

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EGUIMAR MARQUES GOMES

RODRIGO ANAZÁRIO DOS SANTOS

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ANÁPOLIS / GO

2015

**EGUIMAR MARQUES GOMES
RODRIGO ANAZÁRIO DOS SANTOS**

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADORA: MESTRA JULLIANA SIMAS RIBEIRO

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

GOMES, EGUIMAR MARQUES.
SANTOS, RODRIGO ANAZÁRIO DOS.

Sustentabilidade na construção civil [Goiás] 2015

98P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC - Unievangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Sustentabilidade

2. Construção Civil

3. Canteiro de obras

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, R. A. Sustentabilidade na construção civil. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, GO, 98p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Eguimar Marques Gomes e Rodrigo Anazário dos Santos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Sustentabilidade na construção civil

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2015

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Eguimar Marques Gomes
Rua Portugal QD 28 LT 15
75083550 – Anápolis/GO – Brasil

Rodrigo Anazário dos Santos
Rua F1 QD 2 LT 41
75101205 – Anápolis/GO – Brasil

EGUIMAR MARQUES GOMES
RODRIGO ANAZÁRIO DOS SANTOS

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.

APROVADO POR:

JULLIANA SIMAS RIBEIRO, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)

ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 08 de MAIO de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedicamos primeiramente a Deus, pois sem ele jamais teria tido força para chegar até aqui, e aos nossos pais e familiares que não mediram esforços em me ajudar nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por permitir que tudo acontecesse em nossas vidas, e não somente nestes anos como universitários, mas em todos os momentos sempre esteve conosco.

A nossa orientadora, Prof^a Julliana Simas Ribeiro, por todo suporte que nos proporcionou.

Agradecemos aos nossos pais que sempre me apoiaram e incentivaram nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A todos que de forma direta ou indiretamente, sempre estiveram ao meu lado.

Algo só é impossível até que alguém
duvide e acabe provando o contrário.

Albert Einstein

RESUMO

A construção sustentável é uma condição essencial para o alcance do desenvolvimento sustentável da sociedade. Para isso, é necessário preocupar-se com a sustentabilidade de todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, desde sua concepção, passando pelo projeto, construção, manutenção, até sua demolição, considerando sempre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. Portanto, destaca-se o estudo da redução dos impactos negativos da etapa de construção de empreendimentos na medida em que a indústria da construção civil, além de grande consumidora de recursos naturais, é fonte de diversos impactos negativos causados ao meio ambiente. Este trabalho vem apresentar estratégias para obter um canteiro de obras sustentável conforme itens das principais certificações dos sistemas de gestão (ISO 9001, PBPQ-H, ISO 14001, OHSAS 18000, SA 8000), as certificações de edifícios verdes (LEED e AQUA), além de apontar os principais riscos e desafios a serem superados durante o processo. Como estudo de caso é apresentado uma avaliação de como está sendo absorvido o conceito de sustentabilidade na cidade de Anápolis-GO, onde está se vivenciando uma grande aglomeração de construções, traçando assim um panorama das práticas adotadas nos canteiros de obras da cidade. A pesquisa mostrou que de fato há um percurso de aprendizado a ser seguido, tendo como início as ações relativas às questões econômicas, passando para as sociais, seguidas das educacionais e em último lugar aquelas relativas à proteção do meio ambiente.

Palavras chave: Sustentabilidade. Construção Civil. Canteiros de Obras.

ABSTRACT

Sustainable construction is a prerequisite for achieving sustainable development of society. For this, you need to worry about the sustainability of all stages of the life cycle of a project, from its conception, through design, construction, maintenance, until its demolition, always considering the three dimensions of sustainability: economic, social and environmental. Therefore, there is the study of reducing the negative impacts of the construction phase of projects to the extent that the construction industry as well as major consumer of natural resources, it is source of many negative impacts to the environment. This work is presenting strategies for a construction sustainable construction as items of the main certifications of management systems (ISO 9001, PBPQ-H, ISO 14001, OHSAS 18000, SA 8000), the certification of green buildings (LEED and AQUA) while pointing out the main risks and challenges to be overcome in the process. As a case study is presented an assessment of how being absorbed the concept of sustainability in the city of Anápolis-GO, which is experiencing a large agglomeration of buildings, thus drawing a panorama of the practices adopted in the beds of city works. Research has shown that there is indeed a learning path to be followed, with the early actions concerning economic issues, reaching social, followed by educational and lastly those related to environmental protection.

Keywords: Sustainability. Construction. Construction. Sites works.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	Pág
Figura 1 - Introdução dos aspectos ambientais no paradigma da indústria da construção	25
Figura 2 - Gráfico da participação da cadeia produtiva da construção civil	33
Figura 3 - Benefícios de uma construção sustentável	35
Figura 4 - Vantagens decorrentes da implementação de um SGA	37
Figura 5 - Modelo de Gestão ISO 14001	38
Figura 6 - Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseada em processo	39
Figura 7 - Logomarca PBPQ-H	40
Figura 8 - Selo de certificação Ouro (LEED)	43
Figura 9 - Logomarca Casa Azul da CAIXA – Ouro, Prata e Bronze	46
Figura 10 - Comparativo entre impactos ambientais e possibilidade de intervenção por fase de empreendimento	51
Figura 11 - Solo proveniente da terraplanagem	59
Figura 12 - Madeirite usado no canteiro de obra	59
Figura 13 - Tinta, resíduo da classe D	60
Figura 14 – Descarte de madeiras já utilizadas	61
Figura 15 - Ciclo da reciclagem e reaproveitamento de materiais da construção civil e sua disposição final	66
Figura 16 - Agregado gerado a partir de escória de alto forno	67
Figura 17 - Esquema de funcionamento do sistema de arco elétrico	68
Figura 18 - Caibros certificado pelo FSC	73
Figura 19 - Coleta de resíduos aplicada por pavimento	74
Figura 20 - Exemplo de unidade de Triagem em canteiro de obras	74
Figura 21 – Exemplo de adesivos para PVC com teor de VOC	75
Figura 22 - Exemplo de estocagem de tintas dentro um de canteiro de obra	76
Figura 23 -Exemplo de caixa de decantação para lavação da bica do caminhão betoneira	76
Figura 24 – Exemplo de Caixa de decantação para escoamento da água do lava rodas	77
Figura 25 - Exemplo de coleta da água da chuva em canteiro de obras	78
Figura 26 - Exemplo de instalação provisória com telhas translúcidas	78
Figura 27 - Banheiro químico - a implantação desse sistema canteiro proporciona redução no consumo de água	79

Figura 28 – Placas de formas para concreto HDPE	80
Figura 29 – Exemplo de edifício com o sistema de painéis FUVI	81
Figura 30 - Montagem da forma de edifício com o sistema FUVI	82
Figura 31 – Termobloco	82
Figura 32 – Exemplo de construção com o uso de termobloco	83
Figura 33 – Edifício Gran Vista	85
Figura 34 – Localização do edifício	85
Figura 35 - Fase atual de estudo do edifício	86
Figura 36 - Contenção do solo através do uso de paredes de diafragma	87
Figura 37 - Varrição do canteiro com a unificação da superfície, evitando a geração de poeira	87
Figura 38 - Caixa de decantação	88
Figura 39 – Metais separados para posterior reciclagem	89
Figura 40 - Lixeiras para separação das vasilhas e sobras das refeições	89
Figura 41 - Utilização de eletrodutos provenientes de sobras das outras obras da empresa	90
Figura 42 - Material que estava sem uso, e que virou guarda corpo metálico	91
Figura 43 - Pedacos de madeira para marcação da numeração dos tipos de barras de aço	92

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág
Tabela 1 - Níveis de certificação conforme pontuação	42
Tabela 2 – Indicadores globais de perdas de materiais	64

LISTA DE QUADRO

Quadro	Pág
Quadro 1 - Vantagens da Certificação	35
Quadro 2 - Exigências de certificação conforme o nível do selo do PBQP-H	41
Quadro 3 - Benefícios do processo AQUA	44
Quadro 4 - Categorias do processo AQUA	45
Quadro 5 - Níveis de gradação do Selo Casa Azul	47
Quadro 6 - Alternativas de solução e seus impactos financeiros em edifícios residenciais	54
Quadro 7 - Principais impactos ambientais para as atividades de produção que acontecem nos canteiros de obras de edifícios (excluindo os causados pelas perdas de material e produção de resíduos)	56

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AQUA - Alta Qualidade Ambiental

CEF - Caixa Econômica Federal

CMMAD - Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FGV - Fundação Getúlio Vargas

FSC - *Forest Stewardship Council*

GBCB - *Green Building Council Brasil*

HQE - *High Quality Environmental standard*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISSO - *International Organization for Standardization*

ITQC - Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil

LEED - *Leadership in Energy & Environmental Design*

PDCA – Planejar Executar Verificar Agir

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

QAE - Qualidade Ambiental do Edifício

RCD - Resíduos da Construção Civil

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SGE - Sistema de Gestão do Empreendimento

USGBC - *U.S. Green Building Council*

VOC – Compostos Voláteis Orgânicos

WECD - *World Commission on Environment and Development*

SUMÁRIO

Capítulo	Pág
1 INTRODUÇÃO	15
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivos Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 SUSTENTABILIDADE	18
2.2 HISTÓRICO	18
3 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	25
3.1 IMPACTOS GERADOS	27
3.1.1 Impactos econômicos	28
3.1.2 Impactos Sociais	29
3.1.3 Impactos ambientais	31
4 O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUSTENTABILIDADE	33
4.1 FERRAMENTAS PARA UMA CONSTRUÇÃO SAUDÁVEL	34
4.2 CERTIFICAÇÕES	34
4.2.1 ISO 14001	36
4.2.2 ISO 9001	38
4.2.3 PBPQ-H	39
4.2.4 LEED	41
4.2.5 AQUA	43
4.2.6 Selo Casa Azul	46
5 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	49
5.1 CARACTERÍSTICAS E RECOMENDAÇÕES SUSTENTÁVEIS	51
5.1.1 Concepção	51
5.1.2 Projeto	52
5.1.3 Uso, manutenção e reforma	54
5.1.4 Demolição	55
5.2 EXECUÇÃO DE OBRA SUSTENTÁVEL	55
5.2.1 – Impactos do canteiro de obra	55

5.2.2	Recomendações sustentáveis para execução da obra	56
5.2.3	Recomendações ambientais	56
5.2.4	Planejamento da obra	57
5.3	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	58
5.3.1	Produção dos resíduos	60
5.4	PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	61
5.4.1	Perdas segundo sua natureza	62
5.4.2	Perdas segundo sua origem	63
5.4.3	Indicadores de perda de materiais básicos	63
5.5	RECICLAGEM DE RESÍDUOS	64
5.5.1	Impactos da reciclagem de resíduos	64
5.5.2	Reciclagem dos resíduos da construção	65
5.5.3	Reciclagem de escória de alto forno	66
5.5.4	Reciclagem da sucata de aço	67
5.5.5	Reciclagem das cinzas voláteis	68
5.5.6	Outros resíduos	68
5.6	RECOMENDAÇÕES SOCIAIS	69
5.7	RECOMENDAÇÕES GERENCIAIS	69
6	A IMPORTÂNCIA DE UM CANTEIRO SUSTENTÁVEL	72
6.1	APLICANDO A SUSTENTABILIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS	72
6.1.1	Diretrizes tecnológicas e gerenciais para a redução dos impactos	72
7	ESTUDO DO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ANÁPOLIS BASEADO EM AVALIAÇÕES DE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS	84
7.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	84
7.2	DESCRIÇÃO DO PROJETO	84
7.3	DESCRIÇÃO DOS PARAMETOS DE SUSTENTABILIDADE	86
7.3.1	Espaço sustentável	86
7.4	AVALIAÇÃO	92
8	CONCLUSÃO	94
	REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

A construção civil causa muitos impactos ao meio ambiente, principalmente face à grande utilização de matérias-primas não renováveis, grande consumo energético e expressiva geração de resíduos.

Nesses últimos anos, existe uma tendência cada vez maior da inserção de parâmetros de sustentabilidade na construção de edificações, como forma de minimizar os impactos ambientais e aumentar a competitividade das empresas do setor, além da importante contribuição no que diz respeito ao bem estar da sociedade.

De acordo com Gilman (2010), a sustentabilidade se refere à capacidade de uma sociedade, ecossistema ou qualquer sistema semelhante, em continuar funcionando num futuro indefinido, sem estar forçado a declinar até a exaustão dos seus recursos vitais.

De uma forma geral, percebe-se que a preocupação com o meio ambiente e com a sustentabilidade não é um mero modismo. Csillag (2006) ressalta que a sociedade precisa estar consciente e participar dos processos a fim de promover maior sustentabilidade, seja na construção civil ou em qualquer outro processo produtivo. Além disso, as empresas devem encarar a sustentabilidade não só como uma necessidade, mas como uma oportunidade de negócios.

Nesse sentido, o World Commission on Environment and Development - WECD preconiza que os negócios devem ser desenvolvidos sob a ótica da sustentabilidade – desenvolvimento sustentável – satisfazendo as necessidades das gerações atuais, sem para tanto prejudicar as gerações futuras de satisfazer às suas próprias necessidades.

De acordo com Fossati e Lamberts (2005), as construções são consideradas os produtos físicos com maior vida útil que a sociedade produz, além de alterarem a natureza e os aspectos dos seus entornos. Desta forma, as habitações e a infraestrutura necessária a sua instalação expõem de forma explícita o desafio da construção sustentável.

Segundo Siciliano et al. (2007), os princípios básicos a serem implementados com o intuito de tornar uma construção mais sustentável incluem: a redução do consumo energético; a redução da geração dos resíduos; a redução do consumo de água; o aproveitamento das condições naturais locais; a implantação e a análise do entorno; a reciclagem, a reutilização dos resíduos sólidos e a inovação.

Em síntese, as construções mais sustentáveis agregam os princípios do desenvolvimento sustentável, contribuindo para um menor impacto ambiental e um maior

conforto ao usuário. Seu processo de concepção e execução exige participação dos diversos atores do empreendimento, tais como: investidores, construtores, projetistas e usuários.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho apresenta uma abordagem sobre o tema sustentabilidade nos canteiros de obras e características de uma construção sustentável que interferem diretamente na relação do homem/meio-ambiente com questões que podem ser minimizadas quando se resolve investir em planejamento adequado.

Também será abordada uma análise das certificações dos sistemas de gestão (ISO 9001, ISO 14001, PBPQ-H e Selo Casa Azul) e dos selos verdes (AQUA e LEED) referenciando a execução de obras residenciais.

Dentre as diversas etapas de um empreendimento, a etapa de execução de obras, atividade principal das empresas construtoras, deve ser o seu foco no exercício de suas responsabilidades sociais, ambientais, econômicas e culturais, que resultam na sustentabilidade aplicada nos canteiros de obras. Sua aplicação no canteiro e a extensão da sua adoção pelas empresas construtoras em Anápolis é o cerne desta pesquisa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos Gerais

Apresentar formas de como o desenvolvimento sustentável possa ser alcançado na engenharia civil englobando seus inúmeros aspectos formadores e a partir disso mostrar como a necessidade de um sistema construtivo sustentável se torna cada vez mais imediata no mercado atual que não mais se preocupa apenas com gastos e tempo de implantação, mas com soluções inovadoras que permitam o uso consciente dos recursos disponíveis.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como forma de alcançar esse objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos: Apresentar as diversas formas de desenvolvimento sustentável que são apresentadas como soluções eficientes no mercado atual; Mostrar as vantagens de um sistema construtivo sustentável tanto para o construtor quanto para o consumidor final; Entender

como essa exigência do mercado atual de sustentabilidade encontrou apoio por diversas normas e sistemas de qualidade adotados; Buscar apresentar como o crescimento sustentável pode ser sustentado por um modelo construtivo dinâmico e atual.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente monografia está estruturada em sete capítulos. O capítulo 1 é a introdução do tema, o capítulo 2 descreve a sustentabilidade, o capítulo 3 avalia a sustentabilidade, o capítulo 4 relata o setor da construção civil e a sustentabilidade, o capítulo 5 descreve uma construção sustentável, o capítulo 6 relata a importância de um canteiro sustentável, o capítulo 7 descreve o estudo de caso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade é bastante complexo, envolvendo muitos aspectos socioambientais. Partindo da premissa descrita pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) que desenvolvimento sustentável pode ser definido como “desenvolvimento que atenda as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas” (CMMAD, 1991, p.9), ou seja, para haver desenvolvimento sustentável é preciso atender às necessidades básicas de todos e dar a todos a oportunidade de realizar suas aspirações de uma vida melhor.

2.2 HISTÓRICO

Na década de 1970, surgiram os primeiros movimentos ambientalistas e a preocupação ambiental pelos governos e partidos, bem como as atividades de regulamentação e controle ambientais. Foi divulgado o primeiro relatório do Clube de Roma (1972), *The limits to growth* (Os limites do crescimento), apresentando um alerta para a necessidade de mudança de hábitos da humanidade diante da provocação de escassez de recursos naturais. Esse período foi fortemente marcado pela Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, celebrada em Estocolmo, em 1972, onde se evidenciaram os problemas da pobreza e do crescimento da população e foram elaboradas metas ambientais e sociais direcionadas para os países em desenvolvimento (CAMARGO, 2003).

Um dos pontos marcantes da Conferência de Estocolmo foi a recusa dos países em desenvolvimento ao crescimento zero, proposto pelo Clube de Roma. Na visão dominante, os problemas da miséria enfrentados por esses países seriam vencidos através do desenvolvimento, baseando-se nos moldes dos países do Norte.

Essa Conferência apontou para a desconstrução do paradigma econômico da modernidade e para a construção de futuros possíveis, baseados nos limites da natureza, nos potenciais ecológicos, na produção de sentidos sociais e na criatividade humana, com o desenvolvimento das estratégias do ecodesenvolvimento (LEFF, 2001).

Em 1973, o primeiro diretor executivo do Conselho de Administração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Maurice Strong, utilizou pela primeira vez o termo ecodesenvolvimento, para caracterizar uma alternativa de desenvolvimento ecologicamente

orientado, que mais tarde foi rebatizado como desenvolvimento sustentável (CAMARGO, 2003).

Ainda conforme o autor, em 1987, foi elaborado o documento *Nosso Futuro Comum* ou Relatório *Brundtland*, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, com o objetivo de avaliar os problemas ambientais e do desenvolvimento do planeta e propor ações realistas para solucioná-los. O relatório apresenta os resultados positivos e negativos alcançados, porém não apresenta questionamentos ao modelo econômico vigente.

Nesse Relatório também foi proposto o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo a forma de desenvolvimento que “atende às necessidades da geração presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades”.

Segundo Sachs (1993), de Founex¹ a Estocolmo e ao Relatório *Brundtland*, percebe-se a importância de maior crescimento econômico, de forma a atender às necessidades de distribuição mais justa da renda, baseado na conservação dos recursos e uso de técnicas limpas de produção.

Em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, também conhecida como CNUMAD, Rio-92 ou Eco-92, onde foram estabelecidas pela primeira vez as bases para alcançar o desenvolvimento sustentável em escala global, resultando nos seguintes documentos oficiais: Declaração do Rio de Janeiro sobre o meio ambiente e o desenvolvimento; Convenção sobre mudanças climáticas; Declaração de princípios sobre florestas; e Agenda 21, considerada um dos resultados mais importantes (CAMARGO, 2003).

Segundo o autor, a Agenda 21 trata da agenda de trabalho para o século XXI, com definição de metas a serem alcançadas nas próximas décadas, de forma a enfrentar os problemas identificados como prioritários, sendo um plano de intenções cuja implementação depende da vontade política dos governantes e da mobilização da sociedade.

