

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR**

MARCUS VINICIUS ABRE

**CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE A SEREM APLICADOS NAS
CONSTRUÇÕES DE ORGANIZAÇÕES DE BOMBEIRO MILITAR**

**FLORIANÓPOLIS
MAIO 2012**

Marcus Vinicius Abre

Conceitos de sustentabilidade a serem aplicados nas construções de Organizações de Bombeiro Militar

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Orientador: Cap BM Alexandre Vieira.

**Florianópolis
Maio 2012**

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na fonte

A162c Abre, Marcus Vinicius
 Conceitos de sustentabilidade a serem aplicados
 nas construções de Organizações de Bombeiro Militar.
 / Marcus Vinicius Abre. – Florianópolis: CEBM,
 2012.
 66 p.: il.

1. Sustentabilidade. 2. Construção Sustentável. 3.
Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. II.
Título.

CDD 711.4

Marcus Vinicius Abre

Conceitos de sustentabilidade a serem aplicados nas construções de Organizações de Bombeiro Militar.

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Florianópolis (SC), 14 de Maio de 2012.

Cap BM Alexandre Vieira - Graduação
Professor Orientador

Cap BM Jailson Osni Godinho - Especialista
Membro da Banca Examinadora

Cap BM Guideverson De Lourenco Heisler - Mestre
Membro da Banca Examinadora

Dedico este trabalho a minha Mãe, que diariamente dedica a sua vida pelo meu futuro e de meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter estado comigo em todos os momentos de dificuldades.

Agradeço aos meus familiares pelo incentivo e motivação na minha escolha profissional.

Agradeço aos meus colegas de curso, que colaboraram com minha formação.

Agradeço ao meu orientador pelo conhecimento compartilhado.

Agradeço aos militares instrutores da ABM, que mesmo no exercício de suas funções, disponibilizaram seu tempo em prol da transmissão do conhecimento e crescimento profissional.

Não seja excessivamente nada. Nada em excesso faz bem. Não seja excessivamente bom para não se tornar cativo de sua própria bondade, e assim, se corromper na presunção de suas próprias leis de nobreza e misericórdia. Não seja excessivamente justo para que a sua justiça não se torne em perversidade. Não tente ser amor, mas apenas ame. Somente Deus é amor. Nós não sabemos como é ser amor. Não seja completamente inclusivo, pois assim, perderia o seu caráter. Não seja completamente exclusivo, pois assim, perderia a sua alma e se tornaria empedrado. Um santo tem que antes ser um bom pecador. E o caminho para a santidade é vereda do reconhecimento do pecado. Não busque nem as alturas e nem os abismos. Se você chegar a algum desses pólos, que tenha sido apenas levado pela vida, não por você mesmo. Antes, busque o caminho do equilíbrio e a vereda plana. Todo excesso destrói o ser!

Caio Fábio

RESUMO

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), cuja missão institucional é “prover e manter serviços profissionais e humanitários que garantam a proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente, visando proporcionar qualidade de vida á sociedade”, é uma instituição que essencialmente há muito tempo já vem desempenhando atividades inerentes à proteção do meio ambiente, principalmente em atendimento com vazamento de produtos perigosos, incêndio em vegetação, ocorrências envolvendo animais silvestres entre outras. Porém, há ainda outras áreas ainda não exploradas onde é possível uma grande colaboração ambiental, sendo uma delas, a aplicação de sustentabilidade nas construções de suas unidades. E neste trabalho será realizada uma explanação dos conceitos envolvidos com sustentabilidade como também apontar as premissas sustentáveis a serem adotadas nas Organizações de Bombeiro Militar. Através de revisão bibliográfica entre a análise de estudos e os principais guias de construções sustentáveis, no desenvolvimento deste trabalho veremos que o setor da construção civil é considerado um dos principais poluidores e causadores de impactos ambientais, devido ao grande volume de recursos utilizados, quantidade de resíduos resultantes deste processo, como também os gastos energéticos e a má utilização de recursos naturais. Desde a fase de projeto até em construções já existentes, há necessidade de que atitudes sejam tomadas com o objetivo de diminuir esse impacto ambiental, e um dos principais métodos é adotar premissas sustentáveis nos quartéis e trabalhar a consciência de seus integrantes sobre a importância de impor e adequar atitudes ecologicamente mais justas aos serviços prestados pelo CBMSC, que além de colaborar com o meio ambiente, aumenta ainda mais a credibilidade da corporação perante a sociedade.

Palavras-chave: Construção Sustentável. Sustentabilidade. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Grau de impacto de diferentes tendências nas atividades da construção civil.....	19
Figura 1 - Ilustração de aproveitamento dos recursos naturais e planejamento.....	22
Figura 2 - Resíduos sólidos da construção civil.....	25
Quadro 1 - Erros mais comuns de seleção de produtos para projetos sustentáveis.....	30
Figura 3 - Características das principais fontes de energia não renovável.....	33
Figura 4 - Características das principais fontes de energia renovável.....	34
Figura 5 - Ilustração do reflexo do sol para o interior do ambiente.....	36
Figura 6 - Ilustração da aplicação da luz artificial e natural no interior do ambiente....	37
Figura 7 - Ilustração da influência das aberturas (portas e janelas) na ventilação natural	39
Figura 8 - Esquema do funcionamento dos componentes de um sistema fotovoltaico.	42
Figura 9 - Detalhes construtivos de um coletor solar de placa plana.....	45
Figura 10 - Ilustração de um Sistema Solar de Aquecimento de Água.....	46
Figura 11 - Ciclo Hidrológico.....	47
Quadro 2 - Setores da sociedade e uso da água.....	48
Figura 12 - Mapa de Santa Catarina com indicação da precipitação média anual para o período de 2000 a 2006.....	52
Figura 15 - Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva em residências.....	53
Quadro 3 - Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta.....	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

CBCI – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

Dtz Adm – Diretriz Administrativa.

GBCB – Green Building Council Brasil

IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica

OBM – Organização de Bombeiro Militar

PPCS – Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentável

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE.....	14
2.1 Histórico	14
2.1.1 A realidade da construção sustentável no Brasil	16
2.2 Impactos ambientais da construção civil.....	18
2.3 Os princípios básicos de uma construção sustentável	20
2.4 Os principais desafios da sustentabilidade na construção civil.....	23
2.5 Pré-Condições para um empreendimento sustentável	25
3 PREMISSAS SUSTENTÁVEIS A SEREM ADOTADAS NA CONSTRUÇÃO	267
3.1 A escolha dos materiais	27
3.2 Eficiência Energética	31
3.2.1 Fontes de energias não renováveis	32
3.2.2 Energias renováveis	33
3.3 Aproveitamento da luz natural	34
3.3.1 Iluminação Artificial.....	36
3.4 Ventilação Natural.....	38
3.5 Energia Solar Fotovoltaica	39
3.6 Energia solar para aquecimento de água	43
3.6.1 Componentes do aquecimento por energia solar	44
3.7 Uso racional da água	46
3.7.1 Aproveitamento de água pluvial.....	51
4 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

Há décadas a preocupação com o meio ambiente vem sendo objeto de estudo e pesquisas em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, destaca-se o setor da construção civil, um ramo produtivo que exige muito dos recursos naturais, tanto durante a atuação (obra), até a finalização (edificação), sendo necessário, portanto, que este setor esteja de acordo com o conceito de sustentabilidade (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2005).

Levando em consideração seu rápido crescimento, abrangendo um maior número de municípios desde sua emancipação da Polícia Militar por força da Emenda Constitucional nº 33, de 13 de junho de 2003, o Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina (CBMSC), segundo Duffeck (2011), em data anterior a desvinculação da Polícia Militar, estava presente em pouco mais de trinta municípios com apenas três Batalhões de Bombeiros. Atualmente a corporação conta com doze batalhões em atividade e se faz presente com unidades instaladas em noventa e seis municípios catarinenses.

É sabido que em todo município no qual o CBMSC está presente há necessidade de uma ou mais, sede(s) própria(s) para a realização de suas atividades operacionais e administrativas. Com o número crescente de municípios, é pungente a necessidade dos serviços prestados pelo bombeiro militar no Estado, sendo de suma importância a preocupação com as questões ambientais nos projetos de construção das suas novas sedes.

Nesse sentido, Murer (2009, p. 60), afirma que:

O Corpo de Bombeiros não somente em Santa Catarina, mas em todo o Brasil e no mundo, é um dos atores altamente significativos dentro do processo da manutenção e da defesa ambiental, aliás, um componente de importância inquestionável e que pela própria natureza de seu trabalho tem ligação íntima com as questões ambientais.

O CBMSC possui como missão institucional “*prover e manter serviços profissionais e humanitários que garantam a proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente, visando proporcionar qualidade de vida á sociedade*”. Percebe-se que trata como um dos objetivos da corporação, também a proteção do meio ambiente. Segundo Murer (2009), existe um número significativo das ocorrências atendidas pelo CBMSC que tem enfoque voltado à preservação ambiental, como as atuações inerentes ao combate a incêndios em florestas; no controle de acidentes (derramamento) de produtos tóxicos; salvamento de animais silvestres em situação de risco, entre outros.

Murer (2009, p. 60) ainda discorre que “as pessoas que fazem parte da organização não podem se alienar, não podem se acomodar e não podem fugir de sua parcela de responsabilidade para com a conservação, proteção e sustentabilidade ambiental”. Seguindo o raciocínio de Murer, questiona-se : o que CBMSC pode fazer em suas construções para diminuir o impacto ambiental?

Com este questionamento o trabalho visa propor, a exemplo de outras ações já instituídas pelo CBMSC, colaborar com o meio ambiente, através da construção de suas futuras sedes, adaptando o conceito de sustentabilidade existente na construção civil à realidade da estrutura física necessária para uma Organização de Bombeiro Militar (OBM).

É imprescindível que a estrutura física de um quartel proporcione abrigo, conforto e qualidade de vida para os bombeiros militares que ali trabalham. Aplicando-se esse conceito, isso se dará com menor custo, menor degradação, menor utilização de recursos naturais, redução das perdas de materiais durante o processo de construção, aumento da reciclagem de resíduos desses materiais, eficiência energética nas edificações, conservação de água e reutilização de água pluvial, confortabilidade térmica por meios de iluminação e ventilação natural, melhoria da qualidade durante o processo construtivo entre outros que será difundido e retratado neste trabalho.

Em 2002, o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) define a construção sustentável como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica”.

A conscientização e preocupação com o meio ambiente, tão necessária e imprescindível ao futuro das gerações, será possível através da adoção de medidas e ações dentro da organização do CBMSC.

No sentido de possibilitar e aliar a aplicação resultante desta pesquisa aos interesses da corporação tem-se como objetivo geral:

- Apresentar, de forma geral, as principais premissas de uma construção sustentável que podem ser aplicadas nas construções do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Contudo para atingir aquilo que é proposto, serão objetivos específicos desta pesquisa:

- Conceituar de sustentabilidade e apontar os princípios e as condições para uma obra ser considerada sustentável.

- Realizar uma abordagem sobre o impacto ambiental causado pela construção civil como também a importância da preocupação com a sustentabilidade envolvida nessa área.
- Recomendar as medidas a serem adotadas nas Organizações de Bombeiro Militar já construídas, de forma a possibilitar uma adaptação aos princípios da sustentabilidade.

Os procedimentos metodológicos utilizados foram divididos da seguinte maneira:

- Quanto aos objetivos: será realizada uma pesquisa exploratória envolvendo levantamentos bibliográficos, trabalhos acadêmicos, manuais da construção civil e internet. Gil (2002, p. 41) explica que a pesquisa exploratória “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses”.
- Quanto aos procedimentos técnicos: tende também ser considerado como uma pesquisa bibliográfica, uma vez que se utiliza de informações já tratadas por outras pessoas e ser de conhecimento do público em geral (livros, manuais, sites, trabalhos acadêmicos). “Ela abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, até meios de comunicação orais e audiovisuais” (MARCONI; LAKATOS, 2002, p. 71).
- Quanto ao método de abordagem: o trabalho tende a se adequar mais ao método dedutivo, utilizando as informações encontradas nos conteúdos pesquisados com o intuito de aplicá-las especificamente na área das construções de futuros quartéis.
- Método de procedimento: este vai ao encontro do método monográfico, já que a proposta realizará um estudo sobre um tema específico, que tenha suficientemente um valor representativo e que obedece a uma metodologia definida.
- População alvo: delimitando o universo de pesquisa, o trabalho é direcionado a todos integrantes do CBMSC, despertando a consciência e a importância em se preocupar e priorizar o meio ambiente, desde a construção de um modelo de unidade sede de atividades de bombeiros até a mudança de hábitos no dia a dia das guarnições.

Divide-se esta pesquisa em quatro capítulos de forma sequencial, de modo a facilitar o entendimento, como se segue:

- No primeiro capítulo encontra-se a parte introdutória da pesquisa realizada, salientando a justificativa e a importância do tema, bem como o objetivo geral e o objetivo específico e a metodologia utilizada.

- No segundo capítulo faz-se a exposição da fundamentação teórica necessária para a compreensão do tema proposto, onde é discorrido o conceito de sustentabilidade, sua importância, histórico e evolução, meio ambiente e suas influências nos dias atuais, voltado principalmente para o âmbito da construção civil.
- No terceiro capítulo é trabalhado o aspecto de uma construção sustentável, apontando as técnicas mais utilizadas e eficazes pela construção civil, com suas vantagens e desvantagens, aplicando diretamente para realidade de uma estrutura física de um quartel do Corpo de Bombeiros Militar.
- Por fim, o quarto capítulo apresenta as devidas conclusões e recomendações do que se pode ser aplicado nas Organizações de Bombeiros Militar já existentes visando adaptá-las através de atitudes mais sustentáveis.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

2.1 Histórico

Grande importância vem sendo dada aos estudos que incentivam a aplicação da sustentabilidade no ramo da construção civil em função dos enormes benefícios que esse setor pode representar no meio ambiente, seja pelo emprego de fontes de energias alternativas até a seleção de materiais fabricados com resíduos urbanos, aplicando técnicas descritas como ecológicas e de preservação do clima na terra.

A evolução histórica do tema pode ser organizada basicamente a partir de importantes relatos para o desenvolvimento sustentável, como: Declaração de Estocolmo (1972); Relatório de Brundtland: Nosso Futuro Comum (1987); Declaração do Rio (1992); Agenda 21 (1992).

O primeiro encontro mundial sobre o problema do desenvolvimento mundial relacionado com o meio ambiente foi realizado em Estocolmo, Suécia, em 1972. A Conferência reuniu tanto países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, mas a antiga União Soviética e a maioria de seus aliados não compareceram (PERSPECTIVAS..., 2002).

