

Universidade de Taubaté
João Guilherme Fernandes Oliveira

**A importância de sistemas de construções sustentáveis para a
redução do impacto da construção civil ao meio ambiente**

Taubaté - SP
2019

Sistema Integrado de Bibliotecas SIBi/UNITAU
Biblioteca Setorial de Gestão e Negócios/Civil

Ficha

O48i Oliveira, João Guilherme Fernandes

A importância de sistemas de construções sustentáveis para a redução do impacto da construção civil ao meio ambiente /João Guilherme Fernandes Oliveira. - 2019.
78f.:il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Civil, 2019.

Orientação: Prof. Me. Leonardo do Nascimento Lopes, Departamento de Engenharia Civil.

1. Sustentabilidade. 2. Eficiência energética. 3. Responsabilidade da construção civil. 4. Planejamento inteligente. I. Título.

CDD 693

João Guilherme Fernandes Oliveira

**A importância de sistemas de construções sustentáveis para a
redução do impacto da construção civil ao meio ambiente**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do
Certificado de Especialização pelo Curso de Engenharia
Civil da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Leonardo do Nascimento Lopes

**Taubaté - SP
2019**

JOÃO GUILHERME FERNANDES OLIVEIRA

A IMPORTÂNCIA DE SISTEMAS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A REDUÇÃO DO IMPACTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL AO MEIO AMBIENTE

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do
Certificado de Especialização pelo Curso de Engenharia
Civil da Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Assinatura: _____

Dedico este trabalho de Graduação à Deus, a meu pai Jefferson Avila Oliveira, minha mãe Heliandra Fernandes Oliveira, minha irmã Maria Eduarda Fernandes Oliveira, responsáveis por me guiarem no caminho dos meus objetivos, transformando meu sonho em realidade.

João Guilherme Fernandes Oliveira

AGRADECIMENTOS

À Deus, responsável por todas as bênçãos durante minha trajetória, por toda a capacidade que me proporcionou e pela força de vontade que me deu.

A minha família, meu honrado pai Jefferson Avila Oliveira, minha honrada mãe Heliandra Fernandes Oliveira e minha honrada irmã Maria Eduarda Fernandes Oliveira, que sempre foram os pilares que me mantivera estável nesta conquista da minha vida e ao meu companheiro Gabriel Renan Ferreira Cardoso, que sempre me apoiou e confortou. Este agradecimento é a amostra da grande importância que essas pessoas representam em minha vida, a união e o respeito foram as bases de uma estrutura familiar aplicada ao longo dos anos que nos trouxeram até esta graduação.

Aos meus professores que na trajetória pelo conhecimento, me guiaram até a bagagem atual de conhecimentos que possuo.

Ao meu orientador, Prof. Me. Leonardo do Nascimento Lopes, que me conduziu ao caminho do conhecimento, me proporcionando aplicar meu panorama referencial de possibilidade, me recheando de conhecimento.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”.

Aldo Novak

RESUMO

Considerando que com o passar dos anos a população vem aumentando drasticamente com o avanço das tecnologias de medicamentos e combate a doenças e embora esses avanços científicos representem um enorme bem a humanidade, dando longevidade as pessoas, isso acarreta em uma superlotação, evidenciada nas grandes cidades. Com mais pessoas do que locais de moradia, há a necessidade de inovações, principalmente na área de construção civil que abriga essas pessoas. Com isso se tem a necessidade de criar práticas sustentáveis que possam acomodar os indivíduos sem afetar o meio ambiente. Este Trabalho de Graduação teve como objetivo apresentar a importância do uso consciente dos métodos construtivos, planejamento inteligente da obra, materiais empregados na construção e técnicas de sustentabilidade para uma construção residencial. No decorrer da revisão de literatura fica evidente a importância do uso consciente, racional e reuso de materiais, sendo que os recursos que possuímos são esgotáveis e afetam diretamente no ecossistema do planeta, com isso, cabe aos responsáveis da área a busca pelo desenvolvimento, tanto de técnicas quanto de tecnologias que amenizem esse impacto. Também apontadas informações sobre a importância da evolução de novas tecnologias que possibilitem construções inteligentes, ou seja, com eficiência energética, reuso de recursos e a aplicação de materiais que possibilitam menor impacto ambiental. O conteúdo final reforça uma discussão que tem tomado força ao passar dos anos considerando a responsabilidade da construção civil no quadro geral do meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade, eficiência energética, responsabilidade da construção civil e planejamento inteligente.