Apesar da crítica à Agenda 21 pelos mais céticos quanto às possibilidades de sua implementação em curto prazo, principalmente pelo caráter não obrigatório e o não encaminhamento dos recursos financeiros, Sachs (1993) a considera um marco conceitual abrangente, que visa estimular a imaginação social no desdobramento das Agendas 21 em nível local. Além disso, é considerada um instrumento poderoso para que todos os agentes sociais do desenvolvimento, não apenas o governo, planejem estratégias e ações locais de transição para o desenvolvimento sustentável, agindo localmente com pensamento global.

Os posicionamentos diferenciados entre os países ficaram evidentes durante a Rio-92 com a negação dos Estados Unidos em assinar a Convenção da biodiversidade e com o

descumprimento do acordo de diminuição de emissão de gases provenientes da queima de combustíveis fósseis. O comprometimento das nações com a diminuição de emissão de gases vem sendo feito desde a Rio-92, tendo sido negociado três vezes - no Japão (Kyoto, em 1997), na Argentina (Buenos Aires, em 1998) e na Holanda (Haia, em 2000) - e seus resultados efetivos não foram alcançados (CAMARGO, 2003).

Fazendo uma retrospectiva do conceito de desenvolvimento sustentável e da contribuição da Eco-92 para seu fortalecimento, Sachs (1993) relata que o elo indissolúvel entre desenvolvimento e meio ambiente resultou no conceito de ecodesenvolvimento ou desenvolvimento sustentável, que vem sendo discutido desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, prosseguindo no âmbito da ONU (Organização das Nações Unidas) com o Relatório *Brundtland*. Nos 20 anos subsequentes, movimentos civis produziram avanços conceituais e tentativas da prática do ecodesenvolvimento, através do uso de caminhos alternativos de desenvolvimento e da democracia participativa. Enfim, a Rio-92 conseguiu recolocar a questão do desenvolvimento e o impasse Norte-Sul no topo das prioridades internacionais.

No mesmo sentido, Leff (2000) afirma que o discurso do desenvolvimento sustentável foi legitimado, oficializado e difundido na Rio-92, buscando uma política global que possa dissolver as contradições entre meio ambiente e desenvolvimento.

Como resposta do setor produtivo à questão ambiental, surge também na década de 1990, a gestão ambiental nas empresas, com a elaboração da série de normas pela *International Organization for Standardization*, ISO 14000 (CAMARGO, 2003).

Para Sachs (1993), o planejamento do desenvolvimento deve considerar as cinco dimensões de sustentabilidade:

- Sustentabilidade social, com o objetivo de proporcionar uma civilização do “ser” e com melhor distribuição de renda, reduzindo a diferença entre ricos e pobres e abrangendo as necessidades materiais e não materiais.
- Sustentabilidade econômica, possibilitada por uma gestão eficiente dos recursos, superando o ônus da dívida do Sul, barreiras protecionistas existentes nos países industrializados e a limitação de acesso à ciência e tecnologia ao Sul. A eficiência econômica deve ser avaliada em termos macrossociais, em detrimento da lucratividade microempresarial.
- Sustentabilidade ecológica, baseada pelo uso de recursos com um mínimo de dano aos sistemas de sustentação da vida; limitação de uso de recursos facilmente esgotáveis; redução do volume da geração de resíduos e poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e recursos; limitação do consumo por países

mais ricos; aumento da pesquisa em tecnologias limpas a serem utilizadas no âmbito urbano, rural e industrial; definição de regras para a proteção ambiental e todo seu arcabouço institucional, legal e fiscalizador.

- Sustentabilidade espacial, com uma distribuição mais equilibrada da população no meio rural e urbano e uma melhor distribuição territorial residencial e de atividades econômicas.
- Sustentabilidade cultural, baseada na busca de soluções particulares que respeitem as especificidades de cada região, cada ecossistema e cada cultura.

A discussão a respeito do desenvolvimento sustentável levou à reavaliação das teorias de desenvolvimento, resultando na percepção da necessidade de uma perspectiva multidimensional, envolvendo economia, ecologia e política simultaneamente, ainda em construção (SEIFFERT, 2005).

O modelo econômico adotado suscita conflitos na perspectiva social entre crescimento e distribuição e na perspectiva ambiental entre conservação e desenvolvimento. A crise ambiental questiona, assim, os paradigmas da economia que tentam internalizar a dimensão ambiental e os custos ecológicos (LEFF, 2000).

Segundo Braga et al. (2005), as ações de consumidores ou produtores, que resultam em custos (ou benefícios) que não são contabilizados em valor de mercado, são consideradas externalidades. Ou seja, as consequências sociais e ambientais resultantes da poluição gerada por uma empresa, que não são incluídas no preço do produto, são exemplos de externalidades negativas, concluindo que, se a empresa não for obrigada a responsabilizar-se pela poluição, ela é gratuita.

Leff (2000) ressalta, contudo, que não existem níveis de investimento que consigam regenerar ecossistemas com elevado grau de degradação e nem quantificar o custo para o restabelecimento de certos valores e identidades culturais.

Leff (2001) acrescenta que o discurso do crescimento econômico orientado pelo livre comércio não tem propósito, uma vez que o mercado não tem capacidade de dar o justo valor à natureza e à cultura, nem de internalizar as externalidades ambientais e dissolver as desigualdades sociais, além de ser bastante questionável a possibilidade da sustentabilidade do capitalismo, regime baseado no irresistível impulso para o crescimento.

Nesse sentido, a economia apresenta duas correntes de interpretação: economia ambiental e economia ecológica. A primeira, também conhecida como neoclássica, pressupõe que o sistema econômico pode internalizar os custos ecológicos (internalização das

externalidades ambientais) e as preferências das gerações futuras, através da atribuição de direitos de propriedade e do estabelecimento de preços de mercado aos recursos ambientais, como se fossem infinitos. A economia ecológica contribuiu para desmascarar a pretensão da primeira em valorizar a natureza como capital e aborda os processos econômicos e ecológicos como dois sistemas interdependentes, através do balanço de massa e energia do processo produtivo. Porém, mesmo na segunda corrente apresentada, não se consegue fundamentar a produção sobre novas bases (LEFF, 2000).

Conforme o autor para se alcançar resultados mais comprometidos que a simples maquiagem verde da economia, o ambientalismo está gerando novas teorias e valores para a construção de uma racionalidade produtiva, baseada nas potencialidades da natureza e da cultura.

O aprofundamento da compreensão do que vem a ser o desenvolvimento sustentável, suas dimensões, forma de aplicação e entraves globais à sua concretização é fundamental para a aplicação de políticas e ações coletivas e individuais que viabilizem sua conquista (CAMARGO, 2003).

A eficácia da aplicação do desenvolvimento sustentável no modelo econômico ecológico depende da elaboração e aplicação de políticas e instrumentos ambientais e de ações efetivas por parte do Estado e de empresas, universidades, instituições, ONGs (Organização Não-Governamental), enfim, de todos os cidadãos.

Na prática, a preocupação constante tem sido com a elaboração de políticas que permitam a conciliação entre as atividades econômicas e a conservação do meio ambiente, mesmo que pareçam categorias incompatíveis (SEIFFERT, 2005).

A conciliação entre os imperativos sociais, econômicos e ambientais vem sendo obtida, ainda que parcialmente, através da contribuição da regulamentação ambiental, criada para impedir o desenvolvimento a qualquer custo e para motivar a reflexão de qual deve ser o caráter do desenvolvimento a ser adotado. Outro caminho que também pode contribuir é a perspectiva estratégica do planejamento (SEIFFERT, 2005).

O modelo do desenvolvimento sustentável requer a implementação da reciclagem, reuso de recursos, restauração do meio ambiente e revisão do comportamento de consumo da sociedade. Para isso, necessita-se encontrar o ponto de equilíbrio entre objetivos conflitantes como o aumento do conforto individual e a conservação ambiental, sendo imprescindível, portanto, a caracterização do que a sociedade pretende como qualidade de vida (BRAGA et al., 2005).

Segundo Sachs (1993), alguns princípios precisam ser implementados, como a eliminação de desperdício que libera recursos para o desenvolvimento; crescimento através do aumento da produtividade dos recursos; desenvolvimento qualitativo com o uso eficiente de recursos, da reciclagem e da redução de resíduos.

A ecoeficiência deve ser buscada através de ações preventivas como a implantação de sistema de gestão ambiental, certificação ambiental, análise do ciclo de vida e processos de produção mais limpa (ALMEIDA, 2002).

Para Seiffert (2005), o desenvolvimento sustentável será alcançado pelo setor industrial através do desenvolvimento de processos e produtos ambientalmente corretos e limpos, de esforços de pesquisa e desenvolvimento, bem como da difusão desse conhecimento.

De forma mais ampla, a economia mundial precisa ser reestruturada de maneira a propiciar uma transferência de recursos e técnicas do Norte para o Sul, além do esforço para adequação da educação, da ciência e tecnologia e disseminação de informações. Partindo para soluções operacionais, é necessário desenvolver ações que viabilizem retirar 1,5 bilhão de pessoas abaixo da linha de pobreza, de acordo com as potencialidades e cultura locais. Os obstáculos para se alcançar tal meta são, normalmente, de ordem política e institucional, uma vez que só se encontram restrições ecológicas absolutas em áreas densamente povoadas (SACHS, 1993).

Todas as ações descritas são importantes no caminho da busca do desenvolvimento sustentável. Porém, Camargo (2003) afirma que os entraves ao desenvolvimento sustentável global estão interligados e variam de relevância de acordo com as diferentes regiões, podendo ser agrupados em culturais, científicos, político-econômicos, sociais, éticos, ideológicos, psicológicos e filosófico-metafísicos.

Apesar da existência de especificidades nos problemas ambientais, os grandes problemas são globais, necessitando de soluções também globais, que equacionem diferentes realidades, representando um grande desafio para a efetivação do desenvolvimento sustentável, uma vez que a ordem internacional possui carências para lidar com interdependência em escala global (CAMARGO, 2003).

É importante ressaltar que muitas ações representam uma abordagem superficial do problema socioambiental, visto que estão apoiadas no modelo econômico vigente, não conseguindo ultrapassar o paradigma atual, resultando, muitas vezes, na conquista de selo verde para as empresas aumentarem sua participação no mercado externo.

Com os atuais sinais de insustentabilidade socioambiental em todo o planeta, constata-se que o século XXI apresenta o desafio da busca de soluções para problemas mais complexos e profundos, que vêm sendo enfrentados até então de forma a postergar sua tendência destrutiva. Em contrapartida, o momento apresenta-se propício para uma nova relação do homem com a natureza e dos seres humanos entre si, caminhando em direção a um desenvolvimento que integre interesses sociais e econômicos, respeitando os limites definidos pela natureza (CAMARGO, 2003).

3 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

O alcance da sustentabilidade depende do estabelecimento de um consenso a respeito da contribuição de cada setor produtivo, inclusive do setor da construção civil (ZIMMERMANN & ALTHAUS, 2005). Convencionalmente, a indústria da construção possui como referência apenas o triângulo de custo, qualidade e tempo. Porém, o tamanho e a complexidade dessa cadeia produtiva, incluindo a quantidade de recursos que utiliza (cada vez mais escassos) e sua interferência no meio ambiente, são evidências de que é necessário mudar o paradigma e passar a considerar os fatores ambientais também como relevantes (BLUMENSCHNEIN, 2004), conforme Figura 1.

Figura 1 - Introdução dos aspectos ambientais no paradigma da indústria da construção.



Fonte: BLUMENSCHNEIN, 2004

No caminho em busca da sustentabilidade da construção civil, a mudança de paradigma nos países em desenvolvimento é fundamental, pois estes países respondem juntos por 23% do volume mundial de construções e esse número só tende a aumentar (ROVERS, 2003), uma vez que as suas necessidades de infraestrutura e moradias ainda não foram satisfatoriamente atendidas. Quanto a este fato Halliday (2008) alerta para a falsa argumentação para justificar construções de baixa qualidade que venham a atender necessidades básicas:

Os argumentos se tornaram polarizados. Em respeito à agricultura, aqueles que promovem o uso de sementes geneticamente modificadas (transgênicos) recorrem ao argumento moral da necessidade de suprir a fome mundial. Os que são contra invocam o princípio da precaução e promovem métodos sustentáveis de aumentar a produção agrícola, sem recorrer aos riscos implícitos na modificação genética. E o mesmo acontece no meio ambiente construído. O déficit habitacional é usado para suprimir todos os argumentos de que estas casas devem ser econômicas, saudáveis, eficientes no uso dos recursos e bem localizadas. Entretanto uma coisa não exclui a outra. (HALLIDAY, 2008, p.21).

Rovers (2001) aborda a sustentabilidade da construção civil em três níveis: construções atentas ao meio ambiente, construções sustentáveis e vida sustentável. Estes são os três pontos principais que precisam ser gerenciados para que se reduzam os impactos ambientais e mudanças climáticas diretamente relacionadas às atividades de construção. O primeiro, construções atentas ao meio ambiente, é considerado do ponto de vista de uma construção em si: reduzir o impacto do uso de energia, água e recursos materiais (incluindo rejeitos). O segundo nível, construções sustentáveis, inclui todos os aspectos relacionados a construções e ao meio ambiente: flora, fauna, infraestrutura, qualidade do ar e projeto urbanístico. O terceiro nível, vida sustentável, considera o nosso modo de vida diário, de uma maneira que garanta um padrão de vida elevado e signifique que políticas e ações econômicas trabalhem juntas para aumentar o bem-estar geral.

A sustentabilidade de uma construção também está diretamente ligada à sua durabilidade e à sua capacidade de sobreviver adequadamente ao longo do tempo, referindo-se à maneira com que ela responde às condições de poluição do ar, solo, água e aos impactos no meio ambiente em geral (BLUMENSCHNEIN, 2004). A durabilidade das edificações é o principal quesito para uma edificação sustentável, e está diretamente ligada à qualidade do processo construtivo e dos materiais empregados. Há correntes filosóficas que consideram sustentáveis apenas edifícios que possuam pelo menos 200 anos, ou sete gerações (KIBERT, 2005). Esse seria o tempo necessário para se realizarem as compensações ecológicas dos impactos das construções.

Hendriks (2000) aponta que durabilidade está relacionada com a capacidade do material de resistir às intempéries e ações do tempo sem perder nenhuma de suas propriedades funcionais e que a ênfase do conceito de durabilidade para sustentabilidade está relacionada como uma medida da qualidade ecológica dos materiais, do meio ambiente e a saúde humana.

Durabilidade e sustentabilidade estão evidentemente intimamente associadas, e há muitas conexões entre ambos os conceitos em termos

de propriedades dos materiais. Essas têm a ver com o uso da matéria-prima e da energia, mecanismos de deterioração, emissões de produção, produção de resíduos (aproveitáveis ou não), capacidade de recuperação e manutenção, proteção preventiva, ocupação do espaço, e bem estar humano durante a execução as obras (condições de trabalho) e durante o uso das estruturas (HENDRIKS, 2000., p.19).

Outro aspecto importante a respeito da durabilidade está relacionado à capacidade do projeto se adaptar a diversas funções ao longo do tempo e se estabelecer como elemento visual de identidade de um lugar (ROMERO, 2001), sustentando assim o seu aspecto cultural.

O preceito de que para serem sustentáveis as construções devem ser a priori duradouras está também embutido na tradução em francês de desenvolvimento sustentável, como *développement durable et solidaire*. Uma vez que *durable* acarreta o sentido de “tempo vivido”, e *solidaire* em relação às questões sociais, abrindo o seu significado para questões culturais de percepção histórica, e simbólicas.

3.1 IMPACTOS GERADOS

Historicamente, a indústria da construção civil se desenvolveu através da exploração de recursos naturais para suprir a necessidade básica de moradia do homem e vem sendo implementada sem a preocupação com os limites da natureza para o suporte de suas atividades.

O modelo econômico e industrial adotado nos países em desenvolvimento trouxe como consequência a urbanização das grandes cidades, com aumento populacional e a concentração de renda em uma pequena camada da população, refletindo-se em problemas econômicos, sociais e ambientais. Do ponto de vista habitacional, a construção civil desempenha um importante papel para solucionar o problema da necessidade de construção de um maior número de unidades residenciais (demanda não atendida), combatendo a realidade do déficit habitacional e sub-habitações, bem como promovendo a organização da infraestrutura urbana.

Para a quantificação e avaliação do movimento da urbanização brasileira, é importante o conhecimento da taxa de urbanização que, segundo o IBGE (1997), parte de 44,7% nos anos 1960, representando uma população eminentemente agrícola, passando para 67,6% em 1980 e atingindo um índice elevado de 78,4% entre 1991 e 1996, resultando em um acréscimo de 12,1 milhões de habitantes urbanos, durante o último período citado.

Segundo Espinoza et al. (2006), ninguém pode negar a importância e a contribuição que a indústria da construção realiza em prol da sobrevivência e qualidade de vida dos seres humanos, com provisão de casas e infraestrutura, proporcionando uma contribuição vital para o desenvolvimento social e econômico dos países.

Segundo a CBIC (1998), não se pode pensar em desenvolvimento para um país sem inserir a construção civil, indústria do bem estar da sociedade e da qualidade de vida, já que produz soluções de urbanismo e edificações, indispensáveis ao bem estar e à evolução da sociedade.

O setor da construção é um importante indutor do crescimento, pois adquire matérias-primas de diversos segmentos da economia, ativando outros setores, gerando emprego e renda e elevando a arrecadação tributária, sendo, portanto, um setor estratégico para o desenvolvimento socioeconômico do país (CBIC, sd. a).

Sendo assim, vê-se que a construção civil tem um importante papel no desenvolvimento da sociedade e que sua forma de atuação e as consequências da sua contribuição precisam ser conhecidas e adequadas às dimensões econômica, ambiental e social, de maneira a torná-la comprometida com a sustentabilidade urbana.

3.1.1 Impactos econômicos

As informações sobre a dimensão econômica são apresentadas de forma a perceber a capilaridade da construção civil e dos setores que estão inseridos e ligados a essa atividade, bem como sua participação na geração de riqueza do país.

Em 2004, o macrossetor da construção participou diretamente com 10,65% do PIB nacional e com 18,4% deste PIB no conjunto dos efeitos diretos, indiretos e induzidos. Possui um baixo coeficiente de importação, na ordem de 10,5% de insumos importados, ou seja, um aumento nas atividades da construção pressiona pouco as importações brasileiras (CBIC, sd. b).

O setor também apresenta características estratégicas, sendo essencial às políticas de longo e médio prazo, como atualmente previsto no Programa de Aceleração de Crescimento (PAC) do Governo Federal com investimentos na ordem de R\$ 11,7 bilhões na malha rodoviária, R\$ 6,8 bilhões em energia, R\$ 6,0 bilhões no acesso à água e ao esgoto e R\$ 10,2 bilhões na redução do déficit habitacional (CARDOSO, 2007).

Um impacto econômico negativo, além do social e ambiental a que estão associados, refere-se ao dispêndio anual com a coleta e destinação (gestão corretiva) de RCC (resíduos da

construção civil) dispersos pelas cidades que, segundo Pinto (1999), variam de R\$ 0,31/hab a R\$ 4,39/hab.

3.1.2 Impactos Sociais

Como impactos sociais da construção civil podem ser citados a informalidade das empresas e dos profissionais; a invasão de áreas com habitações sem licenciamento, proporcionando uma vida indigna aos moradores; a realização de trabalhos sem contrato; a existência de trabalhadores sem capacitação profissional; o trabalho infantil; a contratação de fornecedores que não pagam tributos ou encargos; o desrespeito às normas técnicas; a existência da não conformidade intencional (toda não conformidade de material que é conhecida e não é combatida); e a concorrência desleal (CARDOSO, 2007).