O resultado da Conferência de Estocolmo foi a produção de uma declaração contendo 26 princípios e um Plano de Ação contendo 109 recomendações. Dentre os princípios apresentados nota-se que embora muitos se enquadrassem no conceito de sustentabilidade mas não há entre eles algo específico sobre o setor da construção civil (PASSOS, 2009).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi apresentado pela primeira vez, em 1987, na definição da *World Commission on Environment and Development* (Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento), constado no Relatório de Brundtland, também chamado de Nosso Futuro Comum, como aquele que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. A partir da conferência Rio 92 esse conceito se firmou e hoje vem sendo progressivamente aplicado a todas as atividades humanas, e com grande destaque à cadeia produtiva da construção civil (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Segundo Perspectivas do Meio Ambiente Mundial (2002) como produto da conferência climática Rio 92, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, também chamada de A Cúpula da Terra ou Eco-92, surgiu um programa denominado Agenda 21, que

estabelece uma base sólida para a promoção do desenvolvimento em termos de progresso social, econômico e ambiental, possuindo quarenta capítulos, e suas recomendações estão divididas em quatro áreas principais:

- Questões sociais e econômicas como a cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável, combater a pobreza, mudar os padrões de consumo, as dinâmicas demográficas e a sustentabilidade, e proteger e promover a saúde humana.
- Conservação e manejo dos recursos visando o desenvolvimento, como a proteção da atmosfera, o combate ao desmatamento, o combate à desertificação e à seca, a promoção da agricultura sustentável e do desenvolvimento rural, a conservação da diversidade biológica, a proteção dos recursos de água doce e dos oceanos e o manejo racional de produtos químicos tóxicos e de resíduos perigosos.
- Fortalecimento do papel de grandes grupos, incluindo mulheres, crianças e jovens, povos indígenas e suas comunidades, ONGs, iniciativas de autoridades locais em apoio à Agenda 21, trabalhadores e seus sindicatos, comércio e indústria, a comunidade científica e tecnológica e agricultores.
- Meios de implementação do programa, incluindo mecanismos e recursos financeiros, transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis, promoção da educação, conscientização pública e capacitação, arranjos de instituições internacionais, mecanismos e instrumentos legais internacionais e informações para o processo de tomada de decisões (PERSPECTIVAS DO MEIO AMBIENTE MUNDIAL, 2002, p.17).

Corrêa (2009, p.14) ainda destaca que a Agenda 21 “não é simplesmente uma Agenda Ambiental e sim uma Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, onde, evidentemente, o meio ambiente é uma consideração de primeira”.

A Agenda 21 está voltada para os problemas prementes de hoje e tem o objetivo, ainda, de preparar o mundo para os desafios do próximo século. Reflete um consenso mundial e um compromisso político no nível mais alto no que diz respeito a desenvolvimento e cooperação ambiental. O êxito de sua execução é responsabilidade, antes de mais nada, dos Governos. Para concretizá-la, são cruciais as estratégias, os planos, as políticas e os processos nacionais. A cooperação internacional deverá apoiar e complementar tais esforços nacionais. Nesse contexto, o sistema das Nações Unidas tem um papel fundamental a desempenhar. Outras organizações internacionais, regionais e sub-regionais também são convidadas a contribuir para tal esforço. A mais ampla participação pública e o envolvimento ativo das organizações não-governamentais e de outros grupos também devem ser estimulados. (CNUMAD, 1996, p. 01 apud ANTUNES; LAUREANO, 2008 p.20).

Um dos primeiros eventos científicos internacionais organizados especificamente para discutir os aspectos de construção sustentável ocorreu em 1994 na Flórida, Estados Unidos, com a Primeira Conferência Internacional da Sustentabilidade nas Construções (*First International Conference on Sustainable Construction*).

O evento foi um alerta para toda indústria da Construção Civil e para os pesquisadores, pois militantes ambientalistas, sem formação científica na área de construção, dominaram as discussões, tentando impor ideias, muitas vezes, equivocadas e que ignoravam que o atendimento da demanda por ambiente construído requer uma cadeia produtiva moderna de enormes dimensões (AGOPYAN;JOHN, 2011, p.29).

Ainda voltado para construção civil, Agopyan e John (2011,) citam que em 1999, foi realizado o lançamento da publicação *Agenda 21 on Sustainable Construction*, publicada pelo Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção, que detalha os conceitos, aspectos e desafios para a indústria da construção atingir um patamar mais sustentável, essencialmente para os países desenvolvidos.

Segundo a *Agenda 21 on Sustainable Construction*, os principais desafios da construção sustentável envolvem (a) processo e gestão, (b) execução, (c) consumo de materiais, energia e água, (d) impactos no ambiente urbano e no meio ambiente natural, (e) as questões sociais, culturais, econômicas. O foco da publicação é a cadeia produtiva e os clientes, atribuindo responsabilidades a todos os atores envolvidos: clientes, proprietários, empreendedores, investidores, responsáveis, técnicos, projetistas, produtores de insumos, empreiteiras, empresas de manutenção, usuários e profissionais de ensino e pesquisa da área (AGOPYAN;JOHN, 2011, p.29).

Posteriormente foi criado o *Agenda 21 for Sustainable construction in developing countries – a discussion document* (Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento – um documento para discussão), que procurou identificar as especificidades dos países em desenvolvimento e sugerir estratégias adequadas (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 33).

A elaboração desta Agenda envolveu profissionais da África do Sul, Índia, Brasil, e contou também com a colaboração de consultores de outros países. Agopyan e John (2011) ainda afirmam que a construção sustentável em países em desenvolvimento exige uma abordagem sistêmica na forma de um conjunto coordenado de ações, adequadas a cada realidade. É fato que a sustentabilidade cabe a todos os países, no entanto, deve-se considerar as prioridades sociais e ambientais de cada país, bem como a disponibilidade de seus recursos materiais.

2.1.1 A realidade da construção sustentável no Brasil

Agopyan e John (2011) consideraram que os conceitos de sustentabilidade na construção civil chegaram para o nosso país com certo atraso, tendo como marco inicial da preocupação sobre construção sustentável no Brasil, o evento realizado em 2000, denominado *CIB Symposium on Construction and Environment – theory into practice* (Simpósio do CIB sobre Construção e Meio Ambiente – da teoria para a prática).

Já Silva (2003) diz que na esfera nacional, pesquisas sobre a utilização de resíduos na construção civil, sobre conservação de água e de energia, e sobre a minimização de perdas vêm sendo conduzidas há bastante tempo e em números consideráveis, e ainda referencia a

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) como um centro consolidado de estudos em simulação computadorizada, eficiência energética e conservação de energia em edificações.

Agopyan e John (2011) descrevem que no evento *CIB Symposium on Construction and Environment* foi proposto uma agenda a ser adotada por todos os segmentos das indústrias de sustentabilidade da construção brasileira e o governo, incluindo oito itens:

- a) Redução das perdas de materiais na construção;
- b) Aumento da reciclagem de resíduos como materiais de construção;
- c) Eficiência energética nas edificações;
- d) Conservação de água;
- e) Melhoria da qualidade do ar interno;
- f) Durabilidade e manutenção;
- g) Redução do déficit de habitações, infraestrutura e saneamento;
- h) Melhoria da qualidade do processo construtivo.

Ainda de acordo Agopyan e John (2011), em 2007 foi criado posteriormente o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), onde seus congressistas são representantes dos diversos setores da Construção Civil e Sociedade e o objetivo é desenvolver e implementar os conceitos e práticas mais sustentáveis e que contemplam as dimensões social, econômica e ambiental da cadeia produtiva da indústria da construção civil.

Quanto ao reconhecimento das empresas que prezam pela sustentabilidade, começou a se difundir no Brasil a certificação do *green building* (construção verde), um selo norte-americano denominado Leadership in Energy and Environmental Design (Leed), entregue pela então fundada Green Building Council Brasil (GBCB).

Como o Energy Star, porém não diretamente vinculado ao governo dos EUA, o LEED, Leadership in Energy and Environmental Design, é um dos sistemas de certificação de adoção voluntária, inclusive na construção internacional, estando atualmente em processo de expansão para o Brasil. Consiste em um programa de certificação por pontuação, onde os pontos, ou créditos, são obtidos à medida que são atendidas exigências quanto ao terreno de implantação da edificação e de seu entorno, no uso da água, no consumo de energia, na adoção de materiais, na qualidade do ambiente interno e em inovações de projeto (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2005, p.92).

Uma referência profissional para o CBMSC usar o conceito de sustentabilidade em suas construções é o que foi mostrado no site oficial da Estação 4 de Bombeiros da cidade de Olympia, capital do Estado de Washington, nos Estados Unidos a qual foi premiada com uma certificação Leed Ouro, a mais alta certificação, pela United States Green Building Council. A Leed abordou todos os tipos de construção e enfatizou as técnicas construtivas em cinco áreas: desenvolvimento local sustentável, economia de água, eficiência energética, materiais e seleção de recursos e qualidade ambiental interna (OLYMPIAWA, 2012).

O selo AQUA – Alta Qualidade Ambiental – é o primeiro selo de certificação de construções sustentáveis que leva em consideração as especificidades do Brasil, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Apresentado em 2008, o AQUA começa a ganhar mercado (BRASIL, 2008).

A Caixa Econômica Federal lançou em 2010 o Selo Casa Azul de Construção Sustentável, oferecido gratuitamente a empreendedores clientes da entidade. Neste mesmo ano a empresa Eletrobrás também criou seu selo, o Procel Edifica. Percebe-se então um incentivo de algumas empresas em prol do desenvolvimento sustentável no país. No entanto, falta ainda, no Brasil, uma política coerente e estruturada de construção sustentável, e que os princípios da construção sustentável sejam colocados em prática (AGOPYAN; JOHN, 2011).

O quanto este setor representa na esfera econômica do país, no Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS), criado pela portaria nº 44, de 13 de fevereiro de 2008, do Governo Federal diz que:

O setor da construção civil é um dos principais indutores do novo ciclo de crescimento nacional. Sua cadeia produtiva, que inclui a construção de edificações, obras viárias e a construção pesada (obras de infraestrutura e plantas industriais), estende-se para dezenas de segmentos de fornecedores de matérias-primas, equipamentos, serviços e distribuição ligados à sua atividade. Este setor representa 9,2% do PIB brasileiro e é responsável pela ocupação de mais de 10 milhões de pessoas (BRASIL, 2010, p.64).

2.2 Impactos ambientais da construção civil

O aquecimento global, provocado pela emissão de gases de efeito-estufa é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade e recentemente tem influenciado em impactos ambientais intensos, como o derretimento das geleiras e calotas polares, assim como em processos biológicos como os períodos de floração (MARENGO, 2006).

De acordo com Corrêa (2009), a história do mundo mostra que a construção civil sempre existiu para atender as necessidades básicas e imediatas do homem sem preocupação com a técnica aprimorada em um primeiro momento, e diferentemente dos outros animais uma qualificação pertinente a raça humana é a de transformar suas técnicas através do aperfeiçoamento dos métodos de construção utilizados.

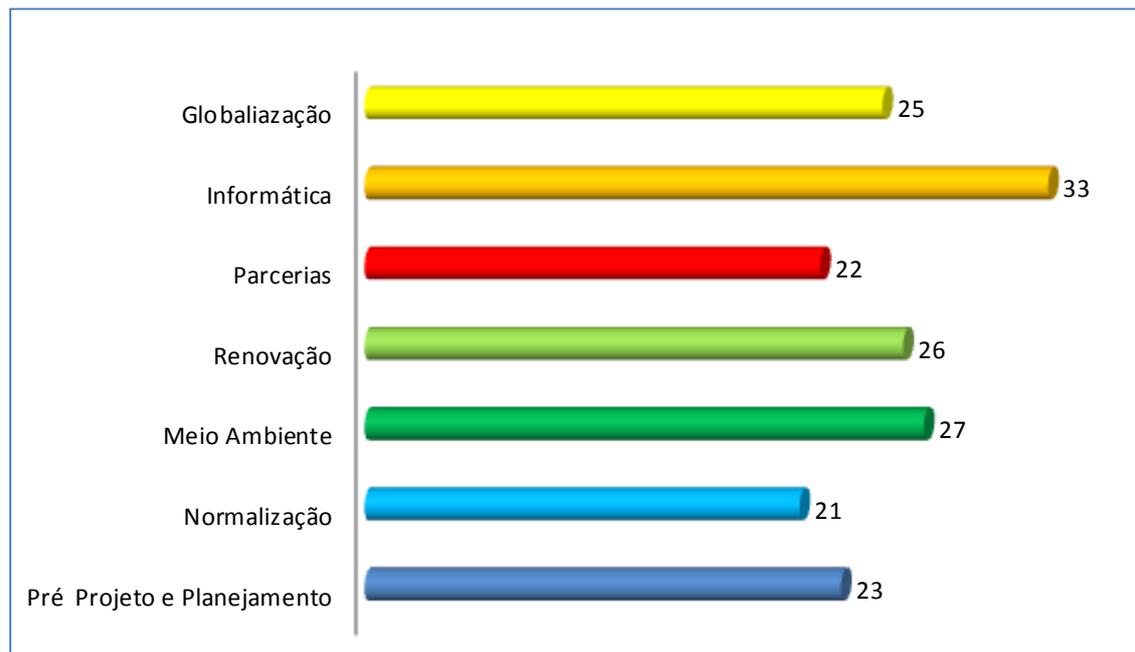
A construção civil é uma das atividades praticadas pelo ser humano que mais impacta sobre o meio ambiente e é o segmento que mais consome matérias-primas e recursos naturais no planeta. Isso ocorre devido ao enorme volume dos recursos utilizados, os gastos energéticos e a enorme quantidade de resíduos resultantes desse processo (DRUSZCZ, 2002).

O setor tem alto consumo de recursos naturais e gera grandes volumes de resíduos desde aqueles gerados na produção dos insumos utilizados - até os derivados da execução ou manutenção da obra. Estima-se que, no Brasil, 50% dos recursos naturais extraídos têm como destino a indústria da construção, que é responsável também por mais de 50% da produção de resíduos sólidos urbanos (entulho) e por 40% da energia consumida (BRASIL, 2010, p.64).

Analisando outros dados temos que o consumo de agregados naturais varia entre 1 e 8 toneladas/habitante.ano. No Brasil o consumo desses agregados, somente na produção de concreto e argamassas, é de 220 milhões de toneladas. Em torno das grandes cidades os agregados começam a ficar escassos, inclusive graças ao crescente controle ambiental da extração das matérias primas (ANTUNES; LAUREANO, 2008).

O gráfico a seguir é o indicador de uma pesquisa realizada pela Civil Engineering Research Foundation (CERF), entidade ligada ao American Society of Civil Engineers (ASCE) dos Estados Unidos, cujo resultado revelou que as questões envolvidas com o meio ambiente é a segunda maior preocupação dentro do setor da construção civil.

Gráfico 1 - Grau de impacto de diferentes tendências nas atividades da construção civil



Fonte: Adaptado de Bernstein (1996 apud ANTUNES; LAUREANO 2008).

As construções sustentáveis devem ser concebidas e planejadas a partir de várias premissas. Dentre elas, a escolha de materiais ambientalmente corretos, de origem certificada e com baixas emissões de CO₂; com menor geração de resíduos durante a fase de obra; o cumprimento das normas, principalmente as de desempenho; que suprimam menores áreas de vegetação; que demandem menos energia e água em todas as fases - construção e uso - e que

possam ser amplamente reaproveitadas no fim de seu ciclo de vida (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

2.3 Os princípios básicos de uma construção sustentável

A incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. Sua adoção é “um caminho sem volta”, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades (CORRÊA, 2009, p.21).

Segundo o Guia de Sustentabilidade na Construção, organizado pela Câmara da Indústria da Construção, lançado em 2008 em Minas Gerais, qualquer empreendimento para ser sustentável deve atender, de modo equilibrado, a quatro requisitos básicos:

- a) Adequação ambiental;
- b) Viabilidade econômica;
- c) Justiça social;
- d) Aceitação cultural.

Analisando os requisitos básicos apresentados, conclui-se que além de ir ao encontro do desenvolvimento sustentável, toda organização, empresas e afins aumentam seu respeito e a credibilidade perante a sociedade equilibrando estes princípios .

