADE ADOTADOS?		
4. OS CLIENTES EXIGEM QUE OS EMPREENDIMENTOS POSSUAM TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS?		

5. EM SUA OPINIÃO, QUANDO SE TRATA DA MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS, QUAIS AS TRÊS ABORDAGENS QUE CONSIDERA MAIS IMPORTANTE?

REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA		REDUÇÃO A EMISSÃO DE CO2	
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA		MELHORIA NO CONFORTO AMBIENTAL	
REDUÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAIS		RECICLAGEM E GESTÃO DE RESÍDUOS	
MELHORIA NAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DOS AMBIENTES INTERNOS		MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DO EMPREENDIMENTO COM O ESPAÇO URBANO	
MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO NOS CANTEIROS DE OBRAS			
OUTRA			

6. DE FORMA GERAL, NA SUA OPINIÃO, O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL DÁ A DEVIDA IMPORTÂNCIA PARA AS QUESTÕES SUSTENTÁVEIS? O QUE VOCÊ ACREDITA QUE FALTA PARA QUE O SETOR SE COMPROMETA MAIS COM A SUSTENTABILIDADE?

	SIM	NÃO
7. NA SUA OPINIÃO, HÁ INCENTIVO POR PARTE DO EMPREENDEDOR PARA BUSCAR NOVAS SOLUÇÕES OU INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS QUE PRIORIZEM A SUSTENTABILIDADE?		

SUGESTÕES E COMENTÁRIOS ADICIONAIS

CHECKLIST	
EMPRESA	
EMPREENDIMENTO	
ENDEREÇO	
FASE DA OBRA	

A EMPRESA POSSUI ALGUM TIPO DE SELO E/OU CERTIFICAÇÃO?			
SIM		**SE SIM, QUAL?**	
NÃO			

EM RELAÇÃO AO EMPREENDIMENTO, FOI OBSERVADO QUE...	SIM	NÃO
O LOCAL APARENTEMENTE FOI ANALISADO (INSOLAÇÃO, LUMINOSIDADE, SOMBREAMENTO)?		
HÁ FACILIDADE DE TRANSPORTES (BICICLETA, PEDESTRE, TRANSPORTES PÚBLICOS)?		
HÁ RACIONALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO?		
CANTEIRO DE OBRA PLANEJADO (FLUXOS, ALOJAMENTOS, ZONAS DE ARMAZENAMENTO)?		
O CANTEIRO PODERÁ SER DESMOLDADO COM O MÁXIMO DE APROVEITAMENTO?		
HÁ GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CANTEIRO?		
POSSUI ESTRATÉGIAS PARA REDUZIR O CONSUMO DE MATERIAL		
PLANEJA O CRONOGRAMA DE ATIVIDADES VISANDO A MENOR GERAÇÃO DE RESÍDUOS?		
DISPÕE DE ILUMINAÇÃO NATURAL NAS ESCADAS, CIRCULAÇÕES E ÁREAS COLETIVAS?		
HÁ PROJETO DE PAGINAÇÃO DE ALVENARIA?		
ESPAÇO SUFICIENTE PARA ABRIGAR OS RESÍDUOS RECICLÁVEIS E NÃO-RECICLÁVEIS?		
LOCAIS AREJADOS E VENTILADOS PARA ARMAZENAMENTO DOS RESÍDUOS?		
UTILIZA CONCRETO USINADO NAS OBRAS?		
UTILIZA CONCRETO COM RESÍDUOS DE CLASSE A OU OUTRAS INDUSTRIAS?		
UTILIZA ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS?		
UTILIZA TIJOLOS COM DIMENSÕES VARIADAS?		
UTILIZA FORMAS RACIONALIZADAS? (METÁLICAS, MODULARES, PLÁSTICAS)?		
UTILIZA CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA?		
REALIZA A TRIAGEM E GESTÃO DOS RESÍDUOS NAS DIFERENTES ETAPAS DA OBRA?		
RECICLA E/OU REUTILIZA OS RESÍDUOS?		
UTILIZA MATERIAIS RECICLÁVEIS OU ALTERNATIVOS?		
SE PREOCUPA COM AS PERDAS DOS MATERIAIS		
EQUIPA CADA RESIDÊNCIA COM UM DETECTOR DE FUMAÇA?		
UTILIZA ENERGIAS RENOVÁVEIS LOCAIS (SOLAR, EÓLICA)?		