Os empresários da construção apresentaram, em pesquisa realizada pela FGV (Fundação Getúlio Vargas), os principais problemas enfrentados pelas empresas do setor como sendo a elevada carga tributária e o alto grau de informalidade. Tal fato pode ser confirmado através de pesquisa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que mostra que do total de 5,94 milhões de pessoas ocupadas na construção civil em 2003, 4,2 milhões de trabalhadores, representando aproximadamente 71% da mão-de-obra ocupada no setor, não contribuía para o sistema previdenciário e a partir de 65 anos terão direito a um salário mínimo de aposentadoria (GARCIA et al., SD).

No ano de 2003, havia no setor da construção 170.803 empresas informais, compostas por pequenos empregadores e cerca de 118.993 (41%) empresas formais. Essa discrepância tem reflexos significativos na competitividade e produtividade da construção, uma vez que a produtividade das atividades formais é 27% mais elevada que a do setor informal. Outro aspecto importante é que a informalidade atinge diretamente a qualidade da mão-de-obra, uma vez que o setor formal investe mais em treinamento e equipamento de segurança, com geração de postos de trabalho de maior qualidade e com salário médio mais elevado, além de contribuir com o pagamento de tributos (GARCIA et al., 2005).

Desse modo, a informalidade constitui-se num sério problema social do setor, atingindo a competitividade das empresas formais, a dignidade dos trabalhadores e de toda a sociedade que, de uma forma ou de outra, arcará com os custos da aposentadoria de uma grande força de trabalho que não contribui para a previdência.

O déficit habitacional, outro impacto social que está ligado à invasão de áreas urbanas e inadequação de moradias, atingiu o índice de 7,832 milhões de domicílios no Brasil,

em 2005, o que representou um déficit relativo (relação entre a falta de moradia e o número de domicílios) de 14,7%. Em termos absolutos, o estado de São Paulo é o campeão com um déficit de mais de 1,5 milhão e, em termos relativos, os valores maiores estão no Maranhão, Pará, Amazonas e Piauí. A evolução dos dados mostra que o déficit absoluto vem aumentando no país, surgindo, no período 1993 – 2005, a carência de cerca de 1,6 milhão de habitações (FGV, 2006).

Analisando o déficit habitacional total brasileiro por faixa de renda, as informações são que 59,8% do déficit está na faixa de até 2 salários mínimos; 77,2%, para a renda de até 3 salários mínimos; e 95,2%, para a faixa de até 6 salários mínimos, configurando-se o problema social da carência de moradia (FGV, 2006).

A capacidade de geração de emprego é uma das características sociais mais marcantes do setor da construção civil. O macrossetor da construção gerou, em 2003, 12,142 milhões de empregos na economia no total dos efeitos diretos, indiretos e induzidos e, em 2004, empregou diretamente 6,241 milhões de trabalhadores, contribuindo com uma carga tributária da ordem de 44,27% do seu PIB (CBIC, sd. b).

Apesar de o setor ser um grande gerador de emprego, o perfil da mão-de-obra empregada no segmento é basicamente pouco qualificada (baixo nível de escolaridade e de qualificação), apresentando alta rotatividade e absenteísmo, com predominância de idade entre 30 a 39 anos, proveniente do mercado rural e com baixo nível de remuneração. Esse fato se justifica pelo uso ainda intenso de uma produção artesanal no setor (TAVARES, 2007).

As características do ambiente de trabalho também não são favoráveis. Em 2005, a indústria da construção foi responsável por 12,65% do número de acidentes de trabalho registrados no setor da indústria e 5,89% em relação a todas as atividades econômicas do Brasil (CBIC, sd. c). Sendo que nesse mesmo ano, o Brasil ficou em 5º lugar no ranking mundial de acidentes de trabalho na construção civil (CBIC, sd. d).

O setor absorve uma grande quantidade de mão-de-obra pouco qualificada, exercendo um papel social fundamental num país em desenvolvimento, que disponibiliza de uma grande quantidade de trabalhadores ativos com baixa instrução e que não seriam absorvidos em atividades com exigência de maior qualificação (CBIC, 2002).

Verifica-se que a construção civil teve avanços nas questões sociais, principalmente motivados pelas normas de segurança e dos sistemas de gestão da qualidade, porém muito ainda se pode fazer para que o desenvolvimento econômico promovido pelo setor tenha reflexos mais positivos na melhoria de vida dos trabalhadores, o que possibilitará que os mesmos contribuam com desenvolvimento, qualidade e produtividade desejadas pelas

empresas. Nesse contexto, insere-se a cadeia de impactos sociais gerados pela disposição inadequada de RCC, tais como a degradação da qualidade de vida urbana em aspectos como transporte, poluição visual, proliferação de vetores de doenças, etc. (COSTA & NÓBREGA, 2007), pouco estudada e com poucas informações.

3.1.3 Impactos ambientais

Os impactos ambientais acontecem ao longo da cadeia produtiva da construção civil, como: na ocupação de terras; na extração de matéria-prima e no seu processamento e produção de elementos e componentes; no transporte dessa matéria-prima e de seus componentes; no processo construtivo e no produto final; ao longo da vida útil das edificações, até sua demolição e descarte; com exploração de recursos naturais, consumo de energia e geração de resíduos (BLUMENSCHHEIN, 2004).

O consumo de recursos não renováveis do setor pode ser apresentado pelos dados de uso de aproximadamente 2.000 kg de matérias não renováveis por indivíduo, a cada ano, consumo médio incluindo obras de edificações, estradas e pontes (MORETTI, 2005); de consumo de mais que 50% do total de recursos naturais extraídos (ESPINOZA et al., 2006); e de consumo de aproximadamente 40% da energia global (PNUMA apud Gerolla, 2007). A dimensão desse consumo mostra, com clareza, a importância de introduzir o conceito de sustentabilidade no setor.

O impacto ambiental proveniente dos insumos da cadeia da construção civil também é bastante significativo. John (2000) afirma que além da extração da matéria-prima, a produção dos materiais e o transporte envolvido com essa produção, resultam em impactos ambientais como poluição do ar e produção de CO₂. Um exemplo é o processo produtivo do cimento que gera o CO₂, gás importante no efeito estufa, sendo que a indústria cimenteira responde sozinha por cerca de 3% das emissões globais e por mais de 6% dos gases de efeito estufa liberados pelo Brasil.

Durante a fase de execução da obra, observa-se a existência de alguns processos ineficientes, com grande geração de resíduos. Essa situação é descrita por John (2001) quando ressalta que a indústria da construção civil usa abusivamente de matérias-primas naturais como agregados, originando uma enorme quantidade de resíduos oriundos dos processos de construção e demolição.

Dessa forma, estudos mostram que, em cidades brasileiras pesquisadas, a participação em massa dos resíduos de construção civil representa o percentual de 41% a 70%

do total dos resíduos sólidos urbanos, sendo que seu impacto acontece mais pelo excessivo volume gerado que pela sua periculosidade (PINTO, 1999).

O problema da destinação de RCC é apresentado por Pinto (1999, p. 2) quando descreve que “os resíduos das atividades construtivas são gerados em expressivos volumes, não recebem solução adequada, impactam o ambiente urbano e constituem local propício à proliferação de vetores de doenças”.

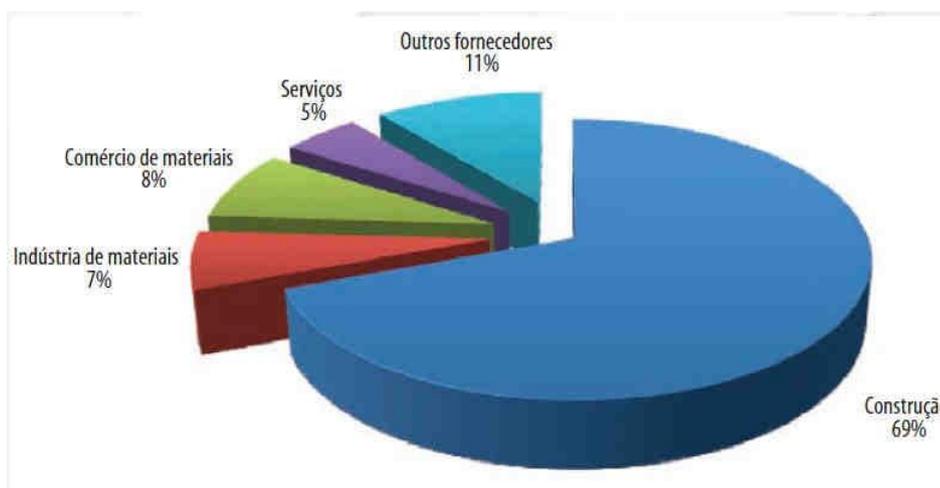
É importante destacar a quantidade significativa de autores atuais que relatam os mais diversos e graves impactos ambientais da cadeia da construção civil, demonstrando que os problemas já estão de certa forma, conhecidos e que é necessário partir para a solução dos mesmos, o que não será tarefa fácil, mas fundamental para a sustentabilidade do setor produtivo e de toda a sociedade. Pela dimensão da participação do setor na economia do país, aquilata-se sua responsabilidade para a solução dos problemas que são gerados por sua atuação.

4 O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUSTENTABILIDADE

O ramo da construção civil é a área que mais consome matérias primas e recursos naturais no planeta, sendo apontado por alguns especialistas como um dos responsáveis pelo maior índice de emissão de gases do efeito estufa. O segmento compreende todos os fabricantes de materiais até os usuários finais (FIESP, 2010).

Apesar do setor ser um grande poluidor para meio ambiente, ele é responsável por uma grande parcela da economia global. Segundo a FIESP (2010), as despesas com produtos da construção somaram R\$ 244 bilhões no Brasil em 2009, significando 9,2% do PIB brasileiro. Com isso, a despesa em produtos da construção por habitante atingiu R\$ 1.276,06. Em termos de emprego, a cadeia da construção ocupa 10 milhões de pessoas em todo o País.

Figura 2 - Gráfico da participação da cadeia produtiva da construção civil



Fonte: FIESP apud Abramam-FGV (2010)

Por meio da Figura 2 pode-se perceber que o ramo de construção, representado pelas construtoras que executam obras ou etapas das obras de engenharia é o segmento que determina o ritmo de atividade dos demais elos da cadeia. Por isso a importância de se avaliar a sustentabilidade na construção por meio das construtoras.

Segundo Furtado (2012) e Junior (2012), no aspecto social a construção civil baseada na sustentabilidade deve-se observar, os seguintes aspectos:

- Novos hábitos de utilização das edificações e consumo;
- Formação dos profissionais da área técnica, pois são essenciais profissionais gabaritados na área, para uma boa execução dos processos;

- Respeito ao consumidor e as suas aspirações de bem-estar – buscando qualidade de vida, onde o construtor será o parceiro das suas aspirações;
- Controle da poluição;
- Barreira da capacitação – a mão de obra disponível no mercado formou-se na prática, portanto, com pouca educação formal e repetidores de métodos tradicionais. Isto torna uma simples técnica inovadora difícil de transmitir, além da resistência em aprender.

Valente (2009) nos diz que construção sustentável é uma relação de diversas ações que permitam enfrentar e criar soluções aos problemas ecológicos, utilizando tecnologia, selecionando materiais e fornecedores que atentam o menor impacto possível sobre o meio de vivência, tendo como fundamento a aplicação dos elementos construtivos que não agridem o planeta.

4.1 FERRAMENTAS PARA UMA CONSTRUÇÃO SAUDÁVEL

Uma edificação vista em todo o seu ciclo de vida gera resíduos, consome energia, materiais e produtos, emite gás carbônico na atmosfera, emprega, gera renda e impostos. Sendo assim tem um grande potencial no que diz respeito à implementação efetiva do desenvolvimento sustentável (LEITE, 2011).

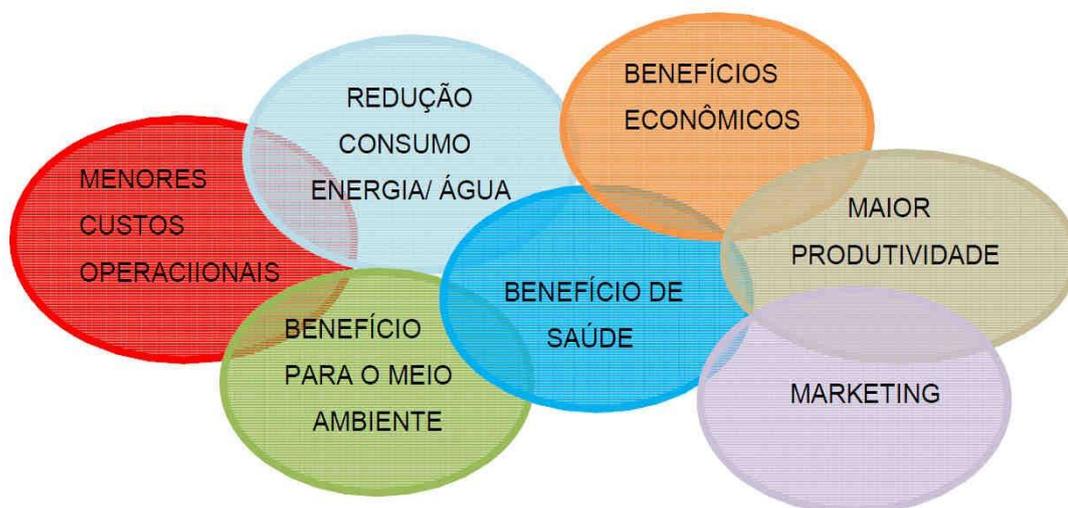
O presente estudo abordará a sustentabilidade através do fortalecimento do sistema de certificações. Eles são uma excelente ferramenta para obter construções com menores impactos, com enormes benefícios econômicos e muitos outros representados na Figura 3. Na seção 4.2 serão analisadas as certificações ISO 9001, ISO 14001, PBPQ-H, certificações de edifícios verdes LEED e AQUA e o selo Casa Azul sob a perspectiva de suas contribuições para o desenvolvimento de canteiros de obras sustentáveis para edifícios.

4.2 CERTIFICAÇÕES

Segundo Valente (2009), a certificação na construção civil é uma grande ferramenta, com grande importância para estabelecer um processo de gerenciamento dos impactos de uma edificação sobre o meio ambiente, consolidando a responsabilidade de todas as partes envolvidas da empresa. Promovendo uma conscientização desde a fase do projeto, passando

pela construção, até o usuário final, incorporando soluções e reduzindo o uso de recursos naturais.

Figura 3 - Benefícios de uma construção sustentável



Fonte: Valente apud USGBC, 2009.

Muitas vezes a inclusão da certificação apresenta um grande investimento para as empresas, porém proporcionará uma redução nos custos operacionais, como demonstra o Quadro 1. A certificação fornece normas e instruções para que a produção do empreendimento seja feita da melhor maneira. Propõem mudanças incrementais, em vez de radicais.

Quadro 1 - Vantagens da Certificação

	VANTAGENS
EMPRESA	Abertura de novos mercados; aumento de credibilidade frente ao mercado; Redução de acidentes ambientais; Redução na utilização dos recursos naturais; Redução nos custos com utilização de mão de obra qualificada.
CLIENTES	Conservação de recursos naturais; Redução da poluição; Incentivo a reciclagem; Produtos e processos mais limpos.
MEIO AMBIENTE	Conservação de recursos naturais; Redução da poluição; Incentivo a reciclagem.

Fonte: Valente, 2009

Resumindo, as certificações só vêm a melhorar e valorizar o empreendimento. A empresa fica mais reconhecida no mercado como ecologicamente correta, abre novos potenciais para conquistar novos mercados, atrai novos investimentos, além de facilitar a obtenção de financiamentos para o setor (VALENTE, 2009).

Além disso, a legislação brasileira está se tornando cada vez mais rigorosa com respeito a questões ambientais. Mais cedo ou mais tarde todos deverão estar adequados à legislação vigente. Segundo Goron (2010), adquirir um processo que melhore e deixe o processo mais eficaz de certificações para a construtora é de essencial sobrevivência no mercado de trabalho.

4.2.1 ISO 14001

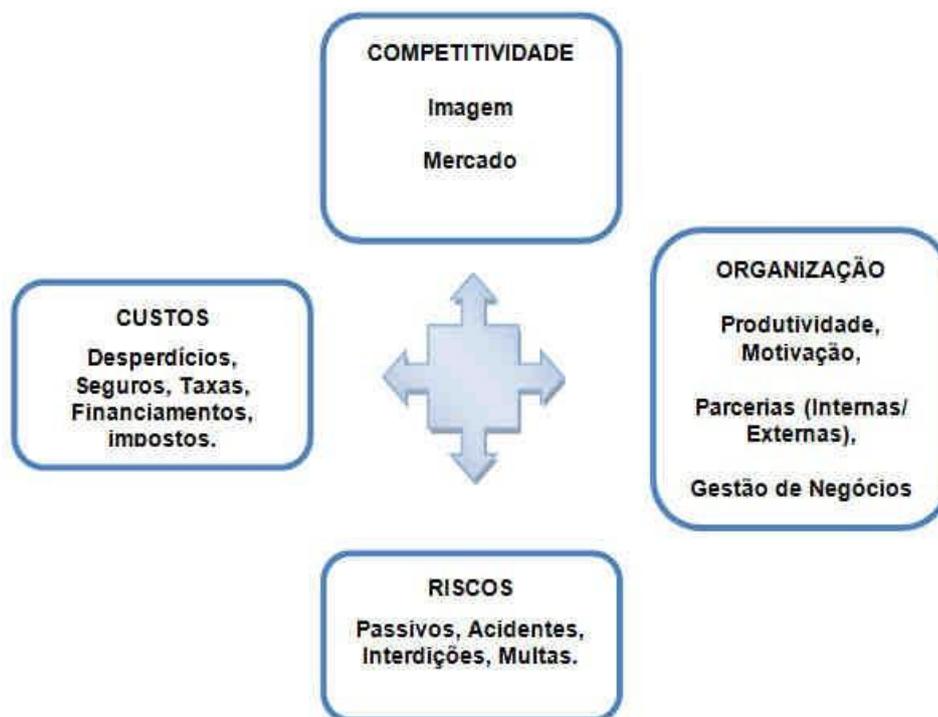
Baseado na certificação ISO 14001 este tópico vem a mostrar as vantagens da gestão ambiental (Figura 4) na construção civil e o método de gestão mais eficaz, que faz parte do Sistema de Gestão Ambiental, conhecido pela sigla S G A.

Atualmente muitas empresas do ramo da construção civil estão cada vez mais preocupadas em atingir um desempenho ambiental mais correto, por meio do controle dos impactos de suas atividades, produtos e serviços sobre o meio ambiente, coerente com sua política e seus objetivos ambientais. A norma ISO 14001 de gestão ambiental têm por objetivo “prover as organizações de elementos de um sistema da gestão ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos” (NBR ISO 14001, 2004).

Esta Norma é baseada na metodologia conhecida como *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) e seu modelo é representado pela Figura 5. O PDCA (Planejar-Executar-Verificar-Agir do inglês) pode ser brevemente descrito da seguinte forma:

- Planejar: Estabelecer os objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização;
- Executar: Implementar os processos;
- Verificar: Monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros, e relatar os resultados;
- Agir: Agir para continuamente melhorar o desempenho do sistema da gestão ambiental.