A Câmara da Indústria da Construção (2008) ainda destacou os principais princípios básicos da construção sustentável apresentados pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). São eles:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e
- Concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a eco eficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável; e
- Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

A noção de construção sustentável deve estar presente em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até sua requalificação, desconstrução ou demolição. É

necessário um detalhamento do que pode ser feito em cada fase da obra, demonstrando aspectos e impactos ambientais e como estes itens devem ser trabalhados para que se caminhe para um empreendimento que seja: uma ideia sustentável, uma implantação sustentável e uma moradia sustentável (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

O empreendimento sustentável, de acordo com a Câmara Da Indústria Da Construção (2008, p.20) traz uma série de benefícios nos três pilares que compõem a sustentabilidade, são eles:

- a) Benefícios sociais: a sustentabilidade desenvolve a economia local através da geração de emprego e renda, gera benefícios através dos impostos pagos e promove a integração de ocupantes (do empreendimento) com sua vizinhança e uma adequação arquitetônica com seu entorno.
- b) Benefícios ambientais: observa-se que empreendimentos sustentáveis podem ser concebidos e planejados para que suprimam menores áreas de vegetação, otimizem o uso de materiais, gerem menos emissões de resíduos durante sua fase de construção; demandem menos energia e água durante sua fase de operação; sejam duráveis, flexíveis e passíveis de requalificação e possam ser amplamente reaproveitados e reciclados no fim de seu ciclo de vida. Muitos dos benefícios ambientais se traduzem em ganhos econômicos, com a redução de custos de construção, uso e operação e manutenção das edificações.
- c) Benefícios econômicos: aumento da eficiência no uso de recursos financeiros na construção, a oferta de um retorno financeiro justo aos empreendedores e acionistas, indução de aumento da produtividade de trabalhadores por encontrar-se em um ambiente saudável e confortável.

O Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA), em 2008, elencou nove passos principais para se chegar a uma Construção Sustentável, que reproduza as características originais do meio ambiente natural. São eles:

- a) **Planejamento sustentável da obra:** É considerada a mais importante etapa da obra que busca a sustentabilidade. A partir de um Planejamento Sustentável serão decididas todas as intervenções que poderão integrar a obra ao meio ambiente ou resultar em danos em curto, médio e longo prazo.

Os pontos trabalhados neste item são: análise da obra, do local e das informações pertinentes; aplicação da análise de ciclo de vida para determinação das diretrizes de projeto e escolha de materiais e tecnologias; estudos de solo; recomendações de projeto e intervenções; recomendação de materiais e tecnologias; projeto de arquitetura e Paisagismo sustentável; planejamento geral e sustentável; estudos de consumo de materiais e energia da edificação; planejamento da logística de materiais e recursos em geral (ANTUNES; LAUREANO, 2008, p.25).

- b) **Aproveitamento passivo dos recursos naturais:** Significa aproveitar ao máximo os recursos naturais passivos como: o sol, vento, vegetação, umidade, para iluminar a edificação, reduzir o consumo de energia e gerar conforto termo acústico, visual e climatização naturais para o ambiente construído.

Figura 1 - Ilustração de aproveitamento dos recursos naturais e planejamento.



Fonte: Instituto para o Desenvolvimento da Edificação Ecológica, (2008).

- c) **Eficiência energética:** Visa à conservação e economia de energia; geração da energia consumida por fontes renováveis; controle de emissões eletromagnéticas; controle do calor gerado no ambiente construído e no entorno; realização de estudos de consumo energético de forma a projetar a edificação da maneira mais econômica possível.
- d) **Gestão e Economia de água:** Busca reduzir e controlar o consumo de água fornecido pela concessionária ou obtido junto a fontes naturais (poços, poços artesianos, nascentes, outros); não contaminar a água e corpos receptores; aproveitar as fontes disponíveis; tratar águas cinza e negras e reaproveitá-las na edificação; reduzir necessidade de tratamento de efluentes pelo poder público; aproveitar parte da água pluvial disponível.
- e) **Gestão de resíduos na edificação:** Com o objetivo de criar uma área para disposição dos resíduos gerados pelos próprios moradores/usuários; reduzir geração de resíduos; reduzir emissão de resíduos orgânicos para processamento pelo Poder Público ou concessionárias; incentivar a reciclagem de resíduos secos ou úmidos.
- f) **Qualidade do ar e ambiente interior:** É a criação de um ambiente interior saudável aos seres vivos; identificar poluentes internos na edificação (água, ar, temperatura, umidade, materiais); evitar ou controlar sua entrada e atuação nociva sobre a qualidade de vida dos indivíduos.
- g) **Conforto termo-acústico:** Promover sensação de bem-estar físico e psíquico quanto a temperatura e sonoridade, através de recursos naturais, elementos de projeto, elementos de vedação, paisagismo, climatização e dispositivos eletrônicos e artificiais de baixo impacto ambiental.
- h) **Uso racional de materiais:** Objetiva racionalizar o uso de materiais de construção tradicionais e prevenir o uso de produtos cuja fabricação e uso acarretam problemas ao meio ambiente ou que são suspeitos de afetar a saúde humana.

- i) **Uso de Produtos e Tecnologias ambientalmente amigáveis:** Prever na obra uso máximo de produtos e tecnologias amigas do meio ambiente que atendam os seguintes pontos: ecologia, economia, saúde e bem estar.

2.4 Os principais desafios da sustentabilidade na construção civil

Com a expansão do conceito de sustentabilidade na construção civil, exigiu-se deste setor profundas alterações na cultura e significativas inovações tecnológicas. A conscientização e melhoria da formação de operários, engenheiros, arquitetos tanto da indústria quanto dos canteiros é considerado também uma necessidade de mudança. No entanto, ocorrem alguns desafios que precisam ser enfrentados e solucionados por representantes do setor, dentre eles, destaca-se:

a) **Informalidade**

Quanto à informalidade do setor, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2012) em seu site oficial diz que:

[...] informalidade no setor da construção civil é um grande desafio à sustentabilidade social e econômica do país, encampando o desrespeito à legislação urbana, ambiental e trabalhista e a sonegação de impostos. Estas práticas atingem uma parcela de cada elo da cadeia da construção, da extração da matéria prima, passando pela produção de materiais, comercialização de terras, execução de projetos, construção, manutenção e transporte e destinação de resíduos.

Estas práticas atingem um pouco de cada setor da construção, desde a extração da matéria prima, passando pela produção dos materiais, execução de projetos, construção e manutenção. E como consequência desse fato, Antunes e Laureano (2008) concluem dizendo que informalidade pode restringir os investimentos do Estado, aumentar as taxas dos impostos, e diminuir as condições de mercado para as empresas e profissionais éticos.

b) **Baixa percepção da influência da construção na sustentabilidade:**

Mesmo tendo visto já neste trabalho, o apoio que algumas empresas públicas e privadas estão realizando ao encontro do desenvolvimento sustentável na construção civil, Antunes e Laureano (2008, p.36) afirmam que:

[...] muitas pessoas, mesmo até as que se preocupam com o meio ambiente, ainda não estão conscientes dos impactos causados pela construção. E esta falta de percepção, de consciência, prejudica o desenvolvimento sustentável. Pois a população e algumas empresas oferecem resistência à aquisição de novos produtos e materiais, novas tecnologias, novas construções que apresentem um perfil voltado à sustentabilidade.

c) Formação de recursos humanos:

A implementação de uma solução mais sustentável depende não apenas de produtos e processos mas, também de recursos humanos motivados e tecnicamente capacitados nos diferentes aspectos da construção sustentável. Os conteúdos dos cursos de engenharia civil e arquitetura não contemplam estes problemas. Falta ao país uma cultura de atualização permanentemente dos profissionais do mercado (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

Quanto à remuneração dos que trabalham na construção, Agopyan e Jhon (2011, p. 103) afirmam que:

[...] apesar de o setor estar em um momento de grande crescimento, o que permitiu que os salários médios crescessem 64% entre 2004 e 2009, enquanto a massa salarial cresceu 51%, os salários médios continuaram abaixo da média nacional (R\$ 1.296,10 e R\$ 1.595,22), respectivamente e muito abaixo de setores industriais. Em 2009, a construção civil pagou, em média, 36% abaixo da média da indústria.

d) Legislação e normalização inadequadas:

Segundo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2012) em seu site oficial, diz que:

[...] a variada legislação aplicada à Construção Civil Brasileira, com destaque para os códigos de obra, não privilegia e, por vezes, limita o investimento em práticas a sustentabilidade das construções. A mesma dificuldade existe também com as normas técnicas de materiais e processos. Por outro lado, a experiência internacional mostra que a introdução em grande escala de soluções de construção mais sustentável pode ser promovida por incentivos legais.

e) Articulação Internacional:

Contando que vivemos em uma época onde a globalização é fundamental, a dispersão do conhecimento é facilitada com as tecnologias desenvolvidas, é notória a necessidade que os representantes brasileiros participem das atualizações internacionais sobre as questões de sustentabilidade na construção civil (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

f) Resíduos da construção:

Nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, são considerados resíduos de construção civil os resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, os quais são de responsabilidade do gerador dos mesmos (ABRELPE, 2010).

Figura 2 - Resíduos sólidos da construção civil



Fonte: Do autor (2012).

Por consequência da grande massa de materiais manejada pela construção civil, agravada ainda pelas elevadas perdas durante o processo construtivo, esse setor é considerado um considerável gerador de resíduos. Essa deposição ilegal causa problemas ambientais, como o assoreamento de sistemas de drenagem urbana, e também importantes problemas sociais, pois a remoção implica elevados custos para os municípios (AGOPYAN; JHON, 2011, p.74).

2.5 Pré-Condições para um empreendimento sustentável

O compromisso das empresas a criarem as bases para o desenvolvimento de projetos sustentáveis é o primeiro passo a ser tomado ainda na fase do planejamento da construção. Três pré-condições fundamentais foram apresentadas pelo Guia da Sustentabilidade na Construção Civil, são elas:

a) Pré-Condição 1 - Um projeto de sustentabilidade tem que ter qualidade:

A qualidade assegura que níveis de excelência sejam alcançados, mantidos e disseminados nos processos das empresas. A gestão da qualidade, especialmente a busca por melhoria contínua, é um pré-requisito para a sustentabilidade porque estimula a melhoria constante dos processos empresariais, que estão ligados ao consumo de recursos naturais, produtividade, desperdício, durabilidade, entre outros

b) Pré-Condição 2 - Sustentabilidade não combina com informalidade:

É fundamental selecionar fornecedores, tanto de materiais e serviços, assim como a equipe da mão-de-obra. As empresas que trabalham com fornecedores informais também se tornam informais, alimentando este ciclo nocivo. É preciso garantir a legalidade de toda a empresa e de todos os seus processos. Além de garantir a legitimidade da empresa, a seleção de fornecedores formais estimula o aumento da profissionalização na cadeia produtiva e consequente eliminação de empresas com baixa produtividade que só se mantêm no mercado por economias advindas de atividades ilícitas

c) Pré-Condição 3 - Busca constante pela inovação:

Utilizar novas tecnologias, quando possível e adequado. Casos inviáveis, buscar soluções criativas respeitando o contexto. É importante que as empresas tenham relações estreitas com agentes promotores de inovação na cadeia produtiva, tanto na oferta de novos materiais e equipamentos, quanto na capacitação da mão-de-obra. A base para a sustentabilidade na construção é alinhar ganhos ambientais e sociais com os econômicos, daí a necessidade e importância de inovações (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

3. PREMISSAS SUSTENTÁVEIS A SEREM ADOTADAS NA CONSTRUÇÃO

3.1 A escolha dos materiais

Não existe material de construção civil com impacto ambiental zero. Desde a extração das matérias-primas já ocorre degradação e poluição no meio ambiente. A fabricação desses materiais aumenta o consumo de energia, a geração de resíduos e a poluição no ar, na água e no solo. O seu transporte também causa grande impacto ambiental, pois aumenta consideravelmente o consumo de combustíveis fósseis (ANTUNES; LAUREANO, 2008).

De acordo Agopyan e Jhon (2011, p.61):

[...] a magnitude do impacto de cada material depende muito de condições locais, como: detalhes do processo produtivo, natureza do combustível utilizado, distâncias e modalidades de transporte, detalhes do projeto, condições de exposição durante o uso, manutenção e práticas a serem adotadas após a vida útil dos materiais.

Segundo o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (2008) a ferramenta básica para a identificação do estado e das necessidades geral de uma obra que se pretende sustentável é a Análise de Ciclo de Vida (ACV), que considera:

- a) A relação entre a edificação e o entorno: pré-requisitos para definição do local de implantação da obra; abastecimento (água e energia); destinação de resíduos (gerados pelos processos construtivos e pelas atividades de seus usuários); poluentes gerados.
- b) A relação entre a edificação e ela mesma: planejamento, projeto e design, execução, processos construtivos, materiais utilizados na construção.
- c) A relação entre a edificação e o homem: satisfação das necessidades básicas de ergonomia, especificidades, uso, desenvolvimento de suas atividades e emissão de agentes patógenos ao ser humano.

A escolha dos produtos e materiais para uma obra sustentável deve obedecer a critérios específicos como origem da matéria-prima, extração, processamento, gastos com energia para transformação, emissão de poluentes, biocompatibilidade, durabilidade, qualidade, dentre outros, que permita classificá-los como sustentáveis e elevar o padrão da obra, bem como melhorar a qualidade de vida de seus usuários/habitantes e do próprio entorno (ARAÚJO, 2005).

Araújo (2005) complementa sua ideia dizendo que:

[...] é importante evitar ou minimizar o uso de materiais sobre os quais parem suspeitas ou que reconhecidamente acarretem problemas ambientais, tais como o PVC (policloreto de vinil), que gera impactos em sua produção, uso e descarte/degradação (sua queima gera ácido clorídrico e dioxina) e alumínio (que provoca grandes impactos ambientais para sua extração e requer imensos gastos energéticos durante sua produção e mesmo reciclagem, se comparado a outros materiais). Outros produtos, quando na ausência de opções mais eco eficientes, devem ser usados criteriosamente quando no interior da edificação, caso de

materiais compensados ou de madeira recomposta, como os OSBs e MDFs, que contêm em sua elaboração adesivos à base de formaldeído (substância tóxica) e que não são recicláveis ou mesmo biodegradáveis.

Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2012), não há construção sustentável sem que haja o cumprimento de três condições: formalidade, legalidade e qualidade. Em prol do cumprimento desses requisitos, em 2011, foram instituídos seis passos básicos para a escolha de empresas fornecedoras de produtos e soluções alinhadas aos princípios da sustentabilidade, que são:

a) Passo 1 - Verificação da formalidade da empresa fabricante e fornecedora:

Consiste em verificar a formalidade da empresa fabricante e fornecedora. No site da Receita Federal é possível checar se o CNPJ da empresa existe. Se o CNPJ não é válido significa que o imposto não está sendo recolhido ou que a empresa não tem existência legal (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

b) Passo 2 - Verificação da licença ambiental:

Nenhuma atividade industrial pode operar legalmente sem licença ambiental, concedida pelo órgão ambiental estadual. A existência da licença não é garantia ao meio ambiente, mais a sua ausência praticamente elimina qualquer possibilidade de desrespeito à lei (ANTUNES; LAUREANO, 2008, p.74-75).

c) Passo 3 - Verificação das questões sociais:

Certificar-se a empresa fornecedora dos recursos que serão utilizados não utilizaram mão de obra escrava, infantil ou não qualificada (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

d) Passo 4 - Qualidade e normas técnicas do produto:

Produtos de qualidade inferior tendem a gerar um maior desperdício, pois acabam não atingindo o resultado esperado acarretando na substituição que, além de custos, geram resíduos. É recomendado verificar se o fornecedor está na lista de empresas qualificadas pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), um programa do governo federal que acompanha a qualidade de um grande número de setores e que publica a relação dos fabricantes que produzem em conformidade e não conformidade às normas técnicas da ABNT (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

e) Passo 5 - Consultar o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa:

Pode-se dizer que a responsabilidade social pode promover negócios sustentáveis, que por sua vez, são conscientes dos impactos positivos e negativos no campo econômico,

social e ambiental, sejam eles gerados pelo negócio ou pela sociedade, procurando gerenciar os riscos e as potencialidades ou oportunidades que estão presentes na empresa e na sociedade (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

f) Passo 6 - Identificar a existência de propaganda enganosa:

Toda informação, durante uma promoção de um determinado material, deve ser clara, principalmente quando se trata de sustentabilidade. É necessário que o cliente confirme a consistência e a relevância da afirmação de eco eficiência dos produtos e processos declarados pelos fornecedores (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2012).