ABSTRACT

Considering all over the years the population has been drastically increasing with the advancement technologies medicine and fight against diseases and although these scientific advances represent a great thing to humanity, giving people longevity, this results in an overcrowding, evidenced in the big cities. With more people than places to live, there is a need for innovation, especially in the area of construction that shelter these people. With this there's need to create sustainable practices that can adapt people without affecting the environment. This graduation work aimed to present the importance of conscious use of construction methods, intelligent construction planning, materials used in construction and sustainability techniques for a residential construction. In the course of the literature review, the importance of conscious, rational and reuse of materials is evident, and the resources we have are limited and affect directly the planet's ecosystem. As a result, it is up to those responsible for the area to seek the development of both techniques and technologies that decrease this impact. Also the information on the importance of the evolution of new technologies that enable intelligent constructions, that is, with energy efficiency, reuse of resources and the application of materials that enable lesser environmental impact, so pointed all. The final content reinforces a discussion that has taken strength over the years considering the responsibility of construction in the general environment.

Keywords: Sustainability, energy efficiency, civil construction responsibility and smart planning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 A importância da Sustentabilidade	4
3.2 Processo de Projeto Integrado de Edificações e a importância no planejamento	5
3.3 Reconhecimento mundial da crise de sustentabilidade	5
3.3.1 Gases nocivos.....	6
3.3.2 Água	7
3.3.3 Esgoto	8
3.3.4 Resíduos.....	9
3.4 Desenvolvimento Histórico	9
3.5 Integração da sociedade.....	11
3.6 Gestão ambiental.....	12
3.7 Ferramentas de avaliação de materiais sustentáveis	14
3.8 Materiais de Construções Sustentáveis	15
3.8.1 Importância da produção de normas para materiais sustentáveis e suas classificações..	15
3.8.2 Os Materiais	15
3.8.2.1 Alvenaria.....	16
3.8.2.2 Cerâmica	17
3.8.2.3 Drywall	18
3.8.2.4 Aço	19
3.8.2.5 Cimento.....	20
3.8.2.6 Madeira	20
3.8.2.7 Tintas e vernizes.....	22
3.8.2.8 Vidro.....	23
3.9 Reutilização dos resíduos sólidos	24
3.10 Aspectos relevantes da Construção Sustentável	29
3.11 Prioridade para a construção sustentável.....	32
3.12 Inserção da sustentabilidade nos processos de projetos de edificações	33
3.12.1 Importância no planejamento.....	33
3.12.2A importância dos projetos Simultâneos	35

3.12.2.1 Sistemas BIM.....	36
3.13 Selos de Certificação Ambiental na Construção Civil	37
3.13.1 Surgimento das certificações	37
3.13.2 Parâmetros para a certificação	38
3.13.3 Certificação no Brasil	40
3.13.4 Selo LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)	41
3.13.5 Selo AQUA (ALTA QUALIDADE AMBIENTAL)	42
3.14 Métodos construtivos que amenizem o impacto da construção civil	44
3.14.1 Telhado Verde.....	44
3.14.1.1 Origem do telhado verde	44
3.14.1.2 O aumento das áreas verdes em meios urbanos	46
3.14.1.3 Efeito positivos aos seres humanos com a aplicação do telhado verde.....	47
3.14.1.4 Custos	47
3.14.1.5 Benefícios	48
3.14.2 Concreto permeável.....	49
3.14.2 .1 Determinação de concreto permeável.....	49
3.14.2.2 Efetivas aplicações	49
3.14.2 .3 Vantagens.....	50
3.14.2 .4 Questões Ambientais	51
3.14.2 .5 Considerações quanto a economia	51
3.14.2 .5 Utilização em rodovia.....	52
3.14.2 .5 Limitações.....	52
3.14.3 Painéis Fotovoltaicos.....	52
3.14.3.1 Energia solar e suas características	52
3.14.3.1 Energia solar no Brasil.....	53
3.14.3.1 Sistematização da conversão da energia solar	54
3.14.3.1 Custo benefício.....	54
3.14.4 Tijolo Ecológico.....	56
3.14.4.1 Composição.....	56
3.14.4.2 Aspectos positivos.....	56
3.14.4.3 Aspectos desfavoráveis.....	59
3.14.5 Sistemas de captação de água	60
3.14.5.1 Estilo de captação de águas superficial	60