Figura 4 - Vantagens decorrentes da implementação de um SGA



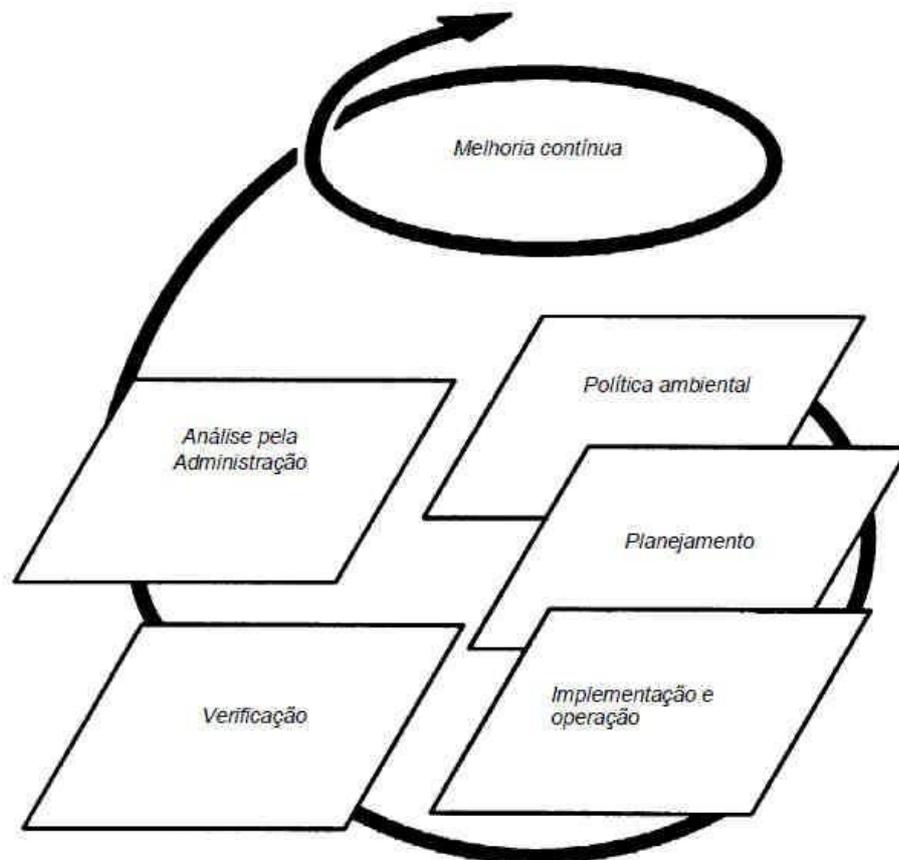
Fonte: Tavares Apud Junior 2010

Gehlen (2008) nos diz que para uma organização obter a certificação é necessário que atenda os seguintes tópicos:

- a) Política ambiental: a empresa deve montar uma política ambiental que represente seus produtos e serviços, demonstrando que está comprometida com o melhoramento contínuo do desempenho ambiental da empresa;
- b) Aspectos Ambientais: a empresa deve adotar procedimentos que controlem os resíduos e uso de produtos (efluentes líquidos, resíduos sólidos etc);
- c) Exigências Legais: deve se desenvolver planejamentos e sistemas para obter as exigências legais pertinentes a sua atividade;

Dentro do último requisito pode-se citar a resolução 307/2002 aprovada em 05/07/2002 do CONAMA, que determina a obrigatoriedade para as construtoras a redução, reutilização e reciclagem, quando, prioritariamente, a não geração dos resíduos for inviável (PINTO, 2004).

Figura 5 - Modelo de Gestão ISO 14001



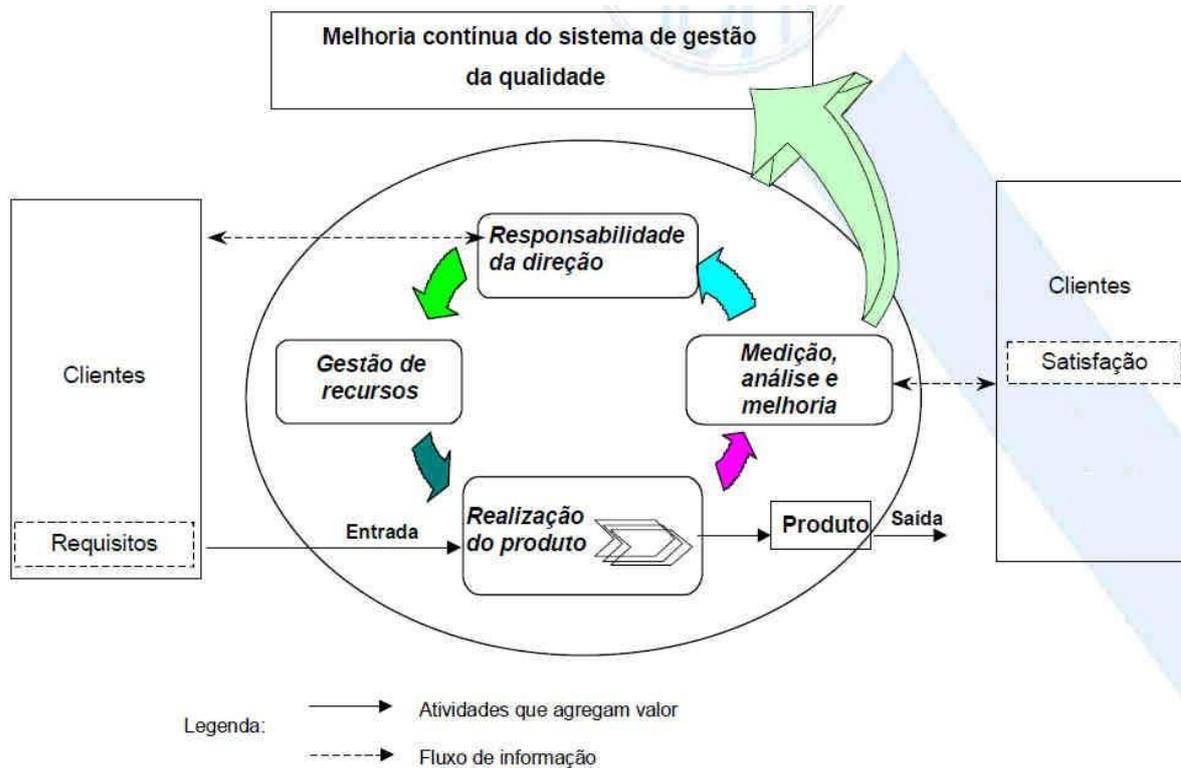
Fonte: NBR ISO 14001 (ABNT, 2004)

4.2.2 ISO 9001

A norma NBR ISO 9001 (2008) define os critérios de certificação no Brasil, promove a adoção de processos para o desenvolvimento, a implementação e a melhoria da eficácia de um sistema de gestão da qualidade.

Para uma organização funcionar de maneira eficaz, ela deve identificar e gerenciar diversas atividades interligadas (ver Figura 6). “Uma atividade que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de entradas em saídas pode ser considerada um processo. Frequentemente a saída de um processo é a entrada para o processo seguinte” (NBR ISO 9001, 2008).

Figura 6 - Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseada em processo



Fonte: NBR ISO 9001, 2008.

Uma vantagem da abordagem de processo é o controle contínuo que ela permite sobre a ligação entre os processos individuais dentro do sistema de processos, bem como sua combinação e interação. No caso a obtenção da certificação pelas construtoras visa processos com menos desperdício e com mais eficácia levando a processos mais sustentáveis.

4.2.3 PBPQ-H

O PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva tornando assim o sistema mais sustentável (BASILIO, 2010). O modelo do selo da certificação é representado pela Figura 7.

Figura 7 - Logomarca PBPQ-H

Fonte: Fuscaldi, 2012

A documentação do PBPQ-H contempla os requisitos da NBR ISO 9001:2008, além de requisitos específicos para o setor. Tanto a ISO 9001 como o PBQP-H são submetidos à auditoria externa, por organismo certificador credenciado junto ao INMETRO. Os requisitos do PBQP-H são os mesmos da ISO 9001:2008, mas contém alguns controles específicos ao setor que a construtora deve possuir. Por isso, nem toda empresa que possui a certificação ISO 9001 pode solicitar a certificação do PBPQ-H (GEHLEN, 2008).

Segundo Vidal e Cerqueira (2012), o SiAC é a norma do programa que destina à avaliação da conformidade de empresas construtoras e foi baseado com caráter evolutivo, estabelecendo níveis de avaliação da conformidade progressivo.

O PBQP-H foi dividido em níveis de qualidade que vai desde o nível D, o mais simples, até o nível A de certificação, que abrange todos os requisitos do Programa. A diferença entre os níveis é a quantidade de requisitos que devem ser cumpridos. (Quadro 2)

Dentro do quadro de ações do PBQP-H pode-se citar:

- a) avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras;
- b) melhoria da qualidade de materiais;
- c) formação e requalificação de mão de obra;
- d) normalização técnica;
- e) avaliação de tecnologias inovadoras;
- f) informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos.

Conforme Vidal e Cerqueira (2012) pode-se montar o seguinte quadro de exigências para a certificação do PBPQ-H através de cada nível do certificado:

Quadro 2 - Exigências de certificação conforme o nível do selo do PBPQ-H

Nível D	Auto-declaração de conformidade, não é necessária a realização de auditoria. Tem validade de 6 meses, podendo ser prorrogada por mais 6.
Nível C	Requisitos gerais e de documentação (requisitos gerais, manual da qualidade, controle de documentos e registros); Provisão de recursos, designação de pessoal, treinamento, conscientização e competência; Planejamento da qualidade da obra; Controle de operações; Satisfação de clientes; Controle de materiais e serviços não conformes; Ações corretivas.
Nível B	Requisitos do nível C; Infra-estrutura; Planejamento da execução da obra; Análise crítica dos requisitos relacionados à obra; Comunicação com o cliente; Controle de alterações de projetos; Análise crítica de projetos fornecidos pelo cliente; Propriedade do cliente.
Nível A	Requisitos do nível B Comunicação interna; Ambiente de trabalho; Planejamento da elaboração do projeto; Entradas de projeto; Saídas de projeto; Análise crítica de projeto; Verificação de projeto; Validação de projeto; Validação de processos; Medição e monitoramento de processos; Ações preventivas.

Fonte: Vidal e Cerqueira (2012)

4.2.4 LEED

O LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) foi desenvolvido pelo USGBC (U.S. Green Building Council), instituição que busca promover edifícios sustentáveis e lucrativos, bem como lugares saudáveis para se viver e trabalhar. Segundo Leite (2011), em 2007 foi criado no Brasil o GBCB (Green Building Council Brasil), órgão não governamental vinculado ao USGBC que visa auxiliar o desenvolvimento da indústria da construção sustentável no país.

O sistema LEED é baseado num programa de adesão voluntaria e visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento. Leva em consideração o ciclo de vida e pode ser aplicado em qualquer tipo de empreendimento. O selo é uma confirmação de que os critérios de desempenho em termos de energia, água, redução de emissão de CO₂, qualidade do interior dos ambientes, uso de recursos naturais e impactos ambientais foram atendidos satisfatoriamente (LEITE, 2011. p. 33).

A certificação se dá em vários níveis que quantificam o grau de proteção ambiental obtido no empreendimento. O método de avaliação acontece através da análise de documentos que indicam sua adequação aos itens obrigatórios e classificatórios. Os requisitos mínimos a serem atendidos na etapa do projeto podem acumular pontos para a certificação e caso não seja atendido, o projeto não poderá ser certificado. Através desses pontos que pode variar dependendo da categoria de certificação, são definidos os níveis de certificação (VALENTE, 2009).

Conforme as diferentes categorias, o LEED oferece quatro níveis de certificação (Tabela 01 e Figura 08) que dependem da pontuação total obtida na avaliação (LEITE, 2011).

Tabela 1 - Níveis de certificação conforme pontuação

Nível de Certificação	Pontos Necessários
Básica	26 a 32 pontos
Prata	33 a 38 pontos
Ouro	39 a 51 pontos
Platina	52 a 69 pontos

Fonte: Valente 2009

O certificado LEED se aplica a diferentes tipos de construção, sendo subdivididos em categorias. Dado o caráter diverso das categorias têm-se diferentes pontuações e pré-requisitos.

O certificado é obtido conforme um processo com etapas definidas e todo realizado por meio de uma plataforma online. No final da fase de construção, estando toda a documentação inserida na plataforma da fase de projeto e de construção corrigidas e atualizadas, é feita a revisão final. É definido, após esta revisão final, se será ou não concedido o certificado ao empreendimento (LEITE, 2011). Segundo Valente (2009), a

etapa de auditoria da fase de projeto dura em média três meses e a etapa de auditoria da fase de construção dura em média de três a seis meses após sua conclusão.

Figura 8 - Selo de certificação Ouro (LEED)



Fonte: <http://www.dialogosuniversitarios.com.br/v2/site/>

4.2.5 AQUA

A Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é uma versão brasileira adaptada do HQE (*High Quality Environmental standard*) da França. No Brasil a Fundação Vanzolini foi a responsável pela implantação do processo AQUA. O processo visa garantir a qualidade ambiental de um empreendimento novo de construção ou reabilitação utilizando-se de auditorias independentes (GEHLEN, 2008; LEITE, 2011).

Segundo a Fundação Vanzolini (2012), o processo AQUA é um processo de Gestão Total do projeto para obter a Alta Qualidade Ambiental do seu Empreendimento de Construção. Além de trazer enormes benefícios que incluem melhorias que atingem o empreendedor, o comprador e a questão socioambiental. Estes benefícios são descritos na Quadro 3.

Quadro 3 - Benefícios do processo AQUA

	BENEFÍCIOS
Para o empreendedor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provar a Alta Qualidade Ambiental das suas construções 2. Diferenciar seu portfólio no mercado 3. Aumentar a velocidade de vendas ou locação Manter o valor 4. do seu patrimônio ao longo do tempo 5. Associar a imagem da empresa à Alta Qualidade Ambiental 6. Melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades
Para o comprador	<ol style="list-style-type: none"> 1. Economia direta de água e energia 2. Menores custos de condomínio (energia, água) Conservação 3. e manutenção 4. Melhores condições de conforto saúde e estética Maior valor 5. patrimonial ao longo do tempo
Socioambientais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menor consumo de energia 2. Menor consumo de água 3. Redução das emissões de Gases de Efeito Estufa 4. Redução da poluição 5. Melhores condições de saúde nas edificações 6. Melhor aproveitamento da infraestrutura local 7. Menor impacto na vizinhança 8. Melhores condições de trabalho 9. Redução da produção de resíduos 10. Gestão de Riscos naturais (solo, água, ar).

Fonte: Fundação Vanzolini, 2012

Dentro do contexto brasileiro a certificação AQUA é dividida em duas categorias:- Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) - define a qualidade ambiental, organiza e controlar os processos operacionais em todas as fases, do programa, passando pela concepção (projeto), realização (obra) e Operação (LEITE, 2011);

- Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) – este processo de avaliação permite que seja verificada nas diferentes fases do empreendimento a adequação ao perfil ambiental definido. Possui 14 categorias as quais são desmembradas em preocupações associadas a cada

um dos desafios, que por sua vez são traduzidos em critérios e indicadores de desempenho (LEITE, 2011).

Este último satisfaz as exigências relacionadas ao controle de impactos sobre o ambiente externo e à criação de um ambiente interno confortável e saudável. Além de abordar uma categoria exclusiva para canteiros de obras com baixo impacto ambiental.

Quadro 4 – As 14 categorias do Processo AQUA

Controle dos impactos sobre o ambiente externo		Criação de um ambiente interno confortável e saudável	
Sítio e construção		Conforto	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno	Categoria 08	Conforto higrotermico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 09	Conforto acustico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Categoria 10	Conforto visual
Gestão		Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 04	Gestão de energia	Saúde	
Categoria 05	Gestão de agua	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: Fundação Vanzolini, 2012.

Conforme a quadro 4 pode-se ressaltar a importância que um canteiro de obra exerce sobre as certificações ambientais. Ou seja, o canteiro de obras deve ser planejado de forma a reduzir o impacto gerado, sendo que alguns dos aspectos a serem levados em conta são a gestão de resíduos do canteiro, limitação dos incômodos e controle dos recursos de água e energia.

Em relação à obtenção do certificado, Leite (2011) fala que na fase de realização (obra), o empreendedor mantém o SGE, realiza a obra, avalia o perfil QAE e corrige eventuais desvios. Após isso é agendada uma auditoria e feito o envio a Fundação Vanzolini da avaliação da QAE na entrega da obra. Em seguida o auditor verifica em cada uma das fases a implementação do SGE e faz a comparação da avaliação da QAE com os critérios

de desempenho exigidos no referencial técnico adotado. Ao final de cada etapa concluída o certificado é emitido.

4.2.6 Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul foi criada pela Caixa Econômica Federal (CEF) e é o mais recente instrumento de qualificação socioambiental de projetos para empreendimentos habitacionais que visam atender critérios de sustentabilidade no Brasil. Incentiva o uso racional de recursos naturais nas edificações, à redução de custos de projeto, assim como a diminuição de despesas dos moradores e um alcance maior de conscientização, tanto de empreendedores como da população.

O selo é dividido em três níveis, ouro, prata e bronze (Figura 9), que se diferenciam pelo número de critérios atendidos. Estes critérios estão divididos em seis categorias: inserção urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, uso racional da água e práticas sociais.

Figura 9 - Logomarca Casa Azul da CAIXA – Ouro, Prata e Bronze.



Fonte: LGC Consultoria

Segundo o Guia da Casa Azul (2010), o método utilizado pela CEF para a concessão do Selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento, o atendimento aos critérios estabelecidos pelo instrumento, que estimula a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade dos empreendimentos habitacionais. Além disso, a adesão ao Selo é voluntária e o proponente deve manifestar o interesse em obtê-lo para que o projeto seja analisado. O Selo Casa Azul possui 53 critérios de avaliação,

distribuídos em seis categorias que orientam a classificação de projeto. Dentro dele há critérios obrigatórios e eletivos para a obtenção do selo. O quadro 5 mostra os critérios para cada gradação do selo.

Quadro 5 - Níveis de gradação do Selo Casa Azul

Gradação	Atendimento mínimo
BRONZE	Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha

Fonte: Guia Da Casa Azul - CEF

Alguns destes critérios obrigatórios fazem referência diretamente à sustentabilidade interna de canteiros de obras. E a principal que o Guia Da Caixa (2010) apresenta é sobre a resolução federal nº 307/2002, do Conama, que obriga o gerador do resíduo, empresa construtora, a elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, sendo chamado pela CAIXA de Plano de Gestão RCD, com a meta de estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos gerados nos canteiros de obras.

Dentro do próprio Guia Da Caixa sobre o selo azul são apresentadas várias sugestões de estruturação de elementos e componentes de competências para os trabalhadores responsáveis pela Gestão de RCD. O gerenciamento desses resíduos pela construtora envolve a implementação de um sistema de gestão que exige a mobilização de uma série de recursos e agentes para:

- Caracterizar e triar os resíduos gerados, recolher, acondicionar e transportar os resíduos no interior do canteiro;
- Transportar os resíduos do canteiro para as áreas de destinação intermediárias ou finais (Áreas de Transbordo e Triagem, aterros, centrais de reciclagem, etc.);
- Assegurar que as destinações sejam feitas corretamente.

Em relação à obtenção do selo, a construtora deve apresentar os projetos, a documentação e informações técnicas completas referentes aos critérios a serem atendidos pelo projeto. Toda a documentação necessária para análise deverá ser datada e assinada pelo representante legal e por um responsável técnico pelos projetos.

Quando necessário, a CAIXA solicitará a correção. Durante a obra, deverá executar todos os itens previamente mencionados no projeto, de acordo com as especificações apresentadas e aprovadas pela CAIXA, implantar as práticas sociais previstas em projeto e divulgar aos usuários os itens incorporados ao projeto. Qualquer alteração do projeto durante a obra, referente aos critérios definidos para a obtenção do Selo, deverá ser comunicada à CAIXA.