3.1.1 Erros comuns na seleção dos materiais

Em 2011, segundo a Câmara Brasileira da Indústria na Construção (CBCI) tanto a quantidade quanto a qualidade, a confiabilidade e o grau de detalhamento das informações sobre materiais e componentes comercializados no Brasil estão abaixo do mínimo necessário à tomada de decisões técnicas. O preço, muitas vezes, é o único critério objetivo disponível.

Druszcz (2002) aduz que a geração de perdas no setor da construção civil significa má utilização de recursos naturais e financeiros. Tudo o que é jogado fora numa obra é repassado ao custo final da edificação, sendo que o consumidor final pagou o preço do descuido e da falta de preocupação com o desperdício. O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2009) conclui dizendo que essas perdas do processo são influenciadas principalmente pela má qualidade dos produtos e a qualificação não adequada dos profissionais na sua aplicação.

Sabe-se que a seleção de produtos para a construção que causam menor impacto possível sobre a natureza é uma forma de reduzir os danos causados ao ambiente natural. Porém identificar produtos econômica e ambientalmente viáveis não é uma tarefa fácil (LIPPIATT, 1988 apud DRUSZCZ, 2002)

A vida útil é o período de tempo durante o qual o material apresenta o desempenho adequado e um material de baixo impacto ambiental pode não ser a opção mais eco-eficiente caso sua vida útil seja baixa e deva ser substituída ou reparada repetidamente, gerando assim o aumento da produção de resíduos desse setor (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2009).

O quadro a seguir resume com exemplos os equívocos mais comuns na seleção de produtos em projetos mais sustentáveis.

Quadro 1 - Erros mais comuns de seleção de produtos para projetos sustentáveis

ERRO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Desconsideração dos impactos sociais	Produtos aparentemente “ecoeficientes” podem ser associados a sonegação de impostos, desrespeito à legislação social e ambiental.	Um “material verde” pode ter utilizado mão de obra semiescrava em sua produção.
Foco em apenas um aspecto do problema	Um material que é o mais competitivo em um determinado impacto pode ser o menos em outro. Essa é uma estratégia comum de green-wash pois esconde os impactos reais do produto	Energia incorporada. Conteúdo de resíduos. Ausência de determinado composto indesejado. Reciclabilidade. Produzido com recursos naturais
Comparação de produtos com funções diferentes	Comparação do impacto ambiental de massa de produto (kg, tonelada). Somente podem ser comparados produtos que possuem uma mesma função (uma porta...) por um mesmo período de tempo.	MJ/kg KgCO ₂ /t Essas unidades somente servem para calcular o impacto da unidade funcional.
Utilização de dados fora do contexto	Emprego de dados obtidos em outros países e, até mesmo, empresas ou gerados há décadas, sem uma análise sobre sua adequação.	Emprego de dados de consumo de energia da década de 1970 na indústria cimenteira. Uso de dados europeus para analisar.
Desconsideração da durabilidade ou vida útil nas condições de uso	Produtos com menores vidas úteis serão mais rapidamente substituídos multiplicando os impactos ambientais de produção e gerando mais resíduos. A vida útil é influenciada pelo projeto, pelas condições, de uso, pelo microclima e pela biodiversidade local.	Comparação de produtos ignorando o fato de que, nas condições locais, suas vidas úteis serão muito diferentes. Pintar o teto de branco para reduzir o ganho energético esquecendo que, em climas úmidos e quentes, em custo espaço de tempo, fungos e deposição de sujeira deixarão a superfície preta.
Desconsideração do impacto do transporte	Transporte implica significativos impactos ambientais, particularmente em produtos cuja massa é elevada e que são transportados por via rodoviária.	Seleção de produto importados ou produzidos em regiões afastadas, com base no fato de que, no país de origem, apresentam baixo impacto ambiental.
Priorização de materiais tradicionais	Seleção de materiais tradicionais sem qualquer evidência de seus reais impactos ambientais de produção, e de seu desempenho.	Tijolos cerâmicos são sempre a melhor solução, pois são utilizados há milênios.
Desconsideração das perdas	Diferentes produtos, práticas de gestão	Esquecer que as perdas de cimento <i>in</i>

durante a construção	em canteiro e detalhes de projeto possuem perdas maiores do que os outros.	<i>natura</i> em obras são significativamente maiores do que as perdas de concreto produzido em central.
Decisão baseada em declarações não verificadas e não abrangentes	Em qualquer produto, é possível achar algum aspecto em que ele é melhor que outro. Identificando a “vantagem”, ela é incorporada na publicidade e, até mesmo, pode possibilitar certificação.	Por exemplo: Fabricante declara que produto metálico não contém COV. Com base neste critério, é possível criar selo para qualquer produto. Produto certificado por entidade, de acordo com regras, critérios de medida e amostragem, que não são públicos e verificáveis.
Desconsideração do efeito durante o uso da construção	O Impacto ambiental e social da construção se estende por todo o ciclo de vida. Em muitas situações, um aumento do impacto na fase de construção pode gerar redução dos impactos durante a fase de uso.	A colocação de uma barreira de radiação pode reduzir a demanda energética de condicionamento, mas aumenta o impacto da construção.
Esquecimento das implicações para os usuários ou operadores	Muitas soluções exigem intervenções frequentes dos usuários, que podem não estar dispostos ou capacitados a fazê-las. Ausência de práticas de treinamento dos usuários.	Instalação de sistemas de reuso de água que exigem operação e monitoramento. Tetos reflexivos ou aquecedores solares que exigem limpeza ou repintura periódica.
Não emprego do conceito de desempenho	Qualidade e desempenho adequados são pré-condições para a sustentabilidade.	Produtos que não têm desempenho ou qualidade adequados, ou apresentam altas taxas de falhas, acabam sendo substituídos e multiplicam impactos.

Fonte: Agopyan e John (2011).

3.2 Eficiência Energética

A eficiência energética pode ser conceituada como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, uma construção é mais eficiente energeticamente que outra quando proporciona as mesmas condições ambientais com um menor consumo de energia (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

O uso de energia tem sido intensivo e crescente desde a Revolução Industrial e tem sido essencial para o funcionamento dos mais diversos setores e atividades da sociedade. Da energia elétrica, especificamente, depende o funcionamento da maior parte dos

equipamentos de edificações residenciais, comerciais e públicas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010a).

De acordo com Energias de Portugal em seu Guia Prático da Eficiência Energética, elaborado em 2006, o acesso à energia é fundamental para o desenvolvimento das sociedades. No entanto, a maior parte da energia usada no mundo provém de combustíveis fósseis como o carvão, o gás ou o petróleo, cujas reservas têm vindo a diminuir. Adicionalmente, a utilização intensiva destes combustíveis fósseis aumenta a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global.

Geller (2003) considera que tanto as fontes quanto as tendências atuais do uso de energia não são sustentáveis. Ele destaca que o uso mundial de energia aumentou dez vezes desde 1900, e a maior parte desta energia é proveniente de fontes não renováveis.

Os maiores gastos de energia numa edificação se dão em função de trocas de calor não desejadas com o meio seja ele excessivamente quente ou frio, ou no impedimento dessas trocas quando elas são necessárias levando em consideração ventos, iluminação visando o maior conforto possível do ambiente. Outro gasto expressivo se dá na necessidade do aquecimento de grandes quantidades de água visando o conforto e no gasto excessivo de água em determinados equipamentos. (PETRAGLIA; JUNIOR; COELHO, 2010, p.3).

Segundo Tavares (2010), o objetivo da busca da eficiência energética é obter serviços com baixo dispêndio de energia e um melhor aproveitamento das condições locais como temperatura, ventilação, iluminação, topografia. E isto pode ser obtido através de um planejamento apropriado de detalhes da edificação como a escolha dos materiais escolhidos, o paisagismo, a orientação e a escolha da tipologia exercem grande influência sobre as condições de conforto de um lugar.

Santa Catarina tem se tornado referência nacional quando se trata de eficiência energética. Com a parceria realizada entre a Universidade Federal de Santa Catarina, a Eletrobras e a Eletrosul, possibilitou a construção da Casa Eficiente, um centro de demonstrações em eficiência energética localizado na sede da Eletrobras Eletrosul.

A Casa Eficiente reúne diversas estratégias de adequação climática, com o aproveitamento da ventilação e da luz natural, adotadas como alternativas ao uso da refrigeração e iluminação artificiais. Conta ainda com aproveitamento da energia solar térmica para aquecimento de água e da energia solar luminosa para a geração de eletricidade através de um painel fotovoltaico interligado à rede (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010a, p. 9).

3.2.1 Fontes de energias não renováveis

Conforme Pacheco (2006) são fontes de energia que se encontram na natureza em quantidades limitadas e que se esgotam com a sua utilização.

As principais fontes de energia não renovável são:

Figura 3 – Características das principais fontes de energia não renovável



1 Carvão

É um combustível fóssil extraído de explorações mineiras e foi o primeiro a ser utilizado em larga escala, é o que se estima ter maiores reservas (200 anos) e o que acarreta mais impactos ambientais, em termos de poluição e alterações climáticas.



2 Petróleo

Constituído por uma mistura de compostos orgânicos, é sobretudo utilizado nos transportes. É uma das maiores fontes de poluição atmosférica e motivo de disputas económicas e de conflitos armados. Estima-se que as suas reservas se esgotem nos próximos 40 anos,



3 Gás natural

Embora menos poluente que o carvão ou o petróleo, também contribui para as alterações climáticas. É utilizado como combustível, tanto na indústria, como em nossas casas. Prevê-se que as suas reservas se esgotem nos próximos 60 anos.



4 Urânio

É um elemento químico existente na Terra, constituindo a base do combustível nuclear utilizado na indústria. Tem um poder calorífico muito superior a qualquer outra fonte de energia fóssil.

Fonte: Energias de Portugal (2006, p. 8).

3.2.2 Energias renováveis

As energias renováveis são resultados dos ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta e se configuram como um conjunto de fontes de energia que podem ser chamadas de não convencionais, ou seja, aquelas não baseadas nos combustíveis fósseis e grandes hidroelétricas (PACHECO, 2006).

Pacheco (2006), ainda afirma que ao contrário dos combustíveis não-renováveis as fontes de energias renováveis, no geral, causam um pequeno impacto (poluição, desmatamento) ao meio ambiente. Portanto, são excelentes alternativas ao sistema energético tradicional, principalmente numa situação de luta contra a poluição atmosférica e o aquecimento global e que estas energias estão passo a passo conquistando o espaço que antes era ocupado totalmente pelas fontes fósseis, o que tem sido propiciado pelo desenvolvimento tecnológico que permite o aproveitamento dessas fontes renováveis como combustíveis alternativos.

As principais fontes de energias renováveis são:

Figura 4 – Características das principais fontes de energia renovável



Fonte: Energias de Portugal (2006, p. 8).

3.3 Aproveitamento da luz natural

Para um edifício ser eficiente energeticamente é necessário atender algumas condições; uma delas é possuir um sistema de iluminação eficiente, ou seja, que assegure condições confortáveis de iluminação no ambiente com um menor consumo de energia (RAMOS, 2008).

Ramos (2008) aduz que a iluminação de um ambiente pode ser feita através da iluminação artificial ou natural, sendo ideal a utilização da iluminação artificial apenas quando a natural não atenda aos níveis desejados para a realização de determinado trabalho.

“Sistemas para iluminação natural são compostos por aberturas laterais e zenitais que permitem a passagem de luz para o interior do edifício e as superfícies da edificação atuam como protetores e refletores modelando a luz natural internamente” (NBI, 2003 apud Toledo, 2008).

Para Rodrigues (2002), no Brasil vários trabalhos mostram problemas frequentes nas edificações existentes, seja pública ou privada, o sistema de iluminação geralmente se

encontra fora dos padrões técnicos adequados, e os erros mais comuns são: iluminação em excesso, falta de aproveitamento da iluminação artificial, uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa, falta de comandos (interruptores) das luminárias, ausência de manutenção, depreciando o sistema e hábitos de usos inadequados.

Quanto aos benefícios,

A luz natural proporciona ao ambiente uma variabilidade que depende do percurso do sol, bem como uma qualidade visual mais agradável e apreciada comparado à iluminação artificial. A relação do usuário com um ambiente iluminado naturalmente é, sem dúvidas, mais estimulante e prazeroso que aquele iluminado artificialmente. Estudos já demonstraram que o ser humano e seu relógio biológico reagem favoravelmente aos estímulos naturais que recebem da luz do dia, proporcionando melhor adequabilidade as atividades diárias e boa sensação de bem estar (ECODHOME, 2012).

Quanto aos malefícios,

Para aproveitamento adequado da luz natural, é importante um estudo acertado no desenvolvimento do projeto arquitetônico para se evitar a incidência da luz solar direta sobre os ambientes. A radiação solar pode gerar um superaquecimento do ambiente interno, principalmente em países de clima quente como o Brasil. Nesse sentido, o estudo de orientação da edificação deve ser feito respeitando as características locais do terreno (ECODHOME, 2012).

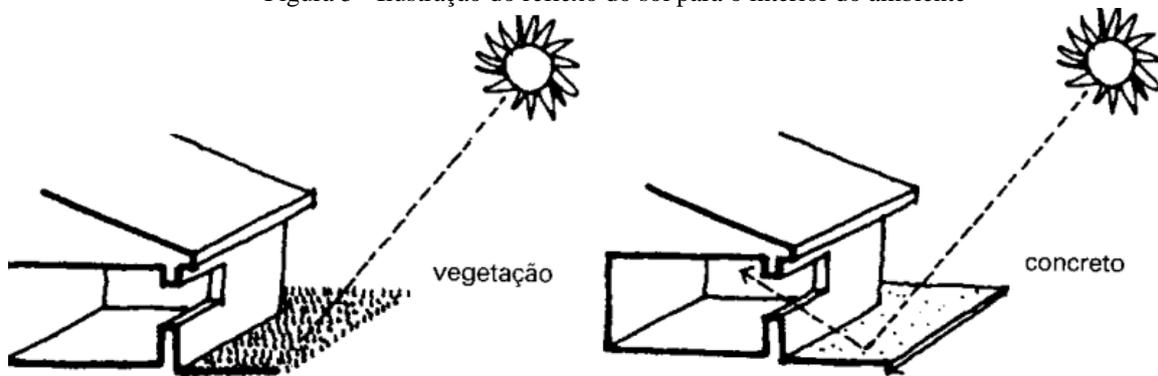
Segundo Rodrigues (2002), as recomendações e os problemas mais comuns para um correto aproveitamento da luz natural são:

- a) É de suma importância considerar tanto a iluminação natural quanto a artificial em uma edificação. A correta integração entre os dois sistemas pode solucionar o problema da variação da intensidade da luz e contribuir para a redução do consumo de energia. A contribuição da luz natural pode tornar-se exagerada, ocasionando aumento da carga térmica do ambiente, fato que permite o desligamento da luz natural, mas aumenta a participação dos sistemas de climatização artificial;
- b) A iluminação dos edifícios modernos visa atender a um grande número de pessoas realizando várias atividades com exigências diferentes quanto ao nível de luminosidade. Para melhor utilizar a luz natural, a localização das tarefas com maiores exigências visuais deve ser sempre próxima às janelas, fato que nem sempre é observado na prática;
- c) Da radiação proveniente do sol, aproximadamente 50% da energia recebida na Terra é composta pelo espectro visível (luz), e uma parcela de aproximadamente 45% é composta por radiações infravermelhas. Um sistema de iluminação natural eficiente deve possuir uma proteção adequada contra a incidência da radiação solar direta. Nestas condições, o uso da luz natural pode permitir uma redução de até 50% no consumo de energia elétrica com iluminação, com efeitos positivos sobre o consumo dos sistemas de ar condicionado.