3.14.5.2 Estilo de capitação de águas subterrâneas	60
3.14.5.3 Consumo doméstico	61
3.14.5.4 Consumo na indústria	62
3.14.5.5 Aproveitamento da água das chuvas	62
3.14.6 Lâmpadas LED	65
3.14.6.1 Iluminação essencial a rotina da humanidade.....	65
3.14.6.2 Qualidade no emprego de Lâmpadas LED	66
4METODOLOGIA	68
5 CONCLUSÃO	69
6 REFERÊNCIAS	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Diminuição do ozônio no pólo sul - setembro de 1980 esquerda; setembro de 2015 direita	6
Figura 02 - indicadores do consumo de água por estado, se destacando o estado de SP como o que mais utiliza o recurso totalizando vazões de 57,9 m ³ /s o que corresponde a 30% de todo o país	7
Figura 03 -Séries de Vazões 1931 a 2030.....	8
Figura 04– Evolução histórica da sustentabilidade nacional até 1999	10
Figura 05 - Evolução histórica da sustentabilidade nacional até 2013	11
Figura 06– 5 cinco principais pontos do planejamento britânico de sustentabilidade, ressaltando a importância da sociedade para o emprego eficiente do Projeto Integrado de Edificações	12
Figura 07 - bloco estrutural e bloco de vedação	17
Figura 08 - Esquema de montagem de parede de Drywall com material isolante	19
Figura 09 - Os principais componentes químicos do vidro.....	24
Figura 10 - Etapas para a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.....	27
Figura 11 - Classificação dos resíduos da construção civil baseada na Resolução CONAMA 307.....	28
Figura 12 - Prioridade para a construção verde ou sustentável	32
Figura 13 - Dado comparativo que informa o uso de energia aos gastos que compõe o ciclo de vida da edificação	33
Figura 14 - Total de custo de um edifício com finalidade comercial em 50 anos.....	34
Figura 15 - Registro das Tipologias.....	41
Figura 16 - Certificação LEED de acordo com as pontuações do empreendimento	42
Figura 17 - Camadas que compõe o telhado verde	46
Figura 18 - Demonstração da capacidade de infiltração	50
Figura 19 - Processo de atuação da célula voltaica de silício	56
Figura 20 - Exemplificação de isolamento térmico e acústico.....	57
Figura 21 - Exemplificação de instalações elétricas e hidráulicas	59

Figura 22 - Exemplificação de sistema de captação de águas pluviais.....	64
Figura 23 - Esquematização do filtro.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Relação entre os princípios ambientais de atuações das empresas	13
Tabela 02 - Tipos de madeira com compra legalizada.....	22
Tabela 03 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de concepção	29
Tabela 04 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de construção.....	30
Tabela 05 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de operação	31
Tabela 06 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de operação	31
Tabela 07 - Análise e priorização das ações práticas.....	36
Tabela 08 - Principais Certificações no Brasil	38
Tabela 09 - Metodologias aplicadas para a avaliação.....	38
Tabela 10 - As mais importantes categorias e variáveis que são analisadas	39
Tabela 11 - As categorias que são analisadas para a certificação AQUA	44
Tabela 12 - Relação entre o número de habitantes pelo consumo de água no Japão	61
Tabela 13 - Consumo de água no Brasil	62

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos sustentáveis englobam todas as fases de construção de uma edificação, seja ela de qualquer natureza. A sustentabilidade deve ser aplicada desde os materiais utilizados na obra, considerando sua eficiência energética, impacto ambiental na produção, a distância percorrida para a entrega dos materiais à obra. Todo o planejamento da obra deverá ser desenvolvido de modo que as etapas sejam realizadas com técnicas de construção que promovam um uso racional dos materiais, e para essa realização é necessária uma fiscalização ativa, sendo que o planejamento só é válido quando a obra é bem executada.

Ao se falar em construções sustentáveis muito se remete a produtos de um alto custo, porém vale lembrar que com a utilização de produtos sustentáveis se obtém o retorno econômico sendo essa uma das maiores vantagens no emprego de construções sustentáveis. Considerando que esse tipo de construção busca o melhor gerenciamento e racionamento dos materiais utilizados na obra, pode-se destacar dois grandes fatores de retorno financeiro, sendo o primeiro deles a energia, valendo-se que a cada ano com o aumento das temperaturas, a procura da grande população por sistemas de resfriamento artificiais, como ar-condicionados vem aumentando, buscando com isso o conforto térmico, tem-se aumento a gasto energético das edificações, bem como o uso de iluminação artificial, contrapartida a isso utilizando de técnicas sustentáveis o conforto térmico pode ser alcançado com o aproveitamento da iluminação natural, isso através do planejando das áreas internas e externas da construção, garantindo que a luz natural seja agradável a todos os ambientes da edificação. Outro fator de retorno financeiro é a água, água é um bem natural que vem sendo utilizado nas construções da humanidade durante os séculos, é um bem essencial a biodiversidade portanto é de extrema importância seu uso racional, através da implantação de sistemas de captação de águas pluviais é possível armazenar água das chuvas e reutilizar em diversas tarefas de uma residência por meio de sistemas inteligentes de distribuição, assim como é importante salientar o reuso de águas de lavadeira para descargas de vaso sanitários e irrigação da propriedade.