5 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Considerando a trajetória da sustentabilidade no setor da construção civil sendo efetivada pelas fases da busca da melhoria tecnológica, através de sistema de gestão da qualidade e embasada no PBQP-H, obtém-se ganhos ambientais que passam a ser cada vez mais exigidos pelo mercado e pelas políticas públicas. Isso culmina com a necessidade de avanço para a sustentabilidade do setor, como viabilidade para uma sociedade sustentável e que deságua no conceito de construção sustentável, bastante debatido na atualidade. Para embasamento do objetivo desse trabalho, a discussão sobre construção sustentável será dirigida para o subsetor de edificação residencial.

A sustentabilidade de um empreendimento é medida pela relação de equilíbrio entre as soluções para melhoria social, ambiental e econômica (CARVALHO, 2007). O conceito de edifício sustentável se aplica ao total do ciclo de vida de uma edificação, incluindo o desenho, sua localização, a construção, a operação, a manutenção, as renovações, a demolição, a gestão dos resíduos e a disposição final. Sendo que construções sustentáveis incluem edifícios residenciais, comerciais e industriais que se desenham, constroem, renovam e demolem de uma maneira responsável ambientalmente. Esse tipo de construção exibe um alto nível de desempenho ambiental, econômico e de engenharia. Suas características mais importantes são eficiência e conservação de energia, qualidade do ar interior e eficiência no uso de recursos e materiais. Diante do estágio atual do setor, conclui-se que para se cumprir todas essas exigências, é necessário promover a transformação do mercado imobiliário (ESPINOZA et al., 2006).

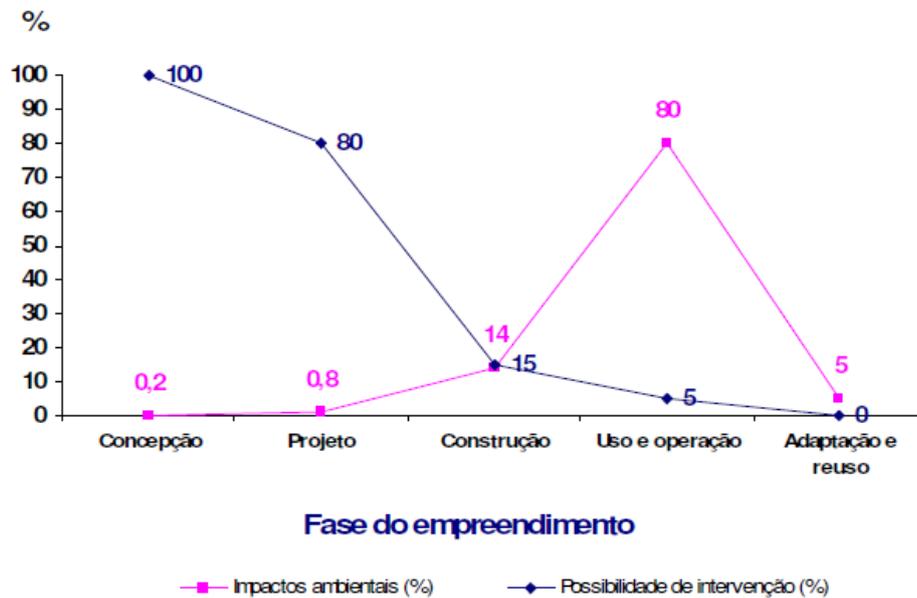
Figueiredo (2007) define um empreendimento sustentável como o que, harmonizado com o meio ambiente e a comunidade de sua influência, proporciona maior retorno para seus investidores e proprietários e a melhoria da qualidade de vida, saúde, bem-estar e produtividade para seus ocupantes.

Para Ceotto (2006), a construção sustentável precisa atender às necessidades dos usuários; ser economicamente viável para seus investidores; e ser produzida com técnicas que reduzam o trabalho degradante e inseguro feito pelo homem. Para que o setor produza mais e melhor com menos é necessário reduzir o consumo de materiais e de energia na produção de bens e serviços; reduzir a emissão de substâncias tóxicas, principalmente o gás carbônico; intensificar o uso de materiais reciclados; maximizar o uso de recursos renováveis; e prolongar a vida útil dos produtos.

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) de um produto permite identificar os impactos causados ao longo de todo o processo de vida de um produto, desde a extração da matéria-prima, incluindo aquisição desse insumo, até a fabricação de materiais manufaturados e de produtos, armazenamento, empacotamento, distribuição, uso, reuso, manutenção, demolição, reciclagem e gestão de resíduo (BLUMENSCHHEIN, 2004).

A sustentabilidade do edifício abrange duas principais vertentes de questões: as físicas e as situadas no plano das idéias, das informações. As físicas estão ligadas às etapas de extração e beneficiamento de matérias-primas; transporte de matérias-primas; fabricação de materiais e componentes; transporte de materiais e componentes; obra; uso; manutenção; eventual reforma; e demolição. Do ponto de vista das informações, estão incluídas as fases de elaboração de projeto e planejamento, incluindo o projeto de produção situado entre o projeto e a obra. Dessa forma, a sustentabilidade da edificação depende da melhoria da sustentabilidade dos diversos elos da cadeia produtiva. Neste contexto, os principais impactos se manifestam apenas na parte física do processo, porém é na fase de informações que se definirão as principais características do edifício quanto à sustentabilidade. Sendo, portanto, o projeto considerado como instrumento crucial para os bons resultados (FARAH & VITTORINO, 2006).

Esse mesmo resultado é apresentado por Ceotto (2006), através de estudo de percentual de custos por fase de vida útil de um empreendimento e considerando-os diretamente proporcionais ao impacto ambiental, no qual se conclui que a fase de maior impacto é a de uso e operação (80%), correspondendo ao custo com o consumo de energia, água, esgoto e manutenção, necessários para seu funcionamento. Comparando essas informações com a possibilidade de intervenção durante a vida útil do empreendimento, verifica-se que as fases de concepção e projeto são as que apresentam os maiores índices de possibilidade de intervenção (100% e 80%, respectivamente), custando muito pouco, proporcionalmente. Entretanto, as intervenções na fase de maior impacto ambiental (uso e operação) são ínfimas (5%). Ressalta-se, assim, a importância ambiental das fases de concepção e projeto e a necessidade de se combater a cultura de pouca valorização dessas etapas existente no setor. Esses dados estão apresentados na Figura 10.

Figura 10 - Comparativo entre impactos ambientais e possibilidade de intervenção por fase de empreendimento

Fonte: Adaptado de Ceotto (2006).

Quanto ao custo da construção sustentável, John (2004) afirma que a mesma não é necessariamente mais cara, uma vez que um projeto adotando conceitos de sustentabilidade não é mais caro, que a aplicação do conceito de redução de desperdício de materiais e de gestão de resíduos pode reduzir significativamente custos de construção e que a fase de operação do edifício é mais barata, por reduzir consumo de energia e água, apesar de alguns materiais serem mais caros.

5.1 CARACTERÍSTICAS E RECOMENDAÇÕES SUSTENTÁVEIS

A construção sustentável preocupa-se em atender às três dimensões de sustentabilidade adotadas para esse trabalho (econômica, ambiental e social) para cada fase do ciclo de vida de um edifício, considerada como concepção, projeto, execução da obra, uso e demolição.

5.1.1 Concepção

Antes da decisão de construir um novo imóvel, pode-se optar por reformar ou adaptar um existente, desde que haja condições para o uso pretendido. Para Moretti (2005),

reforma e reciclagem de edificações ociosas existentes nas áreas centrais para fins habitacionais é uma alternativa importante na ótica da sustentabilidade.

Para a decisão de usar um edifício existente, mantendo sua estrutura e modificando os espaços, é necessário que o mesmo tenha sido projetado de forma a valorizar a flexibilidade, onde a estrutura é mantida e o *lay-out* pode ser modificado (BLUMENSCHNEIN, 2004).

Outro aspecto importante na concepção de um edifício é a definição de sua localização. Segundo Moretti (2005), a construção de grandes empreendimentos habitacionais na periferia das cidades, destinados à população de baixa renda, com formação de “guetos” de população excluída vai na contramão dos princípios da sustentabilidade. É importante também que o empreendimento esteja em local com disponibilidade de infraestrutura, reduzindo as demandas por transporte, despesas de condomínio e facilitando a inclusão social.

5.1.2 Projeto

As definições de projeto e especificação de materiais representam uma das fases mais críticas para o caminho de maior sustentabilidade do edifício, onde desempenho, durabilidade, flexibilidade e facilidade de manutenção precisam ser equilibrados com os custos do empreendimento e a visão do empreendedor.

Siciliano et al. (2007) orientam que os escritórios de arquitetura, que adotem a sustentabilidade como um critério de projeto, levem em consideração:

a) Uso eficiente de energia, através de especificação de equipamentos com menor consumo e melhor eficiência, transporte vertical (antecipação de chamadas), iluminação (acionadores por sensor de presença); geração de energia em horários de pico; aproveitamento máximo da iluminação e ventilação naturais; adoção de soluções arquitetônicas que evitem a incidência direta da radiação solar; diminuição da absorção de calor (uso de acabamentos claros, áreas verdes ou pintura reflexiva na cobertura); produção de energia alternativa (eólica ou solar), de acordo com as condições locais.

b) Uso eficiente da água, através de equipamentos como bacias acopladas e válvulas especiais com fluxo opcional por descarga, ou de sistemas a vácuo e torneiras com acionamento eletrônico ou temporizador por pressão; reúso de águas de lavagem, com tratamento local, para utilização sanitária; reúso de águas pluviais para usos permitidos para água não potável.

c) Uso de materiais certificados e renováveis, através de especificação de materiais sustentáveis (menor índice de impacto em todo o ciclo de vida e que não utilize mão-de-obra com condições indignas), certificados e recicláveis, considerando também sua durabilidade.

d) Qualidade ambiental interna e externa do edifício, através de cuidados com o solo como diminuição da impermeabilização, erosão e rebaixamento do lençol freático e preservação da sua conformação original; da manutenção dos ecossistemas locais; do planejamento para a redução, reutilização e reciclagem de lixo e resíduos durante as fases de execução da obra e de uso (local para coleta seletiva); de cuidados para evitar todo tipo de contaminação, degradação e poluição de qualquer natureza (visual, sonora, ar, luminosa, entre outras); e da promoção da segurança interna e externa do edifício e de seus usuários. e) Soluções que permitam flexibilidade e durabilidade, através de propostas construtivas que permitam a adaptação do imóvel a mudanças de uso ou de usuário, evitando reformas que causem impactos ambientais; uso de materiais duráveis e que tenham desempenho adequado, resultando na longevidade do edifício.

Ceotto (2007a) apresenta o resumo com as principais soluções tecnológicas hoje disponíveis em função do seu custo de implantação (em relação ao custo de construção) e do seu impacto benéfico para o meio ambiente, adotando custo alto (acima de 3% do custo total de construção), médio (entre 3 e 0,5%) e baixo (menos de 0,5%). Essas informações são apresentadas na quadro 6.

Informações esclarecedoras sobre consumo de energia e água podem direcionar ações mais sustentáveis. O uso de ar condicionado representa 40% do consumo total de energia de um edifício e os chuveiros elétricos, 32% (BLANCO, 2007), sendo que o edifício sustentável deve economizar pelo menos 30% da água e 15% da energia elétrica que um edifício equivalente consumiria (CARVALHO, 2007).

Ações que também favorecem a sustentabilidade do edifício são a oferta de opções de plantas e acabamentos para a escolha do cliente ou definição de prazo máximo para alterações de projeto, diminuindo a geração de resíduo durante a obra.

Sendo apresentada como a fase mais importante para a sustentabilidade de um edifício, o projeto conseguirá esse objetivo a partir da conscientização e valorização dos princípios e critérios da construção sustentável por todos os envolvidos: empreendedor, projetista, fornecedores, construtor, comprador e usuário, além do apoio do gestor municipal.

Quadro 6 - Alternativas de solução e seus impactos financeiros em edifícios residenciais

		Impactos nos custos		
		Alto	Médio	Baixo
Impacto positivo no meio ambiente	Alto	Tratamento total de esgoto	Aproveitamento de água de chuva	Retenção de água de chuva
			Metais sanitários de baixo consumo de água	Reserva de água de chuva
		Energia solar para aquecimento de água	Medição individual de gás	Lâmpadas de alta eficiência
			Medição individual de água	Peças sanitárias de baixa vazão
			Tratamento superficial no piso das garagens	Separação de lixo para reciclagem
	Médio	Reciclagem de água de banho e lavatório para uso em bacias sanitárias	Automatização da irrigação de áreas verdes	Fachadas de cores bem claras
			Automação da iluminação nas áreas comuns	Cobertura vegetal no térreo
			Vidro laminado	Isolamento térmico de coberturas
	Baixo	Isolação térmica de fachadas	Automação de elevadores	Uso de madeira reciclada nos móveis e revestimentos
		Uso de vidro insulado		Revestimento de piso e paredes facilmente laváveis

Fonte: Ceotto (2007a).

5.1.3 Uso, manutenção e reforma

A manutenção do edifício está diretamente ligada à qualidade da construção, que evita o aparecimento de defeitos; à flexibilidade do projeto, que facilita as modificações; e à consciência do usuário da importância da realização de manutenção e melhorias ao longo de sua utilização, aumentando a vida útil do imóvel (BLUMENSCHNEIN, 2004).

Uma medida simples que a construtora pode intensificar nesse sentido é a entrega e apresentação do manual do proprietário e do síndico, contribuindo para a melhoria do desempenho ambiental da edificação, podendo inclusive abordar claramente a sensibilização dos usuários para a questão da sustentabilidade, já bastante debatida pela mídia.

5.1.4 Demolição

Após o maior prolongamento possível da vida útil da edificação, as preocupações sustentáveis se voltam para que a demolição seja feita de forma a viabilizar a reutilização e reciclagem dos materiais e que os incômodos à vizinhança sejam minimizados.

Segundo Pinto (1999), os resíduos de demolição representam uma menor parte dos RCC gerados no Brasil, em função da urbanização recente. Em contrapartida, nos países desenvolvidos, os resíduos provenientes de demolições são muito mais frequentes.

Recomenda-se que a demolição de um imóvel seja procedida na forma inversa à da construção, primeiramente com a retirada de elementos de decoração, aparelhos e instalações, forros, revestimentos reutilizáveis, cobertura, vedações verticais e estrutura, de forma a se ter um maior potencial de reutilização e reciclagem dos componentes e materiais (ARAÚJO & CARDOSO, 2007).

5.2 EXECUÇÃO DE OBRA SUSTENTÁVEL

As atividades desenvolvidas durante a construção ou execução da obra constituem-se em uma das fases consideradas no ciclo de vida de um edifício e contribuem fortemente para sua sustentabilidade, compreendendo todo o processo desenvolvido pela construtora, como a decisão de tecnologia construtiva a ser empregada, planejamento, equipamentos a serem utilizados, aquisição de material, contratação de mão-de-obra, execução dos serviços e gestão.

Diante do objetivo desse trabalho, o estudo do canteiro de obra e suas diversas interferências são de grande relevância para o entendimento dos caminhos para a sustentabilidade da construção civil.

5.2.1 – Impactos do canteiro de obra

Em estudo realizado por Cardoso et al. (2006), sobre impactos relacionados à implantação e operação de canteiros de obras de edifícios, além dos impactos causados pelas perdas de materiais e pela produção de resíduos de construção, foram identificados impactos no meio físico, biótico e antrópico.. Pode – se considerar os principais impactos os apresentados no quadro 7.

Quadro 7 - Principais impactos ambientais para as atividades de produção que acontecem nos canteiros de obras de edifícios (excluindo os causados pelas perdas de material e produção de resíduos)

Meio		Principais impactos ambientais
Físico	Solo	Indução de processos erosivos
		Contaminação química
		Esgotamento de reservas minerais
	Ar	Poluição sonora
		Deterioração da qualidade do ar
	Água	Poluição de águas subterrâneas
		Alteração da qualidade de águas superficiais
Aumento da quantidade de sólidos na água		
Alteração de regimes de escoamento		
Biótico	Alteração dinâmica de ecossistemas locais	
	Interferência na fauna e flora locais	
	Alteração dinâmica do ecossistema global	
Antrópico	Trabalhador	Alteração nas condições de segurança e de saúde
	Vizinhança	Incômodo para a comunidade
		Alteração de tráfego nas vias locais
		Alteração nas condições de segurança e de saúde
		Danos a bens edificados
	Sociedade	Aumento de volume de aterros de resíduos
Escassez de energia elétrica		

Fonte: Adaptado de Cardoso et al. (2006).

5.2.2 Recomendações sustentáveis para execução da obra

Baseado nas sugestões de Cardoso (2006b) para avaliação de sustentabilidade de edifícios, as recomendações analisadas nesse trabalho para execução de obra sustentável adotam os critérios ambientais, sociais e gerenciais. Observa-se, no entanto, que as diretrizes gerenciais estão fortemente ligadas às outras duas, sendo o suporte para que as ações planejadas sejam realizadas e acompanhadas, podendo proporcionar a melhoria da sustentabilidade da obra.

5.2.3 Recomendações ambientais

As recomendações ambientais para o processo produtivo desenvolvido no canteiro de obra estão baseadas nos 3 R's: reduzir, reutilizar e reciclar. Como preocupações ambientais quanto ao canteiro de obra, pode ser citada redução da geração de resíduos do canteiro,

gerenciamento dos resíduos do canteiro, valorização da reciclagem e reuso, limitação dos incômodos e poluições causadas pelo canteiro e limitação do consumo de recursos demandados - água e energia - (CARDOSO, 2006b).

Algumas recomendações podem ser citadas para a redução de impactos ambientais do canteiro de obra, como controle de emissão de poluentes de máquinas, equipamentos, veículos e tratores utilizados no canteiro de obras (BLANCO, 2007); preservação ao máximo das áreas verdes existentes (ARAÚJO & CARDOSO, 2007); implantação da obra de maneira a evitar grandes movimentos de terra, impermeabilização do solo e danos à fauna e flora. Uso de sistemas construtivos racionalizados com minimização da geração de resíduos. Utilizar estruturas executadas com concretos de alta resistência que, por serem usados em menor quantidade, são mais econômicos e sustentáveis, uso de estruturas de aço, por ser um material reciclável (MOURA, 2007).

Nesse trabalho serão levantadas informações sobre ações que podem reduzir os impactos ambientais do canteiro de obra, focando principalmente o planejamento da obra e a redução de perdas de materiais, considerados fatores imprescindíveis para a redução desses impactos.

5.2.4 Planejamento da obra

O planejamento está sendo considerado como o estabelecimento da sequência de serviços a serem executados, a disponibilidade de procedimentos e recursos necessários à sua efetivação e como sua ausência interfere no aumento de perdas, mais especificamente de material. Para Farah e Vottorino (2006), a falta de planejamento traz prejuízo para a sustentabilidade do edifício por potencializar perdas mais elevadas de materiais e componentes e a geração desnecessária de entulho, gerando problemas de qualidade da construção.

Segundo Andery e Corrêa (2006), a adoção de projeto de produção de alvenaria de vedação no início do planejamento do empreendimento e adequado à realidade tecnológica da empresa pode ser considerada como ferramenta de eficiência ecológica por obter resultados como redução de perdas, desperdícios e impactos ambientais, além de ganhos financeiros ou diminuição de custos e eliminação de improvisos e ineficiência dos processos produtivos.

5.3 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O maior gerador de resíduos é atualmente a construção civil; o volume de entulho somados da construção e da demolição representa mais que o dobro do volume de lixo urbano gerado (COMPETIR, 2000).