Visando a qualidade da iluminação interna de um cômodo, Lengen (2004) indica nove pontos a serem adotados:

- a) O tamanho da janela
- b) A forma do cômodo. Exemplo: Um quarto com pouca profundidade receberá mais luz.
- c) A orientação da construção: em lugares ao sul da linha do equador um quarto voltado para o norte recebe mais luz que um quarto voltado para o sul.
- d) Reflexo do sol do lado de fora. Uma superfície clara e refletora dirigirá mais luz para o interior da casa (consequentemente trará mais calor).

Figura 5 - Ilustração do reflexo do sol para o interior do ambiente



Fonte: Lengen (2004).

- e) A influência do sol, de outros edifícios ou plantas, são muitas condições que podem melhorar ou piorar a iluminação da construção.
- f) A influência causada pelo tipo dos materiais e pelas cores do cômodo. Uma cor clara reflete muito mais a luz que uma cor escura.
- g) A topografia do terreno em volta da construção pode mudar a intensidade da luz em certas horas do dia.
- h) A sombra de outros edifícios ou plantas. Um edifício alto pode impedir a entrada de luz. A altura e a densidade da folhagem das árvores também impedirão a entrada de luz.
- i) As condições do clima: se o céu está frequentemente coberto ou se está quase sempre limpo.

3.3.1 Iluminação Artificial

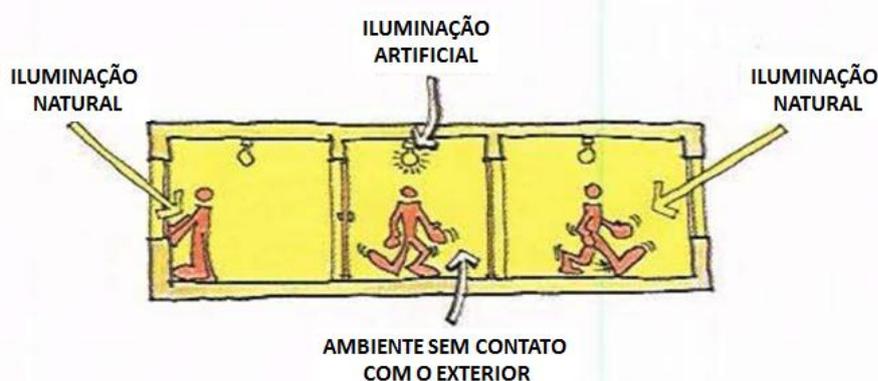
A luz natural sempre foi a principal fonte de iluminação na arquitetura. Entretanto, após a descoberta da eletricidade e a invenção da lâmpada por Edison, a

iluminação artificial se tornou cada vez mais inseparável da edificação (LAMBERTS; DUTRA; FERREIRA, 1997).

Segundo a Câmara da Indústria da Construção (2008) um sistema de iluminação artificial deve ser utilizado para complementar à iluminação natural planejada pelo arquiteto, para dar conforto visual aos ocupantes com menor consumo de energia possível e consequente redução dos custos de ocupação.

Para elevar a eficiência energética e a qualidade dos ambientes em uma edificação, deve-se pensar na complementariedade que existe entre a luz artificial e a natural. (LAMBERTS; DUTRA; FERREIRA, 1997).

Figura 6 - Ilustração da aplicação da luz artificial e natural no interior do ambiente



Fonte: Lamberts; Dutra e Ferreira (1997).

Segundo Toledo (2008), sistemas de iluminação artificial são compostos por luminárias, lâmpadas e equipamentos complementares como transformadores e reatores. Atualmente existem diferentes tipos de lâmpada para as mais diversas aplicações. As lâmpadas elétricas segundo Lamberts, Dutra e Ferreira (1997) podem ser classificadas em dois grupos: Irradiação por efeito térmico (incandescentes) e descarga em gases e vapores.

Lâmpadas incandescentes, segundo Rodrigues (2002), funcionam através da passagem da corrente elétrica pelo filamento de tungstênio que, com o aquecimento, gera luz.

Lamberts, Dutra e Ferreira (1997) aduzem que o tamanho reduzido, o funcionamento imediato desnecessidade de aparelhagem auxiliar são algumas das vantagens deste tipo de lâmpada; em contrapartida a eficiência luminosa é bem baixa, existe uma elevada dissipação de calor, que se traduz no desperdício de energia. Conclui-se que apesar do baixo custo inicial, seu custo global (operação e manutenção) é alto.

Já a lâmpada fluorescente compacta, é uma alternativa indicada para substituição das lâmpadas incandescentes, pois de acordo Rodrigues (2002, p.13), possuem as seguintes vantagens:

- a) Consumo de energia em média 80% menor, resultando uma grande redução na conta de luz;
- b) Durabilidade aproximadamente 10 vezes maior, implicando uma enorme redução nos custos de manutenção e reposição das lâmpadas;
- c) Design moderno, leve e compacto;
- d) Aquecem menos o ambiente, representando uma forte redução na carga térmica das grandes instalações, proporcionando conforto e sobrecarregando menos os sistemas de ar condicionado;
- e) Tonalidade de cor adequada para cada ambiente, obtida graças à tecnologia do pó de tri fósforo.

Em ambientes onde a iluminação artificial é necessária por períodos maiores, é aconselhável a utilização de lâmpadas fluorescentes, que têm vida útil maior, mas que fica comprometida quando é necessário ligá-las e desligá-las muitas vezes (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

Nas garagens de uma OBM, onde o tráfego das viaturas é considerável, pois o deslocamento para uma ocorrência não possui um horário certo para ocorrer, assemelha-se com a recomendação da Câmara da Indústria da Construção (2008) para garagens de prédios maiores com intenso tráfego, o uso intercalado entre lâmpadas fluorescentes e incandescentes, sendo que as primeiras podem ser ligadas a circuitos compostos de temporizadores/sensores de presença, que vão garantir que elas não sejam ligadas muitas vezes ao decorrer do dia. Já as lâmpadas incandescentes devem ser ligadas somente aos sensores de presença, pois estas não são afetadas pela intermitência do “liga-desliga”. E conclui dizendo que a quantidade de lâmpadas em garagens pode ser reduzida, com a adoção de paredes, pisos e tetos claros, além da iluminação natural.

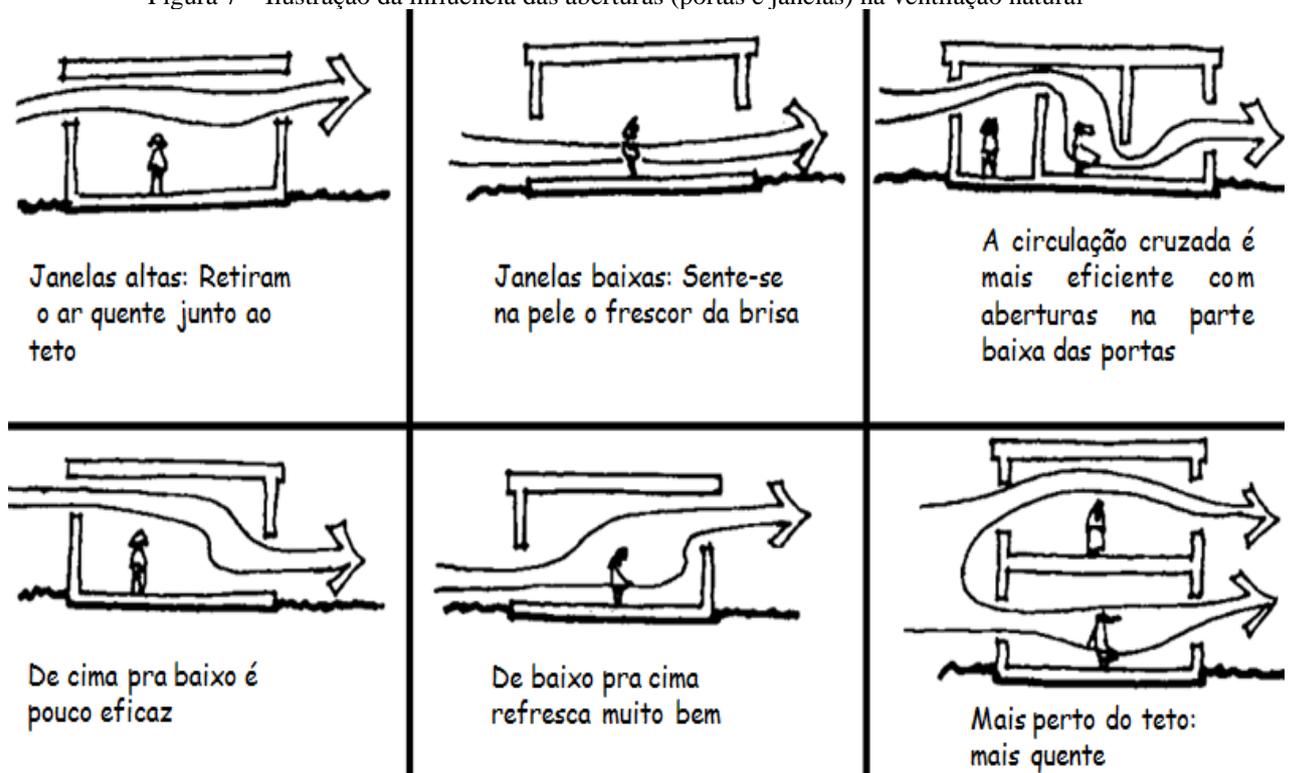
3.4 Ventilação Natural

A renovação de ar no ambiente deve proporcionar conforto e qualidade do ar interno. Este fenômeno pode ser dividido em duas categorias: ventilação e infiltração. A ventilação é o fluxo de ar que entra por aberturas planejadas como janelas e portas através de pressão natural ou artificial. Já infiltração é o fluxo de ar que vem do exterior para o interior da edificação através de frestas e outras aberturas não intencionais (VERSAGE, 2006).

Um sistema eficiente de ventilação é aquele onde há uma boa corrente de ar cruzando a sala, evitando que a brisa se dissipe. A compartimentação de uma construção impede a livre circulação de ar dentro dela e, por isso, desconecta a construção do clima externo (ROAF, 2006 apud TAVARES, 2010).

Ventilar bem os espaços para que ocorra uma boa circulação de ar no ambiente interno, depende muito das posições de portas e janelas em relação à direção do vento predominante (LENGEN, 2004, p.49).

Figura 7 – Ilustração da influência das aberturas (portas e janelas) na ventilação natural



Fonte: Lengen (2004).

3.5 Energia Solar Fotovoltaica

O abastecimento energético mundial é, atualmente, uma das questões mais estudadas devido ao quadro de rápidas mudanças ambientais observadas na última década. Neste sentido, a racionalização do uso de energia traduz-se, principalmente, na busca contínua de uma maior eficiência dos equipamentos, assim como no uso mais intenso de fontes renováveis de energia, tal como a solar (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010a).

De acordo Tiradentes (2007) o sol é uma imensa bola de gases incandescentes com um volume de cerca de 1,3 milhão de vezes o volume do nosso planeta. Uma gigantesca usina de força que consome 4 milhões de toneladas de matéria por segundo, mas ainda continuará a aquecer e iluminar a Terra por alguns bilhões de anos .

Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB, 2006) aproveitar a energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentar os desafios do novo milênio. O Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia. É a partir do Sol que se dá a evaporação, origem do ciclo das águas, que possibilita o represamento e a consequente geração de eletricidade (hidroeletricidade). A radiação solar também induz a circulação atmosférica em larga escala, causando os ventos. Petróleo, carvão e gás natural foram gerados a partir de resíduos de plantas e animais que, originalmente, obtiveram a energia necessária ao seu desenvolvimento, da radiação solar.

De toda a energia que o Sol transmite à Terra, apenas 23% vão efetivamente ser utilizados na geração de algum tipo de trabalho, atuando no clima, nos ventos, ondas, correntes e até no ciclo da água em todo o planeta e apenas 0,22% (aproximadamente $4,0 \times 10^{10}$ kW) vão penetrar no sistema biológico terrestre, por fotossíntese; isto é uma conversão de energia solar em energia química nos organismos vivos (TIRADENTES, 2007, p.12).

A energia solar fotovoltaica pode ser conceituada como a energia obtida através da conversão direta da luz solar em eletricidade. A conversão de energia solar em energia elétrica foi verificada pela primeira vez por Edmond Becquerel, em 1839 onde constatou uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor quando exposto a luz. Em 1876 foi montado o primeiro aparato fotovoltaico resultado de estudos das estruturas no estado sólido, e apenas em 1956 iniciou-se a produção industrial seguindo o desenvolvimento da microeletrônica (CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO, 2006).

A radiação solar pode ser convertida em energia elétrica, por meio de efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro possui como propriedade o surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, quando tal junção está a uma temperatura mais elevada do que as outras extremidades dos fios. Seu uso para geração tem sido impossibilitado pelos baixos rendimentos e um custo considerável dos materiais (ANTUNES; LAUREANO, 2008).

Quanto ao fotovoltaico Antunes e Laureano (2008) explicam que este efeito

[...] decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia). Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25%.

Em relação à conexão com a rede elétrica pública, os sistemas fotovoltaicos podem ser basicamente de dois tipos: sistema fotovoltaico isolado ou sistema interligado. No primeiro a energia elétrica gerada durante as horas de sol é armazenada em baterias, para ser utilizada inclusive à noite e em outros períodos sem sol. Já o segundo a energia elétrica gerada é totalmente injetada na rede elétrica pública, ou somente o excedente é injetado (RUTHER; SANTOS).

Segundo Tiradentes (2007) no caso específico da energia solar, são conhecidas basicamente três formas de captação e conversão: química, elétrica e térmica.

As formas mais importantes de conversão química da energia solar são os processos foto-bioquímicos. Os organismos biológicos classificados como produtores sintetizam carboidratos a partir de água e dióxido de carbono, absorvendo energia solar e a armazenando em forma de ligações químicas. Essa energia se dissipa através da cadeia alimentar e, em última instância é irradiada novamente ao espaço (TIRADENTES, 2007, p. 13).