QUAL O CIMENTO ENCONTRADO IN LOCO?	

ONDE SÃO ARMAZENADOS OS RESÍDUOS?	

EM QUAIS DOS PRINCÍPIOS RELACIONADOS A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL O EMPREENDIMENTO TEM PARTICIPAÇÃO?

APROVEITAMENTO DAS CONDIÇÕES NATURAIS LOCAIS		GESTÃO SUSTENTÁVEL DA IMPLANTAÇÃO DA OBRA	
IMPLANTAÇÃO E ANÁLISE DO ENTORNO		REDUÇÃO DE IMPACTOS NO ENTORNO	
CANTEIRO DE OBRA COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL		MANUTENÇÃO – PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL	
QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA E EXTERNA		USO DE MATÉRIAS-PRIMAS ECO-EFICIENTES	
REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO		ADAPTAÇÃO ÀS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS	
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA		CONFORTO ACÚSTICO	
REDUZIR DO CONSUMO DE MATERIAIS		CONFORTO VISUAL	
QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES		CONFORTO OLFATIVO	
QUALIDADE SANITÁRIA DO AR		RECICLAGEM E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	
QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA		INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	
EDUCAÇÃO AMBIENTAL			

A FIM DE SATISFAZER TAIS PRINCÍPIOS QUAIS AS MEDIDAS ADOTADAS NO EMPREENDIMENTO?

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS		PROJETOS DE ALVENARIA MODULADA	
TRATAMENTO DE ÁGUAS SERVIDAS		PAGINAÇÃO DE REVESTIMENTO	
REUSO DAS ÁGUAS SERVIDAS PARA UTILIZAÇÃO APROPRIADA		UTILIZAÇÃO DE CORES QUE FAVOREÇAM A LUMINOSIDADE	
AQUECEDOR SOLAR		APROVEITAMENTO DA ILUMINAÇÃO NATURAL	
MADEIRA CERTIFICADA		TORNEIRA COM TEMPORIZADOR	
DESCARGA ACOPLADA		LÂMPADAS ECONÔMICAS/ SENSOR DE PRESENÇA	
DESCARGA COM DUPLO ACIONAMENTO		BICICLETÁRIO	
COLETA SELETIVA		PROJETO DE PAISAGISMO	

ÁREA DE ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS		GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO	
MEDIDOR INDIVIDUALIZADO DE ÁGUA		UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PRÓXIMOS A OBRA	
TORNEIRA OU VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA		LAUDO PERICIAL DA VIZINHANÇA	
INSTALAÇÃO DE TERMOIGRÔMETRO		OPÇÕES DE ESCOLHA AO CLIENTE	
PISO INTERTRAVADO		CONTATOS COM A VIZINHANÇA	
BLOCOS PALETIZADOS		TRABALHO DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL	
OUTRA			

QUAIS AS ABORDAGENS UTILIZADAS?			
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA		REDUÇÃO A EMISSÃO DE CO2	
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA		MELHORIA NO CONFORTO AMBIENTAL	
REDUÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAIS		RECICLAGEM E GESTÃO DE RESÍDUOS	
MELHORIA NAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DOS AMBIENTES INTERNOS		MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DO EMPREENDIMENTO COM O ESPAÇO URBANO	
MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO NOS CANTEIROS DE OBRAS			
OUTRA			

SUGESTÕES E COMENTÁRIOS ADICIONAIS