Devido a esse grande volume gerado, em 2002 o Conama, Conselho Nacional do Meio Ambiente busca classificar os resíduos gerados pela construção civil e sua possível destinação, na resolução 307/2002 (VENTURINI, 2011). Conforme a resolução o resíduo produzido pela construção civil pode ser classificado em 5 categorias diferentes que se baseiam no potencial de reciclagem do material.

As classes A e B representam os resíduos que podem ser reciclados ou mesmo reutilizados na construção civil, portanto são considerados resíduos de manuseio mais simples e que apresentam bom potencial quanto a redução desses resíduos.

A classe C representa os resíduos que não podem ser reutilizados ou os quais não existam técnicas de reciclagem atualmente; o gesso antes de uma alteração da norma 307 fazia parte dessa classe, entretanto estudos realizados pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall comprovou a capacidade de reutilização do material mudando o gesso para a classe B (VENTURINI, 2011).

A classe D representa resíduos que representam riscos a saúde humana ou meio ambiente e são considerados perigosos como solventes e tintas, além de matérias de outras classes contaminados.

Segundo VENTURINI a classificação dos materiais segue a seguinte ordem:

- Classe A: Os resíduos classificados como classe A são resíduos que podem ser utilizados ou reciclados na obra e usados como agregados. São exemplos de resíduos classe A: tijolos, materiais cerâmicos, concreto, argamassa, solo resultante de terraplanagem (VENTURINI, 2011), como podemos ver na Figura 11. Esses resíduos devem ser consumidos na própria obra ou encaminhados a usinas de reciclagem ou aterros de resíduos de construção civil.

Figura 11 - Solo proveniente da terraplanagem.



Fonte: Arquivo pessoal

- Classe B: A classe B classifica resíduos que podem ser reciclados e aplicados para outros fins, tais como papel, papelão, metais, vidros e gesso (VENTURINI, 2011). Esses materiais devem ser separados no canteiro de obra e encaminhados a empresas de reciclagem.

Figura 12 - Madeirite usado no canteiro de obra.



Fonte: Arquivo pessoal

- Classe C: A classe C representa resíduos que não podem ser reciclados pela ausência de técnicas atuais que possam dispor desses produtos, a classificação da Conama não apresenta exemplo desses materiais, apenas o gesso que anteriormente era classificado como classe C e foi posteriormente reclassificado para classe B (VENTURINI, 2011). Esses resíduos devem ser enviados para aterros sanitários.
- Classe D: Classe “D”: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde” (CONAMA). Esses materiais devem ser enviados para aterros sanitários.

Figura 13 - Tinta, resíduo da classe D.



Fonte: Arquivo pessoal

5.3.1 Produção dos resíduos

No Brasil apesar da existência de políticas públicas voltadas para melhorar o gerenciamento e redução da quantidade de resíduos gerados, essas políticas de Resíduos da Construção Civil (RCC) se encontram praticamente desconhecidas e pouco implementadas no setor construtivo.

Entretanto a resolução 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente busca mudar o quadro. Desde que entrou em vigor em janeiro de 2003 a resolução estabelece obrigações para os geradores de resíduos e os municípios (COMPETIR, 2000).

Como medida principal a resolução busca a não geração de resíduos por parte do gerador, na reutilização, reciclagem e destinação final dos resíduos; já para os municípios a resolução determina a implantação e elaboração de planos integrados de gerenciamento de resíduo da construção civil (COMPETIR, 2000).

O conjunto dessas medidas busca incentivar as empresas a reduzirem a quantidade de resíduos gerados e maximizar o reaproveitamento e a reciclagem de resíduos; do mesmo jeito que se preocupa com qual será o destino final dos resíduos que de alguma forma não possam ser reaproveitados ou reciclados (Classes C e D).

5.4 PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

No Brasil o nível de perdas de alguns materiais é bastante elevado, e muito se discute sobre perdas de materiais na construção civil. Talvez a motivação seja a baixa nos lucros, ou mesmo, a preocupação ambiental que veio a tona recentemente, mas com a crise que a área civil enfrenta e algo a se discutir.

Figura 14 – Descarte de madeiras já utilizadas



Fonte: Arquivo particular

As perdas são consequência de um processo que traz como resultado um custo elevado. Dentre as perdas a classificação pode ser seguindo os critérios de estudos de SHINGO (1981) e SKOYLES (1987).

Perdas inevitáveis ou perda natural: É um nível aceitável de perdas, que é identificado quando o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada. O nível de perdas inevitáveis varia de obra para obra, dependendo do patamar de desenvolvimento da mesma.

Perdas evitáveis: Ocorrem quando o custo de ocorrência é substancialmente maior que os custos de prevenção. É consequência de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são aplicados inadequadamente.

5.4.1 Perdas segundo sua natureza

De acordo com Shingo (1981), nas perdas quanto a natureza, identifica-se nove subcategorias de perdas, são elas:

- Perdas por superprodução: Refere-se a perdas devido a produção de quantidades maiores de materiais do que é realmente necessário. Exemplo: Produção de concreto a mais do que será usado em um dia de trabalho.
- Perdas por substituição – Refere-se a utilização de materiais de valores superiores ao especificado. Exemplo: utilização de argamassa com traço de maior resistência que a necessária.
- Perda por espera – Relacionam a sincronia do fluxo de materiais e as atividades dos trabalhadores. Exemplo: parada nos serviços por falta de materiais e/ou equipamentos.
- Perdas por transporte – Estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais, em função, as vezes, de um layout ineficiente. Exemplo: tempo excessivo no transporte devido a grandes distâncias entre estoques e o guincho.
- Perdas no processamento em si – Tem origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Exemplo: quebra manual dos blocos devido a falta de meios-blocos.
- Perdas nos estoques – Estão associados a existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais. Podem resultar tanto

em perdas de material quanto de capital. Exemplo: deterioração do cimento devido ao armazenamento em pilhas muito altas.

- Perdas no movimento – Decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução de suas atividades. Exemplo: esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.
- Perdas pela elaboração de produtos defeituosos – Ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Resultam em retrabalhos. Exemplo: falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.
- Outras – Algumas outras perdas são mais inusitadas, porém existem. Exemplos: roubo, vandalismo, etc.

5.4.2 Perdas segundo sua origem

As perdas mencionadas em geral ocorrem e podem ser identificadas durante a etapa de produção. Contudo, sua origem pode estar no próprio processo de produção quanto nos processos que o antecedem, como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projetos, suprimentos e planejamento.

5.4.3 Indicadores de perda de materiais básicos

Para termos ideias do grave estado das perdas de materiais básicos da construção civil temos uma tabela abaixo com os indicadores globais de perdas de materiais de acordo com o projeto de pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais no canteiro de obras” do Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil (ITQC):

Os indicadores de perdas demonstram que os níveis de perda são alarmantes quanto às perdas na construção civil e demonstra que a quantidade de materiais desperdiçados é muito alta (Ver Tabela 2).

Existem varias causas para as perdas na engenharia civil, mas a maioria das perdas é evitáveis. Para reduzir as perdas tem de ter uma supervisão melhor do canteiro de obra e consciência que precisa mudar para que assim possa mudar esse quadro e trazendo assim uma melhor gestão pensando no lucro e também no meio ambiente.

Tabela 2 – Indicadores globais de perdas de materiais

Materiais Básicos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Nº obras
Areia	76	44	7	311	28
Cimento	95	56	6	638	44
Pedra	75	38	9	294	6
Cal	97	36	6	638	12
Estrutura e Alvenaria					
Concreto usinado	9	9	2	23	35
Concreto produzido em obra	6	6	6	6	1
Aço	10	11	4	16	12
Blocos e tijolos	17	13	3	48	37
Argamassa produzida para alvenaria	116	116	26	205	2

Fonte: Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil (ITQC)

Outra medida importante para reduzir as perdas é integrar o uso de tecnologias novas à construção civil, e tentar padronizar o máximo possível como exemplos blocos, janelas e portas como uma maneira de evitar a falta de “encaixe” e assim reduzir as perdas.

Pensando no crescente grau de exigência dos clientes, e o aumento da competição no setor tem de pensar em ter uma eficiência de produção para poder concorrer nesse mercado tão competitivo.

5.5 RECICLAGEM DE RESÍDUOS

5.5.1 Impactos da reciclagem de resíduos

A reciclagem de resíduos também produz impactos ambientais como outras atividades humanas; o tipo de resíduo reciclado, as tecnologias empregadas e o seu destino final podem tornar o produto final mais impactante do que era antes de ser reciclado

(ÂNGULO, SÉRGIO CIRELLI; ZORDAN, SÉRGIO EDUARDO; JOHN, VANDERLEY MOACYR).

É necessária energia para transformar um produto e reintegrá-lo na cadeia produtiva, além de energia muitas vezes outros fatores são fundamentais como outros materiais para modificar a matéria-prima física ou quimicamente.

Além do problema energético, o próprio processo de reciclagem pode gerar resíduos que podem ser por sua vez mais nocivos e difíceis de serem tratados que os originais em si. Um problema agravante que pode ser gerado com esse processo seria a criação de escórias que são impossíveis de serem recicladas e que possam necessitar de alto valor para seu armazenamento até o fim de sua vida útil.

O processo de reciclagem apesar de garantir o retorno dos materiais ao ciclo produtivo, muitas vezes não leva em conta a toxicidade dos materiais, resíduos compostos de metais pesados ou materiais orgânicos voláteis, mesmo quando inertes podem apresentar riscos, pois nem sempre o processo de reciclagem garante a imobilização desses materiais (ÂNGULO, SÉRGIO CIRELLI; ZORDAN, SÉRGIO EDUARDO; JOHN, VANDERLEY MOACYR).

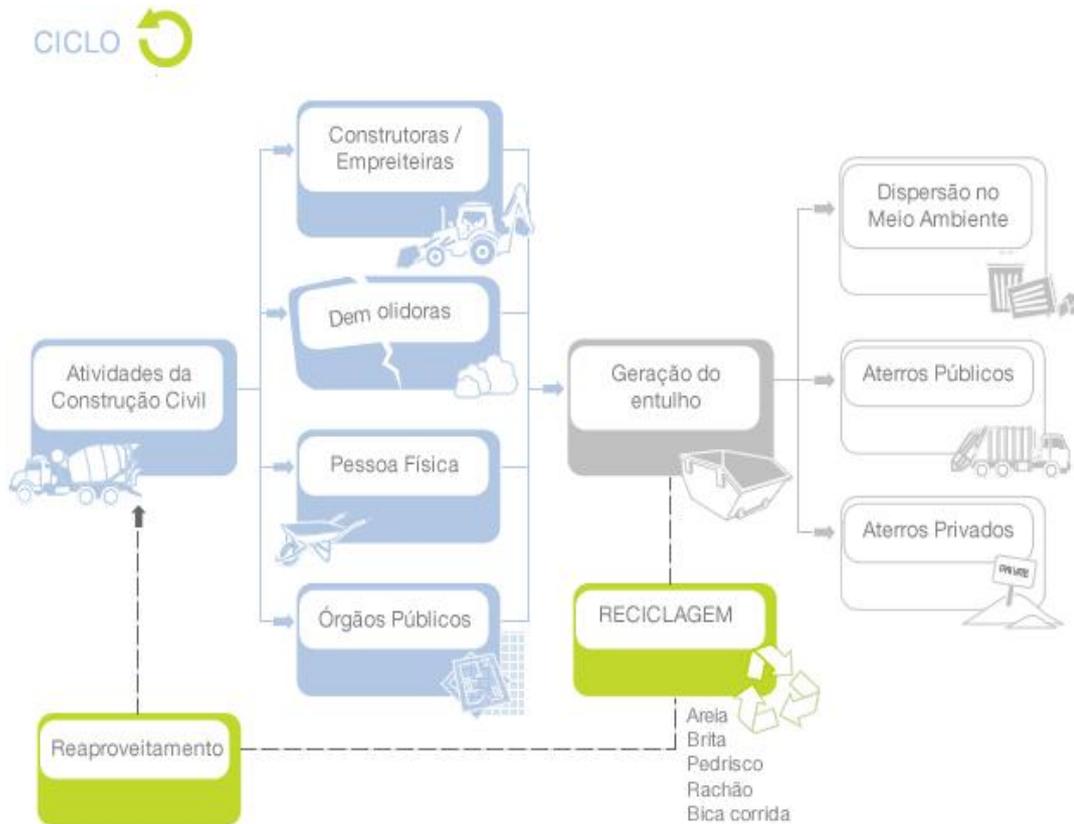
5.5.2 Reciclagem dos resíduos da construção

A reciclagem de resíduos de construção tem a sua origem na Alemanha no período pós-segunda guerra mundial e apesar de tantos anos terem se passado desde sua implantação, no Brasil, o processo ainda se encontra pouco desenvolvido bem como as leis que asseguram a reciclagem desses tipos de materiais no país. Principalmente em países europeus o índice de materiais reciclados pode chegar até a 90% em países como a Holanda.

As principais variáveis que influenciam no percentual de resíduos reciclados são: disponibilidade de recursos naturais, distância de transporte entre os reciclados e as matérias naturais, situação econômica e tecnológica do país e densidade populacional (DORSTHORST & HENDRIKS, 2000).

No Brasil alguns municípios como Belo Horizonte aproveitam os resíduos gerados pela construção e demolição especialmente em obras de pavimentação. As reciclagens de concretos e argamassas já foram estudadas e se encontra viável, entretanto ainda não dispõe de estudos que mostrem o seu impacto ambiental, representado na Figura 15. (ÂNGULO, SÉRGIO CIRELLI; ZORDAN, SÉRGIO EDUARDO; JOHN, VANDERLEY MOACYR).

Figura 15 - Ciclo da reciclagem e reaproveitamento de materiais da construção civil e sua disposição final



Fonte: ÂNGULO, Sérgio Cirelli

5.5.3 Reciclagem de escória de alto forno

O principal destino desse material após sua reciclagem é seu uso como aglomerante. Enquanto a indústria cimenteira do país consome boa parte da matéria reciclada, outra grande parte ainda permanece sobre aterros. O seu uso em agregados leves ainda não é observado no país apesar de já existirem métodos que permitam a sua reciclagem e aproveitamento nessa área, no qual o material é representado na Figura 16.

Os impactos do cimento criado com o uso de escoria de alto forno são relativamente menores que os do cimento Portland comum quando avaliamos o ciclo de vida do concreto, além de apresentar uma série de vantagens quando comparado aos cimentos tradicionais como o baixo consumo de matéria prima, a redução de emissões ao meio ambiente, além de reduzirem os custos de manutenção das obras (BIJEN, 1996).

Apesar dos vários benefícios apresentados pelo uso desse tipo de material em construções e de seu potencial como material reciclado, a falta de controle de qualidade no

processo de reciclagem desses materiais tem gerado diversas patologias na pavimentação, aterro ou como agregados. O principal problema se encontra no potencial expansivo do material.

Figura 16 - Agregado gerado a partir de escória de alto forno.



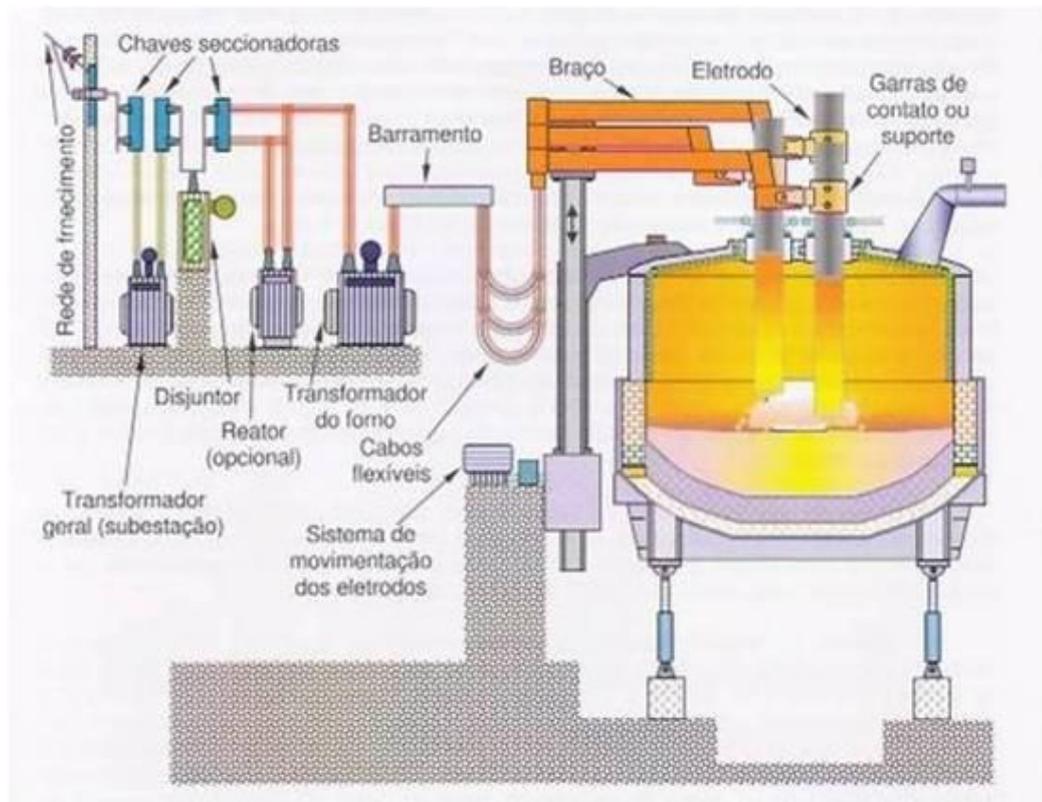
Fonte: Sustentabilidade

5.5.4 Reciclagem da sucata de aço

Apesar de tecnologicamente atrasado em relação a outros países em tecnologias e normas de reciclagem, no Brasil, o setor siderúrgico representa um grande reciclador. O processo de arco elétrico empregado no país consegue destinar matéria prima quase que totalmente proveniente da sucata para reforços de concreto armado, (Ver Figura 17).

A reciclagem dessa matéria prima permitiu economizar em 1997 cerca de 6 milhões de toneladas de minério de ferro (ÂNGULO, SÉRGIO CIRELLI; ZORDAN, SÉRGIO EDUARDO; JOHN, VANDERLEY MOACYR).

Figura 17 - Esquema de funcionamento do sistema de arco elétrico.



Fonte: ÂNGULO, Sérgio Cirelli;

5.5.5 Reciclagem das cinzas voláteis

As cinzas voláteis são aplicadas principalmente na indústria de cimento e também existem pesquisas na produção de cal hidráulica e cimentos (ÂNGULO, SÉRGIO CIRELLI; ZORDAN, SÉRGIO EDUARDO; JOHN, VANDERLEY MOACYR).

Comercialmente são utilizadas em outros países como agregados para blocos de concreto leve e com maior resistência térmica que os convencionais. No Brasil o uso das cinzas de grelha ainda não é aplicado comercialmente.

O país está em processo de expansão no mercado de concretos Portland com adição mineral de cinzas voláteis e nos próximos tem muito a se expandir.

5.5.6 Outros resíduos

Existe uma grande quantidade de resíduos com potencial de emprego na construção civil e que ainda são ignorados pelo mercado e até pesquisadores brasileiros. Os resíduos

derivados do saneamento urbano, ou seja, escória da incineração de lixo urbano domiciliar e lixo hospitalar e o lodo de esgoto devem apresentar um crescimento acentuado na sua produção no futuro próximo, especialmente na cidade de São Paulo, onde inexistem áreas de deposição e está previsto o saneamento do Rio Tietê. A reciclagem fosfogesso, resíduo da produção de adubos, já foi testada no passado no Brasil. No entanto os produtos apresentaram enorme tendência ao desenvolvimento de fungos na fase de uso e a tecnologia foi abandonada.