Quanto à energia solar térmica, Niedhardt (2009) aduz que a energia proveniente da fonte solar produz calor ao incidir sobre um conjunto de moléculas. As moléculas na superfície dos materiais excitam-se ao receber energia radiante produzindo calor através de processos de absorção de fótons, aceleração de elétrons e difusão.

Já a transformação de energia solar em energia elétrica pode ocorrer através de dois processos: a conversão termoelétrica e a conversão fotoelétrica (NIEDHARDT, 2009).

As primeiras células solares foram desenvolvidas na década de 50 e utilizadas em satélites artificiais pela gigante americana de comunicações Bell Telephone. A eficiência dessas células ainda hoje é baixa, cerca de 18%, porque a maior parte da energia radiante coletada se perde na forma de calor (TIRADENTES, 2007).

A radiação solar pode ser absorvida por coletores solares, principalmente para aquecimento de água, a temperaturas relativamente baixas (inferiores a 100°C). O uso dessa tecnologia ocorre predominantemente no setor residencial, mas há demanda significativa e aplicações em outros setores, como edifícios públicos e comerciais, hospitais, restaurantes, hotéis e similares (ANTUNES; LAUREANO, 2008).

A ilustração a seguir, para facilitar o entendimento, demonstra como é o funcionamento dos componentes de um sistema fotovoltaico interligados a rede.

Figura 8 - Esquema do funcionamento dos componentes de um sistema fotovoltaico

Para funcionar, um sistema fotovoltaico depende de diversos componentes. Abaixo são descritos os componentes típicos de um sistema fotovoltaico do tipo interligado à rede.

Sol:

É o elemento principal, é a fonte de energia que ativa o material fotovoltaico, a partir da energia luminosa (fótons).

Módulos fotovoltaicos:

Contêm as células fotovoltaicas capazes de fazer a conversão da luz do sol em energia elétrica (em corrente contínua e variável).

Cabos de conexão:

Ligam aos módulos fotovoltaicos ao inversor e o inversor ao ponto de conexão à rede pública. Ou seja, transportam a energia gerada.

Caixa com componentes eletrônicos:

Nela estão dispostos o inversor e equipamentos de medição e controle. Tais equipamentos são descritos a seguir.



Instalação do Colégio Aplicação - UFSC

Inversor:

Garante que a energia gerada pelos módulos seja disponibilizada aos consumidores no mesmo padrão que a energia da rede comum (frequência, fase e tensão). A energia chega dos módulos para o inversor em corrente contínua e variável e sai do inversor para a rede (pública ou do prédio) em corrente alternada. Ele também impede que haja geração no momento em que a rede for desligada.

Sistema de monitoramento:

Monitora continuamente a geração e os sensores de temperatura e de irradiação solar incidente, e transmite os dados para um centro de controle.

Medidor de energia:

Contabiliza a energia gerada pelo sistema (em kWh). É similar ao medidor que a concessionária instala nas residências, mas ao invés de quantificar o consumo, ele indica a geração de energia.



3.6 Energia solar para aquecimento de água

Segundo Dadalto (2008) o aproveitamento da energia solar térmica, através de instalações de aquecimento solar de pequeno, médio e grande porte, tem se mostrado como uma solução técnica e economicamente viável para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro.

A utilização do sol como fonte de energia para o aquecimento de água depende da tecnologia a que a população tem acesso, do custo da tecnologia, da propriedade das inovações tecnológicas, da renda da população, e das políticas públicas e regulação que incentivem ou não o uso dessas tecnologias (DADALTO, 2008).

Sistemas de aquecimento solar de água diminuem o consumo no pico de demanda do sistema elétrico nacional, reduzindo investimentos em sistemas de geração, transmissão e distribuição, enquanto os sistemas de geração hidroelétricos necessitam de enormes volumes de água armazenados para funcionamento das turbinas, promovendo impactos socioambientais como inundações de áreas habitáveis e submersão de áreas verdes (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010b).

Uma grande virtude do aquecimento de água com energia solar é a redução do consumo de energia elétrica no horário de pico, ou seja, entre 19 e 21 horas nas residências, quando há um grande aumento de demanda de energia em decorrência do hábito das pessoas tomarem banho com chuveiro elétrico (DADALTO, 2008, p.58).

De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2010b) apesar dessa tecnologia já ser utilizada no Brasil, principalmente no setor residencial de média e alta renda, pode-se dizer que ainda é muito pequena a parcela das residências brasileiras que possui sistema de aquecimento solar de água, em contrapartida ao grande potencial existente no país.

No Brasil, a oferta de aquecedores solares de água, é composta basicamente de micros e pequenas empresas que tiveram uma evolução acentuada a partir de 1999. Tal evolução se consolidou com a crise do setor elétrico brasileiro de 2001 (FRANCO, 2002 apud DADALTO, 2008, p.54).

De acordo Dadalto (2008) a tecnologia é simples e os equipamentos podem ser fabricados em pequenas oficinas, com pequeno capital. Esse fato, associado à demanda crescente de equipamentos para substituir os chuveiros, tem sido um atrativo a novos entrantes.

A lógica do Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC – é diferente da lógica que vinha sendo desenvolvida no mercado brasileiro. O ASBC, como é conhecido, apesar de patentado, estimula que a pessoa execute o projeto do aquecedor solar de

baixo custo no estilo “faça você mesmo.” Sem custo de propriedade intelectual, qualquer pessoa pode buscar na internet o manual e fazer o seu próprio aquecedor solar de água. O custo do material está em torno de R\$ 100,00 (cem reais) (DADALTO, 2008, p.54).

Quanto ao benefício Petraglia, Junior e Coelho (2010) informam que os sistemas de energia solar não agredem o meio ambiente sendo umas das melhores opções para preservação ambiental, sendo muito viável para o Brasil pois é um dos países com maior incidência de irradiação solar. A economia na conta de energia mensal pode chegar até 40%. Rápido retorno do investimento. E há possibilidade de ter água quente em todos os pontos de água, banheiro, cozinha, lavanderia e é um sistema de alta durabilidade e eficiência.

Como exposto a cima, da mesma forma que o aproveitamento da energia solar pode ser aproveitado como fonte de energia elétrica e aquecimento de água nas residências, também é uma alternativa eficiente a ser adotada nas construções de uma OBM.

3.6.1 Componentes do aquecimento por energia solar

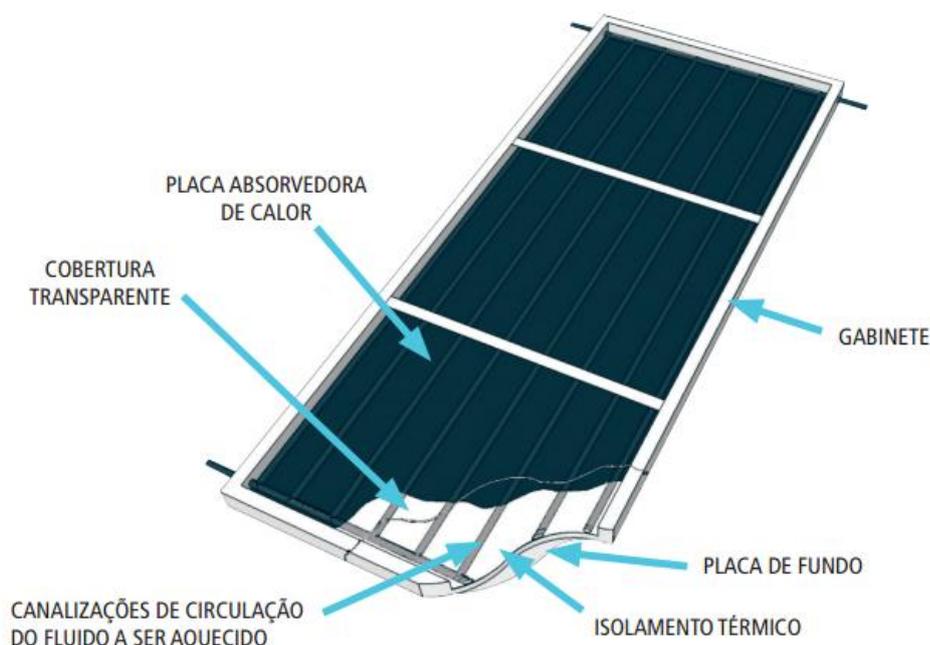
Segundo a Universidade Federal de Santa Catarina (2010b, p.36) “os sistemas de aquecimento solar de água são basicamente constituídos por coletores solares, reservatório térmico, fonte auxiliar de energia, sistemas de controle e rede de distribuição de água aquecida”.

Coletor solar é o dispositivo responsável pela captação da energia solar e conversão desta em energia térmica. Existem diversos modelos de coletores solares que diferem na forma construtiva e aplicação dos mesmos. Para uso em aquecimento residencial os coletores solares estão divididos basicamente em: planos, tubos evacuados e sem cobertura. Atualmente, o coletor plano é o mais empregado nas residências, e é destinado à aquecer a água a temperaturas inferiores a 100°C e as vantagens do coletor plano são a simplicidade construtiva, boa relação de custo para a temperatura de trabalho desejada, durabilidade e fácil manutenção. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010b).

Para maximizar o aproveitamento da radiação solar, pode-se ajustar a posição do coletor ou painel solar de acordo com a latitude local e o período do ano em que se requer mais energia. No Hemisfério Sul, por exemplo, um sistema de captação solar fixo deve ser orientado para o norte, com ângulo de inclinação similar ao da latitude local (BRASIL, 2005a).

Na figura a seguir, observa-se um coletor solar de placa plana com seus respectivos componentes.

Figura 9 - Detalhes construtivos de um coletor solar de placa plana



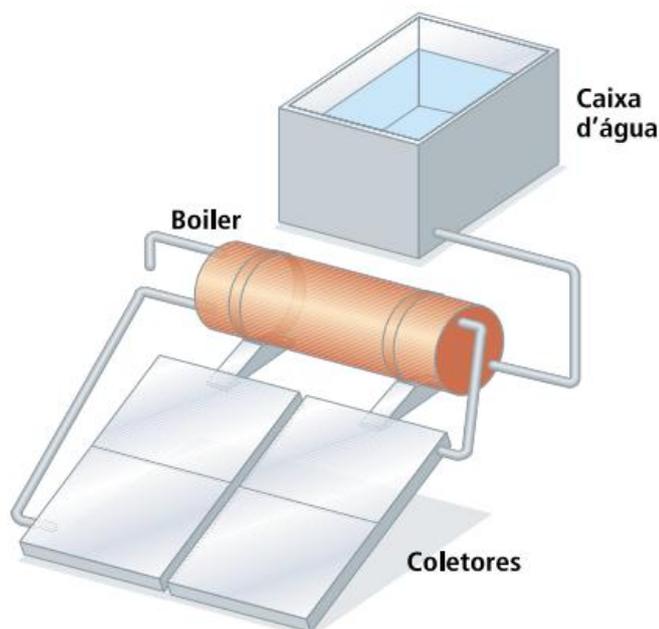
Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina (2010b)

Quanto ao funcionamento dos coletores, a Universidade Federal de Santa Catarina (2010b, p.37) ensina que,

[...] nos coletores solares de placa plana, a energia solar atravessa a cobertura de vidro sendo absorvida pela placa coletora, geralmente construída de cobre ou alumínio. Propriedades óticas seletivas são desejáveis para o material usado para recobrir a placa coletora de forma que a absorção da irradiação solar seja máxima, ao mesmo tempo em que as perdas por emissão térmica sejam mínimas. A placa coletora funciona como uma aleta, transportando o calor do fluido para uma serpentina de tubos de cobre conectada termicamente à placa por onde circula o fluido a ser aquecido. O processo de acoplamento entre a placa e a serpentina deve garantir uma pequena resistência térmica, sendo preferíveis soldagem ou brasagem em vez de contatos apenas mecânicos. O isolamento localizado na parte posterior e nas laterais da placa diminui as perdas térmicas para o ambiente, enquanto que a cobertura de vidro diminui as perdas por radiação e minimiza a convecção sobre a placa coletora, mantendo uma camada de ar estacionária sobre a mesma. A cobertura de vidro deve ser limpa regularmente para manter sua eficiência com relação à passagem da irradiação solar.

Os reservatórios térmicos são fundamentais para um bom rendimento no aquecimento, pois responsáveis pelo armazenamento da energia. Uma grande parte dos sistemas de aquecimento solar de água para fins residenciais funcionam por acumulação, pois a potência de aquecimento das placas coletoras é inferior à demanda instantânea de água aquecida. Além disso, como os períodos de consumo podem ocorrer em momentos distintos ao período de ganho de energia térmica solar, o uso de termo acumulação é praticamente indispensável (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010b).

Figura 10 - Ilustração de um Sistema Solar de Aquecimento de Água



Fonte: BRASIL (2005a).

Universidade Federal de Santa Catarina (2010b, p.61) conclui que,

a integração de sistemas solares fotovoltaicos às edificações urbanas tem aumentado significativamente nos últimos anos, principalmente nos países desenvolvidos, que buscam fontes de energia renováveis e não poluentes para contribuir com a matriz elétrica. Esse tipo de instalação evita os custos relativos à área ocupada, existentes nos sistemas instalados no solo, bem como os custos de preparação de terreno, fundações, suporte estrutural e conexão com a rede. A própria edificação proporciona a área e a estrutura de suporte, e a instalação elétrica da edificação atua como ponto de conexão entre o sistema e a rede elétrica pública. Espera-se que, em um futuro próximo, a energia solar fotovoltaica possa compor a matriz energética brasileira a custos competitivos. A promoção de um programa brasileiro de incentivo à geração distribuída com sistemas fotovoltaicos, aproveitando a experiência e as melhores práticas adotadas pelos países que já promovem esta forma de geração, pode resultar na economia de escala necessária para que o potencial de redução do custo dessa tecnologia seja atingido também no Brasil.

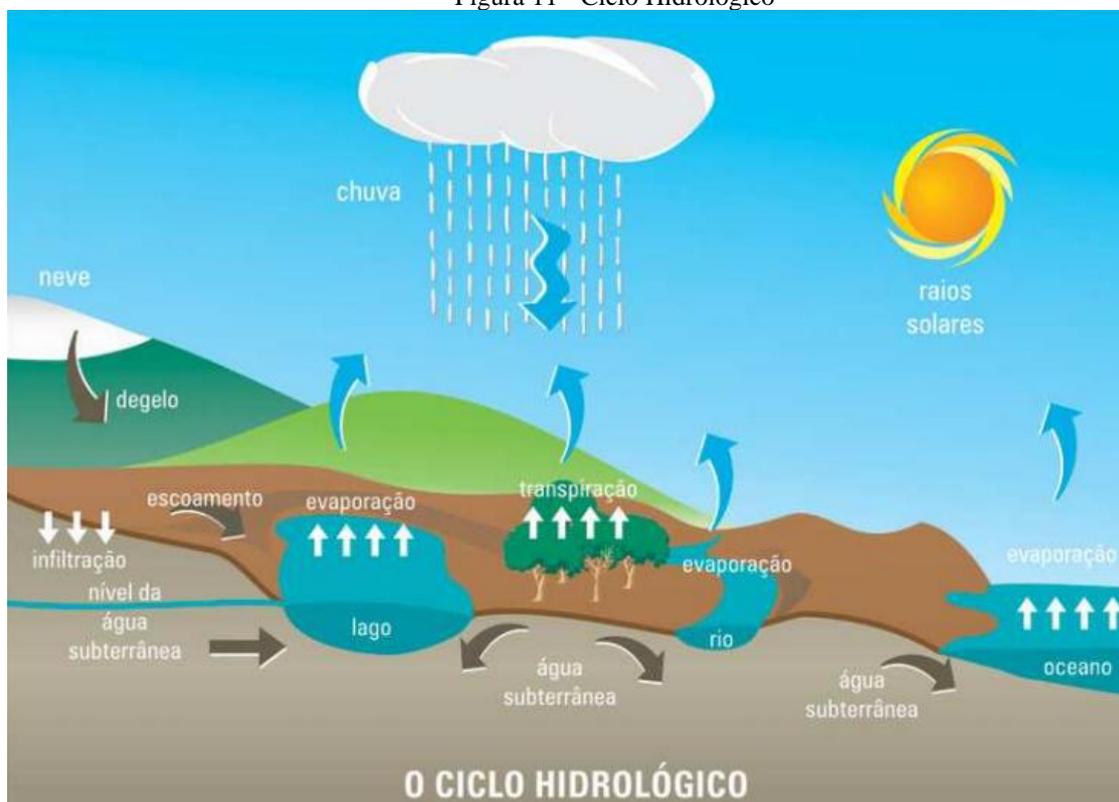
3.7 Uso racional da água

A água é um dos recursos naturais mais abundantes no planeta, com um volume total estimado em 1.386 milhões km³. Esse volume se distribui seguinte forma: 97,5% de toda água na Terra estão nos mares e oceanos, 1,7% nas geleiras e calotas polares, 0,7% está nos aquíferos subterrâneos, menos que 0,01% formam os rios, lagos e reservatórios e, ainda, uma porcentagem ínfima da água está distribuída em forma de vapor na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1999 apud FERNANDES, 2009).

Segundo Agopyan e John (2011), o Brasil dispõe cerca de 14% da água doce superficial do mundo, no entanto, 68% desses recursos estão localizados na Região Norte, que congrega menos de 8% da população do País enquanto o Nordeste, que abriga aproximadamente 28%, da população, dispõe apenas 3% da água doce disponível.

O processo de circulação da água no planeta chama-se ciclo hidrológico e pode ser resumidamente explicado da seguinte forma: o calor da radiação solar faz com que a água dos rios, lagos e oceanos evaporem e nas plantas, ocorra à transpiração. A água, em forma de vapor, acumula-se na atmosfera até que precipita sobre a superfície terrestre e os oceanos. Então a água de chuva que cai sobre a terra infiltra abastecendo os lençóis freáticos ou escorre formando os rios, que, eventualmente, acabam por desaguar em lagos ou nos oceanos, voltando a evaporar (FERNANDES, 2009, p.21).

Figura 11 - Ciclo Hidrológico



Fonte: Fernandes (2009).

Entre os muitos usos da água podem ser citados os usos consultivos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação e criação de animais; e os não consultivos: preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação e diluição de despejos (MOTA, 1997).

O quadro abaixo mostra os diferentes setores da sociedade onde a água é mais utilizada.

Quadro 02 – Setores da sociedade e uso da água

Setores da sociedade	
Doméstico	Como bebida, higiene pessoal, culinária, irrigação, lavagens diversas.
Público	Escolas, hospitais, entre outros estabelecimentos públicos, irrigação de parques, jardins públicos, lavagens de ruas, combate a incêndios.
Industrial	Como matéria prima (alimentícia, farmacêutica, gelo, etc.), como refrigeração (metalúrgica), onde é usada para lavagem (matadouro, tecido, papel, etc.), e como vapor (caldeiraria).
Comercial	Restaurantes, escritórios, oficinas, bares, etc.
Recreacional	Rios, lagos, piscinas, etc.
Agrícola/Pecuária	Lavagem de instalações, maquinários, utensílios, irrigação, bebida de animais.
Energia Elétrica	Gerando energia.

Fonte: Ghisi (2010 apud FARIAS, 2011).

Uma utilização correta da água é aquela em que não há desperdício. Mas para evitar o desperdício é necessário que as pessoas estejam conscientes, saibam a importância de economizar água, pois futuramente podemos abrir as torneiras e não acontecer absolutamente nada (ANTUNES; LAUREANO, 2008 p.43).

A conservação de água pode ser definida como qualquer ação que: reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento; reduza o consumo de água; reduza desperdício de água; aumente a eficiência do uso de água; ou ainda, aumente a reciclagem e o reuso de água (BRASIL, 2005b).

O desconhecimento, a falta de orientação e sensibilização das pessoas quanto à quantidade de água perdida pelo mau uso dos aparelhos e equipamentos hidráulicos, bem como vazamentos nas instalações, são alguns dos fatores responsáveis pelo desperdício de água, principalmente quanto ao desperdício em suas próprias residências (MARINOSKI, 2007).

Marinoski (2007) aduz que diversas ações são necessárias para a redução do consumo de água, como detecção e reparo de vazamentos, campanhas educativas, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água e estudos para aproveitamento de água pluvial e reúso de águas cinzas.

Águas cinzas segundo Peters (2006), são provenientes das unidades hidro-sanitárias, como lavatórios, chuveiros, a máquina e o tanque de lavar roupas e as águas advindas da bacia sanitária e da pia de cozinha é caracterizada como água negra.

De acordo Tomaz (2001), as medidas para conservação da água podem ser definidas como medidas convencionais ou não convencionais. As convencionais incluem a correção de vazamentos nos sistemas de distribuição de água, redução de pressão nas redes, reciclagem e reúso de água, leis sobre aparelhos sanitários e educação pública. Já as não convencionais são o uso de águas cinzas, uso de água da chuva, dessanilização e aproveitamento de água de drenagem do subsolo em prédio de apartamentos.

Marinoski (2007) discorre que a conscientização e sensibilização dos usuários visando a conservação da água, juntamente com a adoção de tecnologias economizadoras, podem se constituir em ações impactantes do consumo final de água, e afirma que os benefícios obtidos com o uso racional da água são amplos, tanto econômicos quanto ambientais como: economia nas contas de fornecimento de água; conservação dos recursos hídricos e preservação do meio ambiente.

Uma medida simples e eficiente na redução do consumo de água é substituição das torneiras convencionais por torneiras com componentes economizadores de água. As torneiras são usadas nos mais diversos pontos de uma edificação: lavatórios, pias, tanques, nos jardins e garagens e proporcionam as mais diversas utilizações da água, desde a ingestão humana até a lavagem de pisos. Esses componentes economizadores objetivam controlar a vazão e a dispersão do jato, principais causas do desperdício. Alguns desses dispositivos podem reduzir em 50% o valor da vazão nas mesmas condições de uso. Além dessa medida há a necessidade da verificação periódica de vazamentos das torneiras (MARQUES; MIRANDA, 2011).

Componentes economizadores de água têm como objetivo contribuir para a redução do consumo. Esses componentes podem ser adotados facilmente em fase de projeto. Já em edificações existentes e ocupadas, a substituição de equipamentos convencionais por componentes economizadores de água pode apresentar dificuldades técnicas e ser mais onerosa (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010b).

Os componentes economizadores de água devem ser adotados de acordo com a finalidade a que são destinados e com os usuários que irão utilizá-los. Para identificar os requisitos de desempenho a serem atendidos, é necessária adequada especificação e compreensão do funcionamento dos componentes, das atividades e usuários envolvidos. Não menos importante é a correta calibragem destes componentes, assim como a correta operação destes componentes e, ainda, a sensibilização dos usuários para o uso eficiente da água (Universidade Federal de Santa Catarina, 2010b, p.28).

O vaso sanitário e o chuveiro (banho) são os principais responsáveis pelo consumo de água, além disso, uma parcela significativa está destinada a fins em que não há necessidade do uso de água potável, tais como: descargas de vasos sanitários, rega de jardins,

lavagem de roupas, lavação de automóveis e calçadas. Estes usos com finalidades não potáveis podem representar em torno de 50% da água utilizada nas edificações (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2010).

Segundo Marinowski (2007), em média 50% da água potável utilizada nas edificações é para fins não potáveis, principalmente descargas de vasos sanitários, limpeza de veículos e calçadas e também lavagem de roupas. Nas OBM's essa porcentagem deve aumentar ainda mais pela grande quantidade de serviços diários que requer uma lavagem diária de viaturas, equipamentos e reabastecimento de viaturas de combate a incêndio, que requer grandes volumes de água (MARQUES; MIRANDA, 2011).

Segundo Nunes (2006) as bacias sanitárias são responsáveis por cerca de 30% do consumo em residências. Em edifícios comerciais e públicos, esse índice chega a mais de 60%, em alguns casos. O dispositivo de descarga deve liberar a quantidade de água necessária para que a bacia sanitária faça o arraste dos dejetos pela tubulação. Campos (2008) diz que as bacias convencionais faziam o arraste com, no mínimo, 9 litros. Outras chegavam a consumir 12 litros de água. Sendo assim, é importante que sejam utilizados vasos sanitários com válvula de descarga de acionamento seletivo, que possui um sistema duplo de descarga, possibilitando ao usuário escolher o volume a ser utilizado, em geral 3,4 litros por acionamento para descarga de líquidos e de 6,8 litros por acionamento para descarga de sólidos. Hamzo e Barreto (2007 apud TAVARES, 2010) verificaram a eficiência e economia de água de dispositivos seletivos de descarga e constataram uma redução média de 42,4% no consumo de água dos vasos sanitários com utilização do dispositivo seletivo de descarga, comparados com vasos sanitários sem dispositivo.

De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2010b) o potencial de redução do consumo total de água proporcionado pela substituição de equipamentos convencionais por componentes economizadores podem variar em função das condições locais e também dos hábitos dos usuários, entretanto, a economia de água oferecida pela instalação desses componentes economizadores pode ser mais significativa quando aliada a um trabalho de conscientização.

Dentro da realidade do Corpo de Bombeiros, Marques e Miranda (2011, p.8) aduzem que

a água é a principal aliada do Bombeiro para a execução de suas atividades diárias de combate a incêndio, e a sua correta manipulação influenciará no êxito ou no fracasso da sua missão de combate ao fogo e ela não está presente apenas nos caminhões de combate a incêndio, mas faz parte da rotina diária dos quartéis através da lavação das viaturas e mangueiras, preparação de alimentos, higiene pessoal, e em alguns lugares é utilizada para cultivo de algumas hortaliças. Também pode-se

citar, entre outros exemplos, que durante desastres onde existe abundância de água, como em enchurradas e enchentes existe a falta desse recurso para consumo.

Como alternativa de redução do consumo de água no ambiente de uma OBM, devido a maior parte do efetivo ser do sexo masculino, nos banheiros são adotados os mictórios que podem ser individuais ou coletivos. Os mictórios individuais, que são aqueles utilizados por um único usuário por vez e geralmente são fabricados de louça cerâmica têm a vantagem de proporcionar mais economia e higiene que o coletivo, pois o acionamento do aparelho é individual. Todavia existe a possibilidade de instalar-se um temporizador eletrônico para que seja feita a regulagem do intervalo entre descargas e do tempo de duração da descarga, diminuindo ainda mais o consumo de água. Outra alternativa simples e barata seria a adoção do mictório ecológico, onde a água utilizada para lavar as mãos é reaproveitada para a descarga (MARQUES; MIRANDA, 2011).

3.7.1 Aproveitamento de água pluvial

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois estes possibilitam reduzir o consumo de água potável diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento; minimizar riscos de enchentes e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004 apud MARINOSKI, 2007).

Segundo Fernandes (2009) o reaproveitamento da água de chuva para abastecer certas áreas da residência gera economia e contribui para a preservação do recurso já tão escasso em boa parte do mundo. É uma ação de responsabilidade social, já adotada por boa parte das construtoras e por cidadãos comuns na Europa, mas que, infelizmente, ainda é rara no Brasil.

Em Santa Catarina, o Decreto nº 099, de 1º de março de 2007, obriga todas as obras públicas ou privadas, financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, a implantarem sistema de captação ou retenção de águas pluviais. O Artigo 1º deste Decreto estabelece que “todas as construções novas e reformas de prédios públicos deverão prever sistema para captação de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos” (SANTA CATARINA, 2007).

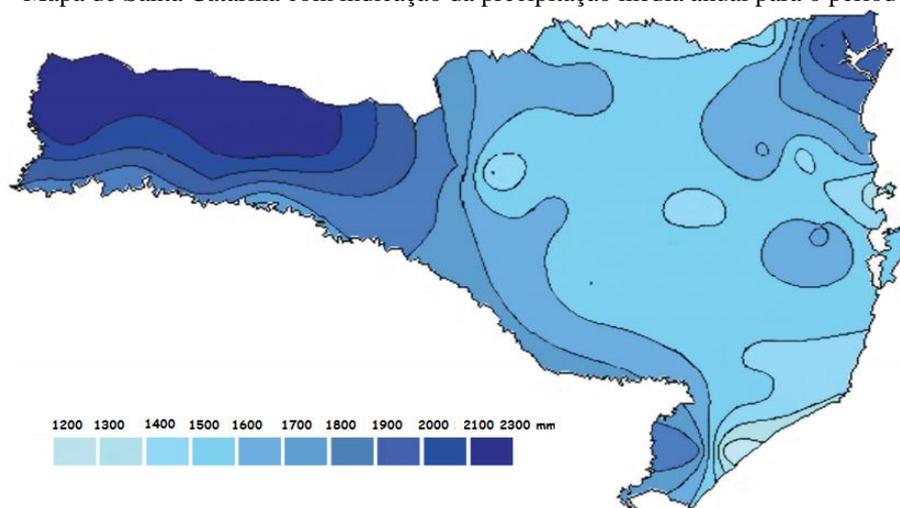
Segundo Marinoski (2007) a viabilidade de implantação do sistema de captação de água da chuva depende dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda por

água. E para projetar tal sistema é necessário conhecer alguns fatores ambientais da região em que se encontra o quartel, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água.

De acordo com o manual da Agência Nacional das Águas, a metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva envolve as seguintes etapas: determinação da precipitação média local (mm/mês); determinação da área de coleta; determinação do coeficiente de escoamento superficial; caracterização da qualidade da água pluvial, projeto do reservatório de descarte; projeto do reservatório de armazenamento; identificação dos usos da água (demanda e qualidade); estabelecimento do sistema de tratamento necessário; projeto dos sistemas complementares (BRASIL, 2005b).

No Estado de Santa Catarina um estudo do potencial de economia de água potável utilizando água pluvial para fins não potáveis em 66 municípios catarinenses. Com base em dados fornecidos pela Companhia de Abastecimento de Água do Estado, tais como: população e consumo de água dos municípios e índices pluviométricos fornecidos pela Empresa de Pesquisas Agropecuárias e Extensão Rural de Santa Catarina, foi possível verificar o potencial de economia de água tratada juntamente com a análise das áreas de telhados estimados de cada município, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Como resultados, verificou-se que 86% dos municípios, o que representa 57 cidades, alcançaram um potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais superior a 50%. A média de economia de água potável obtida neste estudo para os 66 municípios catarinenses analisados foi de aproximadamente 74% (MONTIBELLER; SCHMIDT, 2004 apud MARINOSKI, 2007).

Figura 12 - Mapa de Santa Catarina com indicação da precipitação média anual para o período de 2000 a 2006



Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2007).

Os componentes para a captação e armazenamento da água pluvial são compostos basicamente por: uma área coletora (telhados ou lajes); calhas e tubulações, responsáveis em transportar a água coletada até o local de reserva (cisterna); peças para filtragem e limpeza da água, que retém materiais sólidos e impurezas; bombas de recalque que lançam a água

captada para um reservatório superior, e este, por fim, distribui para os pontos de abastecimento desejados (ANTUNES; LAUREANO, 2008).