5.6 RECOMENDAÇÕES SOCIAIS

Para a minimização dos impactos sociais do canteiro de obra, algumas ações são previstas, como: melhoria das condições de hospedagem e alimentação nos canteiros de obras, de segurança do trabalho e de treinamento dos trabalhadores (MORETTI, 2005), reparação imediata de danos causados ao bem comum, como calçadas e vias de circulação de veículos, cuidados para evitar a perfuração de redes enterradas, cuidados para impedir que as rodas de máquinas e equipamentos sujem as vias externas, fornecimento de equipamentos de proteção adequados ao trabalhador e busca pela diminuição de incômodos à vizinhança por ruídos, vibrações e poluição do ar (ARAÚJO & CARDOSO, 2007).

5.7 RECOMENDAÇÕES GERENCIAIS

As preocupações gerenciais no canteiro de obra podem ser tratadas com a criação de instrumentos gerenciais que minimizem os impactos ambientais, sociais, bem como econômicos (CARDOSO, 2006b). A ferramenta que dará suporte e condições de melhoria às ações ambientais e sociais desenvolvidas no canteiro é o ciclo PDCA5, com o planejamento gerencial, treinamento, implementação de ações, com acompanhamento, onde a empresa terá condições de melhorar a sustentabilidade a cada obra edificada. Dessa forma, não serão desenvolvidas ações pontuais em canteiros de obra, sem um foco estratégico.

Segundo Blanco (2007), algumas construtoras estão inserindo as dimensões de sustentabilidade em seus planos estratégicos ou em projetos específicos. Assim, são escolhidos critérios de sustentabilidade que devem ser alcançados, através de implementação de ferramentas de gestão. Para a escolha desses critérios, as empresas estão também levando em conta as exigências de certificações ambientais internacionais do ramo da construção civil. Algumas diretrizes escolhidas são gestão de resíduos; redução do consumo de recursos

naturais; separação e reutilização de materiais; preferência por locais já ocupados; redução na emissão de carbono; controle de níveis de poluição dos caminhões, máquinas e veículos que entram na obra; critérios de redução do consumo de materiais e energia na produção de bens e serviços; diminuição de emissão de substâncias tóxicas, principalmente o gás carbônico; intensificação do uso de materiais reciclados; maximização do uso de recursos renováveis; e prolongamento da vida útil dos produtos.

Dessa forma, a partir do planejamento estratégico de inserção da empresa no mercado de construção sustentável e dos focos de atuação prioritários, poderão ser definidas ações gerenciais a serem implementadas no canteiro de obra, de forma a se obter um processo produtivo mais sustentável.

Para a gestão de materiais podem ser citadas algumas recomendações como aquisição de materiais com origem mais próxima, de rápida renovação na natureza e que possuam baixo índice de compostos orgânicos voláteis (OLIVEIRA, 2007); substituição da maior parte da madeira consumida, com adoção de fôrmas metálicas e plásticas que podem ser recicladas, uso de madeira de reflorestamento, exigência de embalagens otimizadas (paletes ou em pacotes), evitando desperdício, incentivo em forma de aumento de remuneração para os profissionais que atingem as metas ambientais da empresa, incentivo à adoção de processo de sustentabilidade dos fornecedores, adoção de um programa de qualificação de parceiros (BLANCO, 2007); cuidados com o armazenamento de materiais, tomando especial cuidado com os produtos tóxicos, inflamáveis e perigosos; incorporação de critérios de sustentabilidade na aquisição de bens e contratação de serviços, dando preferência às que não trabalhem com mão-de-obra informal, que estejam em dia com suas obrigações tributárias e fiscais, que valorizem a saúde, segurança e condições de trabalho e que respeitem o ambiente, compra de madeira somente de empresas que possam comprovar sua origem (ARAÚJO & CARDOSO, 2007).

Para a gestão do canteiro, são diretrizes sustentáveis a: elaboração de um plano de controle de sedimentos e erosão (OLIVEIRA, 2007); separação, coleta, reaproveitamento e controle de destinação adequada para os resíduos do canteiro (BLANCO, 2007); elaboração de um plano de preservação, conservação e transplante de todos os recursos naturais existentes, plano de controle de erosão e deposição de sedimentos; monitoramento sistemático das ligações provisórias. Projeto de sistema para esgotamento de águas servidas da obra; previsão de área para decantação de águas com material particulado (argamassas, gesso, etc.), para recolher as águas de lavagem de equipamentos, antes de esgotá-las; prevenção para que eventuais produtos tóxicos existentes no canteiro não sejam carregados pelas chuvas e

adentrem as redes públicas; uso de produtos modulares e reaproveitáveis para as instalações provisórias, adoção de tapumes que causem o menor impacto visual; realização sistemática de medições de emissões de CO₂ e ruídos em máquinas, veículos e equipamentos (ARAÚJO & CARDOSO, 2007).

Uma vez que o SGQ com base nos requisitos do PBQP-H e ISO 9001 está pautado na melhoria contínua dos processos da empresa e na satisfação do cliente, a gestão da obra, incluindo gestão de projeto e planejamento, de canteiro, de aquisição de material, de execução e contratação de serviços, de contratação e treinamento da mão-de-obra, de equipamentos e manutenção e dos resíduos da obra, é seu principal foco de atuação, por se tratar do processo mais crítico da construtora, podendo ser, então, um disseminador das ações sustentáveis.

Conclui-se que para uma empresa que possua objetivos estratégicos de atuação no mercado da construção sustentável a existência de um SGQ alinhado com esses objetivos pode ser uma ferramenta de gestão poderosa para que se alcance a sustentabilidade da obra.

Garantir canteiros de obra sustentáveis não é tarefa simples e, para sua implementação, é necessário o desenvolvimento de um sistema de gestão ou plano de gestão que incorpore as questões ambientais, sendo que esse deve ser o desafio cada vez mais perseguido pelos agentes do setor (ARAÚJO & CARDOSO, 2007).

6 A IMPORTÂNCIA DE UM CANTEIRO SUSTENTÁVEL

A estratégia deixa claro que, para um canteiro de obras ser mais sustentável, é imprescindível que os trabalhadores sejam tratados dentro da legalidade e cidadania, assim como a vizinhança próxima às obras não deve ser demasiadamente prejudicada.

A partir desse instrumento, é possível verificar que as ações nos canteiros de obras não podem focar somente um objetivo, por exemplo, a redução da geração de resíduos, é indispensável ponderar o sistema como um todo.

6.1 APLICANDO A SUSTENTABILIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS

Segundo Ghelen (2009), a implantação das ações estratégicas requer treinamento da mão de obra, pois um canteiro de obras sustentável transforma permanentemente não apenas a paisagem da cidade, mas também as pessoas que nele trabalharam.

A adoção das ações estratégicas traz diversos benefícios para as empresas, sendo necessária uma maior divulgação das práticas e seus benefícios para incentivar o setor nesse sentido.

Priorizados os impactos que precisam ser reduzidos ou eliminados, pode-se definir as tecnologias e as ações de natureza gerencial necessária para tanto, estabelecendo os recursos que precisam ser implementados (equipamentos a serem comprados, profissionais a serem treinados ou contratados, ferramentas gerenciais a serem implementados, prazos e custo envolvidos). Segundo Cardoso e Araujo (2004), são estas as principais informações que interessam aos profissionais de obra preocupados com a questão da sustentabilidade.

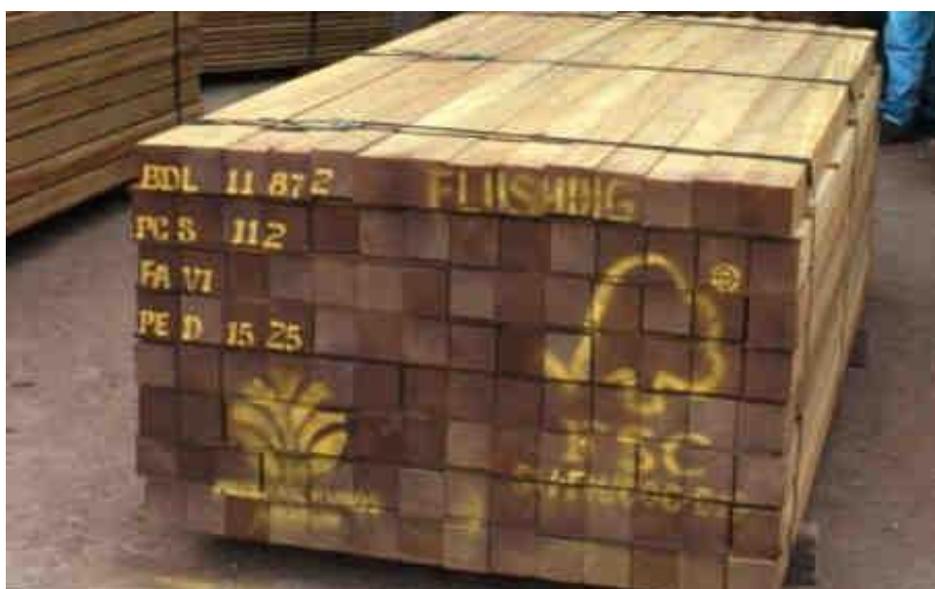
6.1.1 Diretrizes tecnológicas e gerenciais para a redução dos impactos

Para uma obra ser sustentável, a preocupação com o meio ambiente deve começar desde a concepção do projeto, passando pela escolha dos materiais que serão usados, e pela tecnologia e processo construtivo. Identificar essas ações permite diminuir ou eliminar as consequências dos impactos que um canteiro de obra possa gerar. Abaixo segue uma lista de ideias, novas tecnologias e produtos que podem ser aplicados nos canteiros pensando no reaproveitamento, diminuição do consumo de água, energia elétrica e de resíduos.

1º - Uso de madeira certificada.

A certificação florestal garante que a madeira utilizada em determinado produto é oriunda de um processo produtivo manejado de forma correta. Não degrada o meio ambiente e contribui para o desenvolvimento social e econômico das comunidades florestais. Para isso, o processo de certificação deve assegurar a manutenção da floresta, bem como o emprego e a atividade econômica que a mesma proporciona. A Figura 18 mostra um exemplo de madeira certificada pelo FSC.

Figura 18 - Caibros certificado pelo FSC



Fonte: Greenpeace, 2012

Segundo Movelaria (2012), existem vários sistemas de certificação, mas o FSC é hoje o selo verde mais reconhecido em todo o mundo, com presença em mais de 75 países e todos os continentes FSC (*Forest Stewardship Council*), ou em português Conselho de Manejo Florestal. Este conselho foi criado como resultado de uma iniciativa para a conservação ambiental e desenvolvimento sustentável das florestas do mundo inteiro.

2º Aplicação da coleta seletiva de resíduos por pavimento

Grandes construções que apresentam áreas por pavimento superior a 1000m² viabiliza o uso de lixeiras de coleta de resíduos por pavimento. Tornando assim o processo de destinação e separação mais rápido e fácil como mostra a Figura 19

Figura 19 - Coleta de resíduos aplicada por pavimento



Fonte: Medeiros, 2012

3º Central de triagem de resíduos no canteiro de obras.

A triagem de resíduos consiste na operação de separação e limpeza dos diversos resíduos dentro do canteiro de obras, para posterior acondicionamento. Os resíduos são tratados de acordo com processos normalizados pelos correspondentes institutos regulamentadores, assegurando assim a qualidade dos resíduos e dos fardos para inserção nas indústrias recicladoras, conforme Figura 20.

Figura 20 - Exemplo de unidade de Triagem em canteiro de obras



Fonte: Souza, 2012

4º Compra de tinta, selantes, adesivos e espumas com baixo teor de VOC.

Segundo Stiepcich (2012), quantidades excessivas de VOC (Compostos Voláteis Orgânicos) emitidas na atmosfera apresentam sérios riscos à saúde humana. Por isso, a fabricação de tintas com baixo teor de VOC, que é o caso das tintas a base de água, é uma boa opção para o setor de compras de construtoras. A Figura 21 representa um dos produtos que possuem um alto teor de VOC.

Figura 21 – Exemplo de adesivos para PVC com teor de VOC



Fonte: Souza, 2012

5º Local para estoque de tintas da obra em ambientes ventilados

A maioria das tintas utilizadas na indústria contém solventes orgânicos inflamáveis. Defeitos na embalagem, danificações sofridas durante o transporte, manuseio incorreto na estocagem ou ainda, aquecimento excessivo, podem causar vazamentos de solventes e acúmulo de seus vapores no ambiente. Por isso seu estoque dentro da obra deve estar em um ambiente coberto e bem ventilado evitando assim também possíveis acidentes contra incêndio (GNECCO, 1999). A Figura 22 mostra o modo correto de estocagem desses produtos.

Figura 22 - Exemplo de estocagem de tintas dentro um de canteiro de obra



Fonte: Souza, 2012

6º Caixa de decantação

A implantação dessas caixas permite que toda água utilizada durante a lavagem da bica do caminhão betoneira ou de um lava roda seja encaminhada para uma caixa de decantação. Ali ficam depositados os restos de areia, cimento e outras partículas, enquanto a água livre de resíduos sólidos é enviada para a rede pública. A Figura 23 ilustra esta situação.

Figura 23-Exemplo de caixa de decantação para lavação da bica do caminhão betoneira



Fonte: Souza, 2012

Além da caixa de decantação da lava bica do caminhão betoneira também se devem prever áreas para decantação de águas de lavagem das rodas de caminhão e de equipamentos (Figura 24). Depois de cheias essas caixa o resíduo deve ser recolhido e destinando à caçamba de coleta ou baía de resíduos inertes (Classe A).

Figura 24 – Exemplo de Caixa de decantação para escoamento da água do lavarodas



Fonte: Souza, 2012

7º Coleta de água da chuva

A coleta de água da chuva pode ser reaproveitada em várias operações no canteiro de obras, como lavagem de rodas de caminhões, ferramentas e outras utilizações. Após a captação, a água da chuva segue para um reservatório onde ocorre a decantação de resíduos sólidos. Depois a água é bombeada para os pontos de uso. A Figura 25 mostra um exemplo de implantação desse sistema em canteiro de obras.

Figura 25 - Exemplo de coleta da água da chuva em canteiro de obras.



Fonte: Medeiros, 2012

8º Uso de Telhas transparente

Unidades que abrigam escritório, refeitório e banheiros dos operários podem ser cobertas em parte com telhas transparentes, ajudando assim a economizar energia elétrica. A Figura 26 ilustra um barracão de obra com este tipo de cobertura.

Figura 26 - Exemplo de instalação provisória com telhas translúcidas



Fonte: Medeiros, 2012

9º Uso de equipamentos de baixo consumo de água

O uso desses utensílios permite abranger soluções que possibilitem a implementação de melhorias de desempenho das instalações provisórias em canteiros de obras, trazendo economia de execução e diminuição de perdas de água.

No caso de utilização de bacias sanitárias, deve-se preferir a adoção de bacias com caixa de volume reduzido, como as de 6 litros, ou, ainda, as bacias com acionamento seletivo, que permitem a regulagem de 3 ou 6 litros por acionamento. Estas bacias podem gerar uma redução considerável no consumo de água quando comparadas com os modelos convencionais. A Figura 27 mostra um banheiro químico, exemplo que proporciona a redução no consumo de água.

Adoção de bicos tipo gatilho nas pontas de mangueiras, também pode contribuir para reduções de consumo de água em atividades de limpeza, como, por exemplo: a limpeza de fôrmas por um período de 30 minutos, com uma torneira medianamente aberta, pode consumir algo em torno de 216 litros de água e até 560 litros se estiver totalmente aberta (REIS, 2004).

Figura 27 - Banheiro químico - a implantação desse sistema canteiro proporciona redução no consumo de água.



Fonte: Reis, 2004

10º Uso de outros tipos de formas em substituição a madeira

O uso de escoramento e formas metálicas proporcionando uma montagem rápida e segura, tendo em vista a não necessidade de corte de madeiras que depois, dificilmente terão utilidades em um novo projeto, sendo fundamental para a redução do desperdício de madeira dentro de um canteiro de obra.

Outro tipo de forma que está no mercado são as formas para concreto HDPE. Segundo a importadora desse sistema esse método reduz muito a mão de obra, confere muita qualidade e rapidez para a construção, gera uma grande economia (reduz custos) e tem um apelo ecológico muito forte.

O sistema é formado de painéis de polietileno de alta densidade usado para formas de concreto (Figura 28), substituindo a madeira, formas de aço e de alumínio. Leve, simples de usar e pode ser reutilizável mais de 100 vezes. Segundo o fornecedor, a fábrica se compromete a comprar de volta os produtos velhos para reciclagem.

Figura 28 – Placas de formas para concreto HDPE



Fonte: Fuvicopha, 2012.

Esse tipo de produto foi criado em 1999 no Vietnã. Desde então, com avanço tecnológico foi desenvolvido para as mais diversas aplicações em toda a área da construção civil no mundo. Segundo o distribuidor, os painéis FUVI em HDPE têm sido

usados em mais de 10.000 projetos de construção nacional e no exterior, estando presentes nos mercados do Vietnã, Alemanha, Oriente Médio, Rússia, Índia, Austrália, Nova Zelândia, e todo Sudeste Asiático. A Figura 29 é representada um edifício com esse sistema.

Figura 29 – Exemplo de edifício com o sistema de painéis FUVI



Fonte: Fuvicoppha, 2012

Este sistema é classificado como “eco-friendly” e amplamente modulável, pois tem peças de vários tamanhos, preveem passagens de dutos para eletricidade, água, esgoto, telefone, etc. Em questão de resistência o painel tem espessura de 50 milímetros e pode resistir a pressão de 100 kN/m² de concreto. A Figura 30 apresenta uma foto da execução da montagem desse tipo de sistema.

Figura 30 - Montagem da forma de edifício com o sistema FUVI



Fonte: Fuvi coppha, 2012

11º Uso de produtos mais ecológicos

Uma boa opção sugerida dentro de um canteiro de obras seria o uso de termobloco ecológico (Figura 31), sendo 100% reaproveitável. Segundo a empresa fabricante, diferente de outras alvenarias, os restos de construções feitas com Termobloco Ecológico podem ser novamente levados à fábrica onde passam por um processo de trituração e o resultado é um material já pronto para reutilização, e que misturado à nova argamassa de fabricação dará origem a novos blocos.

Figura 31 – Termobloco



Fonte: Termobloco, 2012

O Termobloco Ecológico surgiu em Joinville através da utilizando-se o ‘isopor’ que ocupava muitos lugares nos pátios das empresas de reciclagem, além de gerarem muitas ambientais pesadas. Hoje o que era preocupante se tornou mais uma fonte de renda, pois diversas cargas de isopor já foram compradas por diversas empresas, proporcionando não só uma solução para as usinas de reciclagem como também para os aterros que deixarão de ser saturados com tanto material (TERMOBLOCO, 2012). A Figura 32 representa um edifício com seu uso.

Figura 32 – Exemplo de construção com o uso de termobloco



Fonte: Termobloco, 2012

7 ESTUDO DO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ANÁPOLIS BASEADO EM AVALIAÇÕES DE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS

Este tópico do estudo de caso tem por objetivo aplicar os conceitos descritos nos capítulos anteriores, através da apresentação de um exemplo prático para avaliação em campo. Ele trata de ações aplicadas e que podem ser implantadas no canteiro de obra do edifício *gran vista* pensando na sustentabilidade do canteiro.

O estudo descreve os impactos ambientais provocados no canteiro de obras e as estratégias empregadas para amenizar tal efeito, segundo os conceitos requisitados pelas certificações: sustentabilidade do espaço, eficiência energética, racionalização do uso da água, sustentabilidade dos materiais e qualidade ambiental interna no canteiro de obras.