A ilustração a seguir mostra o esquema do funcionamento de um sistema de captação de água de chuva em uma residência, sendo de que o mesmo modelo pode ser usado na estrutura de um quartel.

Figura 13 - Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva em residências



Fonte: Bella Calha (2007 apud MARINOSKI 2007).

Assim, sendo possível captar água de chuva de diversas áreas, deve-se dar preferência para as mais limpas, que não sejam destinadas para o trânsito de pessoas ou animais e que estejam acima do local onde será instalado o reservatório de armazenamento, para sua alimentação ser por gravidade. Daí a preferência, por áreas de coberturas (Universidade Federal de Santa Catarina, 2010b).

Segundo Marinowski (2007) no sistema de aproveitamento de água pluvial o reservatório é um dos componentes mais importantes, e deve ser dimensionado, tendo principalmente como base, os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, áreas de captação, regime pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema.

Para a utilização da água de chuva necessita-se um controle da qualidade e a verificação da necessidade de tratamento, a fim de propiciar segurança à saúde do usuário e o não comprometimento da vida útil dos componentes do sistema de aproveitamento (Peters, 2006).

Peters (2006) ainda discorre sobre os fatores que influenciam na qualidade da água de chuva, destacando principalmente: localização geográfica (áreas urbanas ou rurais); proximidade do oceano; proximidade de áreas com vegetação; proximidade de áreas mineradas e indústrias; condições meteorológicas e estações do ano.

Outro fator a considerar sobre a qualidade da água de chuva, destacado por Marinoski (2007, p.22) é o local físico onde ocorre a coleta.

Quadro 3 - Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta

Grau de purificação	Área de coleta de chuva	Observações
A	Telhados (lugares não frequentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

Fonte: Group Raindrops (2002 apud MARINOSKI 2007).

Quanto às vantagens da utilização de água pluvial, segundo Aquastock (2005) apud Silveira (2008, p.12) temos:

- a) Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- b) Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc;
- c) Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio;
- d) Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância todos os telhados;
- e) Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- f) Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Segundo Marques e Miranda (2011), os quartéis do CBMSC possuem uma característica de possuir grandes coberturas devido ao local onde as viaturas que desempenham as atividades fins ficam alojadas, tendo assim, somando com os fatores já citados, um bom proveito para a captação de água de chuva. Também orientam que é muito importante, para a efetividade desse processo, ter uma ideia parcial da quantidade de água consumida no quartel, para calcular a vazão constante que necessitará possuir o reservatório e informam que no setor de finanças da OBM é possível verificar o consumo mensal de água. Porém somente com um estudo específico será possível identificar o volume exato que é utilizado para fins não potáveis, ao qual a água da chuva será destinada.

4 CONCLUSÃO

A sustentabilidade possui um conceito muito complexo e neste trabalho ele pôde ser entendido em seu sentido amplo. A cada dia as questões envolvidas com o meio ambiente vêm ganhando maior importância. Pensar e agir de forma sustentável estão deixando de ser um modismo. Muitas empresas e organizações estão se tornando mais conscientes e responsáveis com o meio ambiente.

Para uma obra ser considerada sustentável, deverá atender alguns princípios e condições já pré-estabelecidas. Conforme exposto o setor da construção civil é um dos maiores causadores de impactos ambientais, seja pelos resíduos gerados, consumo indevido de energia, transporte de materiais e também pela falta de planejamento no alcance de uma melhor eficiência energética.

Os Corpos de Bombeiros são atores altamente significativos dentro do processo da manutenção da defesa ambiental. O CBMSC no intuito de cumprir o seu lema institucional, no qual encontra inserido à proteção ambiental, atua em diversas áreas como: combate a incêndios florestais, controle de acidentes de produtos perigosos, salvamento de animais silvestres em situação de risco, mas com seu rápido crescimento, abrangendo cada vez mais cidades catarinenses, não vem se atentando aos fatores positivos de adotar medidas sustentáveis em suas construções, diminuindo o impacto ambiental causado por elas.

Como disse Murer (2009) não se conhece na instituição nenhuma estrutura formal voltada às finalidades de proteção e conservação dos ecossistemas, nem mesmo projetos ou planejamentos específicos na área ambiental. Essa formalização é uma necessidade para que as iniciativas promovidas pelo CBMSC deixem de ser esparsas e se tornem pontuais e abrangentes.

Como exemplo da relevância do assunto, em 2012 serão construído sete grupamento de bombeiros em Brasília que adotarão medidas sustentáveis como um sistema de reaproveitamento de água, climatizadores e aquecimento solar.

O trabalho citou as principais premissas sustentáveis que podem ser adotadas, ainda na fase de projeto, assim como em OBMs já construídas. São elas: avaliação do impacto no meio ambiente; implantação e análise do entorno; a escolha correta dos materiais, um planejamento focando uma eficiência energética, iluminação natural, ventilação natural, energia solar, aquecimento solar, uso racional da água e também o aproveitamento de água pluvial. Atitudes essas, que além de resultar em uma economia, contribuirão para o meio ambiente e torna-se mais um mérito para a corporação.

Pode-se verificar que muitas formas de redução do consumo de água nas unidades não geram custos. Outras formas de redução e reaproveitamento que necessitam de algum investimento são viáveis em poucos meses, ou seja, o retorno do investimento é certo nesses casos. Medidas que se não forem focadas nas construções atuais, possivelmente terão de passar por uma adequação no futuro.

Com base na pesquisa efetuada, recomenda-se que a corporação elabore uma diretriz administrativa com intuito de padronizar as construções do CBMSC, impondo os conceitos envolvidos com sustentabilidade nos futuros quartéis, como também a adaptação de quartéis já construídos. Podendo ser modificada e adaptada de acordo o interesse da corporação e também ampliadas após estudos mais específicos realizados futuramente.

Este trabalho destacou principalmente a parte mais conceitual dos termos envolvidos em sustentabilidade em uma construção. Sugere-se, assim, que sejam realizados estudos mais específicos dentro de cada medida apresentada, ressaltando sempre a importância do assunto e os benefícios que trará para a corporação.

Ser socialmente responsável é fazer com que todos os envolvidos no processo tomem consciência dos limites dos recursos naturais e da necessidade de redução dos impactos ecológicos. O desafio é construir com menor impacto ambiental e maiores ganhos sociais sem gerar onerosos custos. Atingir o objetivo de um quartel sustentável vai além do conhecimento adquirido sobre o assunto. Não é apenas uma questão de técnicas e habilidades, mas de uma atitude mental e física no trato dos problemas e ideias ambientais, pois a conscientização de cada integrante da organização, em sua prática diária, é fundamental para atingir o objetivo de conservar o meio ambiente e proporcionar para as gerações futuras uma melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2010.** Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf> Acesso em: 12 Fev. 2012.
- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade nas construções civis.** 1. ed. Edgard Blücher, 2011.
- BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Conservação e reuso da água em edificações.** São Paulo: ANA. 2005b. Disponível em: <www.ana.gov.br> Acesso em: 02 de Mar. 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** 2º. ed. Brasília: ANEEL. 2005.
- ANTUNES; André pereira; LAUREANO, Antônio Michel Graboski. **Construção sustentável: Principais Tecnologias e Inovações.** 2008. 98f. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2008.
- ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável.** 2005. Disponível em: <http://www.universia.com.br/html/materia/materia_gcbj.html>. Acesso em: 02 Dez. 2011
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para produção e consumo sustentáveis.** 2010. Portaria nº 44, de 13 de fevereiro de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/243/_arquivos/plano_de_ao_para_pcs___documento_para_consulta_243.pdf> Acesso em: 22 Jan. 2012.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA NA CONSTRUÇÃO. 2011. **Desenvolvimento com sustentabilidade.** Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Programa-Construcao-Sustentavel.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2012.
- CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de sustentabilidade na construção.** Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.
- CAMPOS, Marcus André Siqueira. **Aproveitamento da água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos.** 2008. Dissertação. (Mestrado Construção Civil). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008.
- CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. **Energia solar, princípios e aplicações.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>> Acesso em: 21 Fev. 2012.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Impactos da construção.** Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/construcaosustentavel/introducao.php>>. Acesso em: 23 Jan. 2012.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Materiais, componentes e a construção sustentável.** 2009. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/userfiles/materiais/CT_materiais.pdf>. Acesso em: 17 Fev. 2012.

CORRÊA, Lázaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em:

<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>> Acesso em: 15 Fev 2012.

DADALTO, Elder Antônio. **Utilização da energia solar para aquecimento de água pela população de baixa renda domiciliar em habitações populares**. 2008. 106 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível

em:<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Elder%20Antonio%20Dadalt o.pdf>> Acesso em: 14/02/2012

DRUSZCZ, Mônica Tabor. **Avaliação dos aspectos ambientais dos materiais de construção civil: Uma revisão bibliográfica com estudo de caso do bloco cerâmico**. 2002. 153f. Dissertação (Mestrado em construção civil) – Universidade Federal do Paraná, 2002. Disponível em: <www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0002.pdf> Acesso em: 18 Fev 2012.

Duffeck, Edmilson. **O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e a preservação do meio ambiente como missão institucional**. 2011. 65 f. Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ECODHOME. **Iluminação natural na arquitetura sustentável**. Disponível em: <http://www.ecodhome.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86:iluminacao-natural-na-arquitetura-sustentavel&catid=41:eficiencia-energetica&Itemid=83> Acesso em: 29/02/2012

ENERGIAS DE PORTUGAL. **Guia prático da eficiência energética: o que saber & fazer para sustentar o futuro**. 2006. Disponível em: <http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf>. Acesso em: 17 de Jan 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA – EPAGRI. **Gerência de recursos naturais. estação meteorológica de florianópolis**. Estação Climatológica Principal. 2007. Disponível em: <<https://www.ciram.epagri.sc.gov.br>> Acesso em: 05 de Mar. 2012.

FARIAS, Karoline Furghestti. **Reaproveitamento da água da chuva para fins não potáveis no Centro de Ensino Bombeiro Militar De Santa Catarina**. Curso de Formação de Soldados. Biblioteca CEBM, 2011.

FERNANDES, André Luiz Genelhu. **Sustentabilidade das construções: Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água**. 2009. 45 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2009.

GELLER, H. S. **Revolução Energética: políticas para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDIFICAÇÃO ECOLÓGICA. **Nove passos para a obra sustentável**. 2008. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/pdf/nove_passos.pdf> Acesso em: 15 Fev 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. Porto Alegre: Atlas, 2005.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA Fernando. O. R. **eficiência energética na arquitetura**. Editora PW: São Paulo, 1997. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf> Acesso em: 21 jul. 2008.

LENGEN, Johan Van. **Manual do arquiteto descalço**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto: 2004.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. 2007. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MARQUES, Marcos L.; Miranda, João E. M. **Proposta de medidas para reaproveitamento e redução no consumo de água: um estudo para implementação nos quartéis do CBMSC**. Curso de Formação de Oficiais. Artigo não publicado. Florianópolis, 2011.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997

MURER, Gladimir. **A missão ambiental do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e seu papel junto ao Sistema Nacional do Meio Ambiente**. 2009. 73 f. Monografia (Especialização em Administração Pública com ênfase na Gestão Estratégica de Serviços de Bombeiro Militar) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

NIEDHARDT, José Tomas. **Novas perspectivas para a energia solar no Brasil**. 2009. 52 f. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia para obtenção do título de especialista) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2009.

NUNES, R. T. S. **Conservação da água em edificações comerciais: Potencial de Uso Racional e Reuso em Shopping Center**. 144p. Dissertação de Mestrado – UFRJ, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/rtsnunes.pdf> Acesso em: 23 Fev 2012.

OLYMPIAWA. **Fire departament: Station 4**. Disponível em: <<http://olympiawa.gov/city-services/fire-department/station-4>> Acesso em: 12/02/2012

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis: breves conceitos**. Conjuntura e Planejamento. 2006. Salvador: SEI, n.149. . Disponível em: <http://ieham.org/html/docs/Conceitos_Energias_renov%E1veis.pdf> Acesso em: 04/02/2012

PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon. **A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. 2009.** Disponível em: <<http://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/viewFile/266/195>> Acesso em: 27/01/2012.

PERSPECTIVAS DO MEIO AMBIENTE MUNDIAL. BRASÍLIA: IBAMA: PNUMA, 2002.

PETERS, Madelon Rebelo. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial.** 2006. 109f. Monografia (Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006..

PETRAGLIA, Gustavo; JÚNIOR, Célio; COELHO, Felipe. **Eficiência energética na arquitetura.** 2010. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2010-1/tecnologia_sustentavel/tecnologia_sustentavel_2010-1.pdf> Acesso em: 20/01/2012

RAMOS, Greice. **Análise da iluminação natural calculada por meio do programa Energyplus.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

RODRIGUES, Pierre. **Manual de iluminação eficiente.** Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 1ª. Edição. Julho 2002. Disponível em: <http://www.cqgp.sp.gov.br/gt_licitacoes/publicacoes/procel%20predio_pub_manual_iluminacao.pdf> Acesso em: 14 de Fev de 2011.

RUTHER, Ricardo; SANTOS, Ísis Portolan. **Energia solar fotovoltaica.** 2011. Disponível em: < <http://www.fotovoltaica.ufsc.br/conteudo/paginas/6/painel-inct-2011-0-cartilha-energia-solar-fotovoltaica.pdf> > Acesso em: 14 de Fev de 2012.

SANTA CATARINA. **Decreto n° 099, de março de 2007.** Procuradoria Geral do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.pge.sc.gov.br/index.php?option=com_wrapper&Itemid=163. Acesso em: março de 2009>.

SILVEIRA, Bruna Quick. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais.** 2008. 44 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Reuso%20Da%20C1gua%20Pluvial%20Em%20Edifica%20E7%20Residenciais.pdf>> Acesso em: 02 Mar. 2012.

TAVARES, Priscila de Oliveira. **Aplicação do conceito de sustentabilidade em construções residenciais.** 2010. 34f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/Monografia%20Priscila%20Tavares%20Final.pdf>> Acesso em: 14 Fev 2012.

TIRADENTES, Átalo A. Rodrigues. **Uso da energia solar para geração de eletricidade e para aquecimento de água**. 2007. 54 f. Monografia (Especialização em Energia Solar) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/MonografiaAtaloTiradentes.pdf>> Acesso em: 22 Fev. 2012

TOLEDO, Beatriz Guimarães. **Integração de iluminação natural e artificial: Métodos e guia prático para projeto luminotécnico**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, 2008. Disponível em: <http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/2136/1/2008_BeatrizGuimaraesToledo.pdf> Acesso em: 14 Fev 2012.

TOMAZ, P. **A economia de água para empresas e residências: um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. São Paulo. Navegar Editora, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Desempenho térmico de edificações**. 3º ed. Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/150.pdf>> Acesso em: 22 Fev. 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Eficiência Energética. **Casa eficiente: consumo e geração de energia**. Florianópolis: UFSC/ LabEEE, 2010a. v. 2. Disponível em: <<http://www.casaeficiente.com.br>>. Acesso em: 18 de Jan. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Eficiência Energética. **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC/ LabEEE, 2010b. v.3. Disponível em: <<http://www.casaeficiente.com.br>>. Acesso em: 18 de Jan. 2012.

VERSAGE, Rogério de Souza. **Ventilação natural e desempenho térmico de edifícios verticais multifamiliares em Campo Grande, MS**. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.