7.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A construção deste empreendimento está sendo realizada por uma construtora que nasceu em Anápolis em 1991 e se constitui umas das maiores construtoras da cidade. Consolidada no mercado executa edifícios residenciais e comerciais. Investe em novas tecnologias e técnicas construtivas para garantir construções de elevado padrão. Adota políticas rígidas de qualidade, desde o projeto até a assistência técnica após a entrega e se preocupa com a qualidade, vista possui ISO 9001:2008 e o PBPQ-H nível A em seu quadro de certificações.

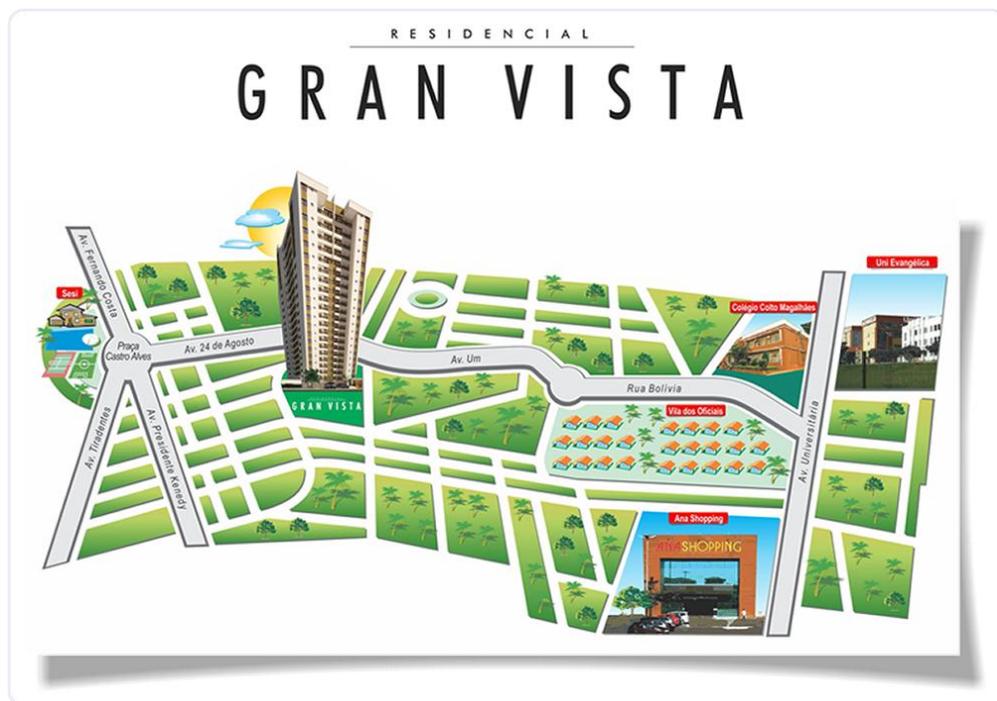
7.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O projeto analisado é um edifício residencial localizado na Av. 24 de Agosto, Qd.II, Lote 17, Bairro Alexandrina – Anápolis – GO. O edifício conta com um total de 120 unidades, sendo 80 apartamentos de 3 quartos, com área entre 100,76m² e 104,44m², e 40 apartamentos de 2 quartos medindo 68,43m². Ambos os apartamentos possuem 2 vagas de garagem. A Figura 33 dá uma real dimensão do edifício.

Figura 33 – Edifício Gran Vista

Fonte: Construtora Lugasa

O edifício residencial está localiza no bairro Alexandrina (Figura 34), próximo de shopping, escolas, faculdades e outros edifícios residenciais. Ou seja, se encontra em uma ótima localização na cidade.

Figura 34 – Localização do edifício

Fonte: Construtora Lugasa

O empreendimento encontra-se na fase de construção, com os seguintes serviços em andamento: estrutura, alvenaria interna e externa, instalações hidráulica e elétrica. A Figura 35 apresenta a frente do edifício em construção.

Figura 35 - Fase atual de estudo do edifício



Fonte: Construtora Lugasa

7.3 DESCRIÇÃO DOS PARAMETOS DE SUSTENTABILIDADE

Quanto aos requisitos de sustentabilidade que foram estudadas para o canteiro de obras, adotam-se itens como: controle de erosão e sedimentação, redução do consumo de água e energia, tratamento de resíduos sólidos gerados durante a obra, qualidade do ar interno, uso de materiais reciclados, certificados e com baixa toxicidade.

7.3.1 Espaço sustentável

Este item estabelece a verificação da implantação de um plano de controle de erosão e sedimentação, cujos processos estão descritas a seguir.

A edificação possui três subsolos. Devido a grande profundidade da escavação, foi definida a execução de paredes de diafragma como processo de contenção. Como a parede é executada antes de qualquer escavação, não houve problemas significativos com a erosão dentro do canteiro.

Porém, segundo relatos, uma medida adotada no carregamento de terras durante as intensas chuvas, foi o uso de lonas plásticas pretas. A Figura 36 mostra o processo de escavação.

Figura 36 - Contenção do solo através do uso de paredes de diafragma



Fonte: Construtora Lugasa

Para a verificação do controle de sedimentação um dos itens positivos encontrados foi que geralmente antes de qualquer varrição o canteiro é molhado utilizando água normal. Uma das ações que poderia ser aplicado para diminuir o gasto de água seria o uso de um reservatório da água da chuva para este serviço, ou reservar a água proveniente da drenagem do subsolo.

Figura 37 - Varrição do canteiro com a umificação da superfície, evitando a geração de poeira.



Fonte: Construtora Lugasa

Em relação aos caminhões de resíduos que saem da obra, são todos fechados com lonas, para evitar a suspensão de sedimentos da caçamba em seu trajeto. Outra medida adotada para evitar que os caminhões sujem as ruas ao redor da construção foi utilização de uma bomba de água para auxiliar a lavagem dentro do canteiro. Porém o ideal seria uma área específica para um lava-rodas e a utilização da água da chuva para tal serviço.

Outra ação encontrada para o controle da sedimentação foi à adoção de caixas de decantação para lavagem da bica do caminhão betoneira e de equipamentos conforme Figura 38.

Figura 38 - Caixa de decantação



Fonte: Construtora Lugasa

Num canteiro sustentável o desperdício de água potável é considerado um dano crucial para o meio ambiente, portanto reduzir o consumo de água potável e evitar desperdícios é essencial. Dentro do canteiro foi adotado um sistema de captação de água proveniente do lençol freático. Essas águas com uma tonalidade mais escura seriam utilizadas para fins menos nobres no canteiro. Contudo a intenção foi frustrada devido a improdutividade do poço.

- Geração de Resíduos

Nesta categoria pretende se avaliar o armazenamento e coleta de resíduos. Dar um destino adequado a materiais provenientes de sobras ou descarte é um condicionante obrigatório pela legislação brasileira e indispensável para canteiros onde se queira implantar sistemas com menos impacto ambiental.

Dentro do canteiro foi verificado que os resíduos gerados são agrupados separadamente conforme suas características e depois são vendidos para a reciclagem. Prevendo o estímulo a economia pela venda de um produto que não será mais utilizado e a sua separação, todo o dinheiro arrecadado com a venda é convertido em objetos de uso para os funcionários. A primeira compra foi uma geladeira e logo se pretende se comprar uma TV 29” para o refeitório. As Figuras 39 e 40 mostram alguns pontos de coleta.

Figura 39 - Metais separados para posterior reciclagem



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 40 - Lixeiras para separação das vasilhas e sobras das refeições



Fonte: Arquivo pessoal

Outra ação importante encontrada como política da empresa é a reutilização de materiais que sobraram em outras obras, fazendo com que haja pouca perda. A Figura 41 ilustra esta ação.

Figura 41 - Utilização de eletrodutos provenientes de sobras das outras obras da empresa



Fonte: Arquivo pessoal

- Consumo de Materiais

Em relação ao consumo de materiais, a empresa não prioriza cem por cento a compra de materiais no comércio local, influenciando assim a economia local e nem dá preferência a materiais reciclados. Porém sempre está investindo em novas tecnologias

em suas obras que proporcionem redução de custo e de materiais (que gerem menos resíduos).

A Figura 42 mostra uma foto de uma ideia simples e que muitas vezes as construtoras não dão muita importância. Foi desenvolvido um tipo de guarda corpo metálico de um material que estava estocado no galpão da empresa sem uso. Esta medida irá gerar uma redução aproximadamente de 50m de madeira.

Figura 42 - Material que estava sem uso, e que virou guarda corpo metálico.



Fonte: Arquivo pessoal

Outra atitude encontrada durante a avaliação do canteiro foi à reutilização de pedaços de madeira para marcação da numeração das ferragens de armação. Depois de seu uso os pedaços de madeira são juntados, lavados e depois reutilizados novamente para marcação. A Figura 43 mostra melhor esses pedaços de madeira.

Figura 43 - Pedacos de madeira para marcação da numeração dos tipos de barras de aço



Fonte: Arquivo pessoal

- Qualidade ambiental interna

Neste requisito pretende-se avaliar o desempenho da qualidade do ar e controle de fumaça gerada pelo tabaco. Dentro do canteiro não se verificou nenhum plano de gerenciamento de qualidade do ar contemplando contaminação do ar e materiais que possam futuramente liberar esses resíduos poluentes.

Para o procedimento de limpeza adotado durante a construção é adotado algumas vezes o umedecimento das superfícies a serem limpas, seguida de varrição, com recolhimento e separação manual dos detritos.

Em relação aos produtos que podem liberar VOC, estes não possuem um lugar específico, porém existem poucos desses materiais estocados na obra, não se fazendo necessário ainda.

7.4 AVALIAÇÃO

A heterogeneidade no tratamento dado aos impactos causados pelo canteiro de obras pelas diferentes metodologias analisadas é flagrante. Contudo, o empreendimento obteve um bom desempenho em praticamente todas as certificações menos a ISO 14001 que trata

exclusivamente de gestão ambiental e que poucas construtoras no Brasil possuem. Pois conseguir aprovação em todos seus parâmetros é difícil mais não impossível.

Outra constatação é que a empresa construtora adota determinadas ações e procedimentos no seu cotidiano sem, no entanto, recorrerem a outros tipos de certificações.

CONCLUSÃO

A construção sustentável é uma condição essencial para o alcance do desenvolvimento sustentável da sociedade, sendo necessária a preocupação com a sustentabilidade de todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, desde sua concepção, projeto, construção, manutenção, até sua demolição, considerando sempre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental.

A construção civil é um dos setores que mais impacta sobre o meio ambiente, e o que mais contribui para isso são os resíduos gerados, a poluição, o consumo indevido de água e de energia, entre outros. A reciclagem aparece como uma grande saída para o reaproveitamento desses resíduos e entulhos. A sustentabilidade ajuda a evitar que a extração dos recursos naturais seja maior que a capacidade de reposição dos mesmos.

Um canteiro sustentável é aquele em que os desperdícios, improvisações, acidentes, impactos ambientais e incômodos à vizinhança e ao entorno são reduzidos ao máximo. Por isso, com um bom planejamento, é possível minimizar os problemas e reduzir geração de resíduos, poeiras, ruídos, problemas no trânsito, acidentes de trabalho, poluição em geral e desperdício de recursos naturais. Os impactos são sentidos pelos próprios trabalhadores da obra, vizinhos, pedestres e visitantes.

A partir dos instrumentos apresentados, foi possível verificar que as ações nos canteiros de obras não podem focar somente um objetivo, por exemplo, a redução da geração de resíduos, é indispensável ponderar o sistema como um todo. A estratégia deixa claro que, para um canteiro de obras ser mais sustentável, é imprescindível que os trabalhadores sejam tratados dentro da legalidade e cidadania, assim como a vizinhança próxima às obras não deve ser demasiadamente prejudicada.

Através da pesquisa de campo pode-se observar que a incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado, pois diferentes agentes dos governos, consumidores, investidores e associações estão estimulando e pressionando o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades. Assim deve-se começar a valorizar informações sobre bens ecologicamente corretos considerando a sua rápida evolução. Existem alguns sites de imobiliárias e empresas que começaram a se especializar para atender a essas necessidades.

Com relação aos objetivos propostos conseguiu-se entender o papel da certificação ambiental na sustentabilidade dos canteiros de obra.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR ISO 14001:2004: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ALMEIDA, F. **O Bom Negócio da Sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002, p.75-132.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** Disponível em:< <http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>> Acesso em: 8 de abril de 2015.

BIJEN, J. **Blast furnace slag cement for durable marine structures.** Stichting BetonPrima: The Netherlands, 1996. 62p.

BLANCO, M. **Construções sem carbono.** *Revista Construção Mercado*, São Paulo, n. 71, p. 30-36, 2007.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A sustentabilidade na cadeia produtiva na indústria da construção.** CDS, UnB, Tese de Doutorado, Brasília, 2004.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental.** 2a.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL, **Selo Casa Azul – Boas práticas para habitação mais sustentável.** Guia da Sustentabilidade, Brasília, DF, 2010.

CAMARGO, A. L. de B. **Desenvolvimento Sustentável: Dimensões e Desafios.** Campinas, SP: Papirus, 2003. 160 p.

CARDOSO, F. F.; ARAUJO V. M. **Redução de Impactos Ambientais Do canteiro de obras.** Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável PCC. USP - FINEP Habitare. São Paulo, 2004.

CARDOSO, F. F. Redução de impactos ambientais dos canteiros de obras: exigências das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios. *In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro* (ENTAC 2006). Florianópolis, 23-25 agosto 2006. ISBN 85-89478-18-1.

CARDOSO (COORD.), F. F. **Referencial Técnico de Certificação: Edifícios do setor de serviços – Processo AQUA.** São Paulo: FCAV, 2007.

CEOTTO, L. H. **A construção civil e o meio ambiente – 1ª. parte.** *Notícias da Construção*, São Paulo, 51, 2006. http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/revista_noticias_construcao/index.htm. 08 março 2015.

CEOTTO, L. H. **A construção civil e o meio ambiente – 3ª. parte. Notícias da Construção**, São Paulo, 53, 2007a. http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/revista_noticias_construcao/index.htm. 08 março 2015.

CEOTTO, L. H. **A construção civil e o meio ambiente – 4ª. Parte (final)**. Notícias da Construção, São Paulo, 54, 2007b. http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/revista_noticias_construcao/index.htm. 08 março 2015.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD), **Nosso Futuro Comum**, 2º ed. Rio de Janeiro, editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução N° 307 de 05/07/02** - Gestão dos Resíduos da Construção Civil, 2002.

COMPETIR, **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização, reciclagem**. Disponível em: < http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf > Acesso em: 5 de maio de 2015.

ESPINOZA, F. et al. **O advento das construções sustentáveis**. In: Laporta, M. Z. et al. (org). *Gestão de resíduos sólidos: dilemas atuais*, Santo André: Centro Universitário Fundação Santo André, 2006, p. 36 – 39.

FARAH, F. & Vittorino F. **Edificações: ampla sustentabilidade**. *Revista Técnica*, São Paulo, n.111, p. 56-60, 2006.

FIESP. 9º Construbusiness 2010 - Congresso Brasileiro da Construção. **Brasil 2022: planejar, construir, crescer**: Disponível em: www.fiesp.com.br/construbusiness, acesso em: 18 de março de 2014.

FIGUEIREDO, D. M. & Andery P. R. P. **Uma análise da implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras desde a perspectiva das empresas de auditoria e certificação**. In: V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2007, Campinas, SP. *Anais do V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*, 2007, cd-room.

FUNDAÇÃO Vanzolini. **Alta qualidade ambiental em seu empreendimento**. Disponível em: < http://www.vanzolini.org.br/contendo_77.asp?cod_site=77&id_menu=808 >. Acesso em: 29 de abril de 2015.

FOSSATI, M., ROMAN, H. R., et al. Metodologias para avaliação ambiental de edifícios: uma revisão bibliográfica. **IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Porto Alegre, Brasil 2005.

FURTADO, J. S. **Auditorias, sustentabilidade, ISO 14000 e produção limpa: limites e mal-entendidos**. Fundação Carlos Alberto Vanzolini. Disponível em: < <http://teclim.ufba.br/jsf/producao/iso%20e%20pl.pdf> >. Acesso em: 27 de abril de 2015

HALLIDAY, S. **Sustainable Construction**. Oxford: Elsevier, 2008.

HENDRIKS, C. F. **Durable and sustainable construction materials**. Aj Best - Netherlands: Aeneas, 2000.

HENDRIKS, C. F. e PIETERSEN, H. S. **Sustainable Raw Materials: construction and demolition waste**. RILEM. SL, 2000

GEHLEN, Juliana. **Construção da sustentabilidade em canteiros de obras: um estudo no DF**. Dissertação de Mestrado da Universidade de Brasília, 2008.

GEHLEN, J. **Aplicando a Sustentabilidade e a Produção Limpa aos Canteiros de Obras**. 2º International workshop Advances in Cleaner Production - Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change, São Paulo – Brazil, 2009.

GNECCO, C. **Armazenamento de Tintas**. Disponível em: <<http://www.chuman.com.br/catalogos/armazenamento.pdf>>. Acesso em: 11 de março de 2015.

GORON, L. S. **Proposta de índice de sustentabilidade para indústria da construção**. 2010. 107 p. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, 2010.

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

JOHN, V. M. e CSILLAG, D. Análise das práticas da construção sustentável na América Latina **XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**. Florianópolis 2004.

JUNIOR, A. J. A. dos R. **Construção civil sustentável a partir da implantação de um sistema de gestão ambiental (SGA)**. Disponível em:<http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/ART_051208.doc/>. Acesso em 23 de Abril de 2015.

KIBERT, C. J. **Sustainable Construction: green building design and delivery**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005.

LEFF, E. **Ecologia, Capital e Cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável**. Blumenau, SC: Editora da FVRB, 2000. p.174-205; 259-299.

LEFF, E. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 343 p.

LEITE, V. F. **Certificação Ambiental na construção civil – Sistema LEED e AQUA. 2011. 59 p**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MORETTI, R. de S. **Habitação popular e sustentabilidade**. *Revista Técnica*, São Paulo, n. 95, p.44-47, 2005.

MOURA, É. **Cidades sustentáveis**. *Revista Construção Mercado*, São Paulo, n. 71, p. 22-24, 2007.

MOVELARIA paranista. **Madeira certificada, selo verde... o que é isso?**. Disponível em: <http://www.movelariaparanista.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=73&Itemid=58>. Acesso em: 10 de março de 2015.

OLIVEIRA, T. **Sustentável desde o canteiro**. *Revista Técnica*, São Paulo, n. 125, p. 30-31, 2007.

PINTO, T. P. **A nova legislação para resíduos da construção**. *Revista Técnica*, p. 62-64, Jan. 2004.

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC). São Paulo, 1999.

REIS, Ricardo Prado Abreu, et. al. **Alternativas e soluções de instalações hidráulicas provisórias em canteiros de obras**. São Paulo, 2004.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

ROVERS, R. Sustainable building an international overview of current and future activities. **The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture**. Florianópolis, Brazil 2001.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**, v.2. Rio de Janeiro: Garamond, 1993. (Idéias sustentáveis).

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. São Paulo: Atlas, 2005. 258 p.

SICILIANO et al. **Recomendações Básicas de sustentabilidade para projetos de arquitetura**. São Paulo: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - ASBEA, 2007.

TERMOBLOCO. **Termobloco - um produto ecologicamente correto**. Disponível em: <<http://www.termobloco.com.br/index2.php?option=natureza>>. Acesso em: 22 de março de 2014.

ZIMMERMANN, M., ALTHAUS, H.-J., et al. Benchmarks for sustainable construction: a contribution to develop a standart. **Energy and Buildings**, v.37, p.1147-1157