Sustentabilidade na construção é um termo que vem se tornando a cada ano mais discutido pelos profissionais da área de construção, buscando, técnicas e aperfeiçoamentos cada vez mais expressivos para a diminuição no impacto ao meio ambiente, é necessário a produção e renovação de técnicas mais eficientes.

Nunca antes se falou tanto no termo sustentabilidade e como o setor de construção civil é fundamental no desenvolvimento do país, deve ter a responsabilidade de amenizar seus danos, já que a indústria da construção é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais, sendo que só no Brasil, os resíduos das construções geram em torno de 25% do total dos resíduos das indústrias. Com o aumento da população brasileira e o êxodo para regiões urbanas em busca de melhores condições de serviço e lazer, deve-se considerar mudanças nas tácticas de construções habituais para combater os atuais sistemas de construção que acumulam resíduos e consomem uma exorbitante quantidade de recursos. Para amenizar esses efeitos deve ser feita a conscientização dos profissionais da área, as inovações devem ser a meta para amenizar esses impactos, novas tecnologias devem ser desenvolvidas, isso depende da boa vontade e consciência.

A construção civil tem relevante influência na emissão de gases nocivos ao ecossistema, tendo como o principal o gás carbônico, responsável por romper a camada de ozônio que protege a atmosfera do nosso planeta.

Obras com eficiência energética tem sido muito visada, sendo que muitas empresas já buscam as certificações de prédios sustentáveis.

Pretende-se com esse trabalho demonstrar a importância da utilização de métodos que sejam ambientalmente saudáveis, assim possibilitado ao setor da construção um crescimento com planejamento ambiental, amenizando os impactos diretos e indiretos ao planeta.

2 OBJETIVO

Apresentar um levantamento de propostas na construção civil, além de argumentos que demonstrem a importância dos métodos construtivos sustentáveis para a efetiva amenização dos impactos proporcionados pela indústria da construção civil

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A importância da Sustentabilidade

Segundo a Secretaria do meio Ambiente e Coordenadoria de Planejamento Ambiental de São Paulo (2011) A variação climática que vem ocorrendo nos últimos anos, tem causado mudanças no setor de construção civil. Alguns estudos apresentam, sem questionamento, a proporção dos impactos ao meio ambiente ocasionados pelas atividades da construção civil e com isso favorecendo a procura por métodos de construções alternativos.

Historicamente, pode-se afirmar que o conceito de sustentabilidade começou a ser construído a partir de 1972, ano da Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO, 2011, p.20).

De acordo com Roaf et al. (2009) a mudança do clima gerou vários problemas, entre eles a extinção de espécies que alcançou níveis cataclísmicos, a desertificação de regiões pelo rápido avanço do aquecimento global e a perda de territórios ocasionado pelo aumento do nível dos mares. É importante salientar que a humanidade possui de 1 a 2 gerações para que entre em colapso. É fato que a população em geral já tem conhecimento da mudança do clima, como as mudanças no florescimento de plantas, o aumento de forças da natureza como vento e chuva.

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente e Coordenadoria de Planejamento Ambiental de São Paulo (2011, p.7) o setor de construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% dos recursos naturais e contribui com um terço das emissões de gases do efeito estufa. Portanto, a adoção de novas tecnologias na construção ou reformas de habitações minimizam e evitam os grandes impactos ambientais.

Segundo Barreto (2005) o planejamento quanto a articulação de medidas que amenizem o impacto ao meio ambiente, tem enfrentado dificuldades e aparecido como tema desenvolvido para a discussão em seu ponto de vista econômico para as indústrias, empresas e sociedade, através de medidas como a redução do passivo ambiental. A construção civil sendo uma fonte de grande geração de resíduos, por influenciar diretamente no meio ambiente tem como função a preservação do meio ambiente. Por este motivo o incentivo a novas

tecnologias vem sendo introduzidas ao mercado, bem como, a utilização do uso racional dos recursos, a reutilização de resíduos e o correto destino dos resíduos de canteiros de obra

Segundo Pereira et al. (2008) A variação de temperatura projetada para o final do século XXI, referente aos países Sul-americanos apresentam fatores que indicam um aumento da temperatura em quase todo o continente. O Brasil possui um clima que naturalmente costuma variar, essa variação pode ser observada através de mudanças extremas como a períodos de estiagens, que acarretam em problemas diretamente na vida das pessoas. Situações onde ocorram fenômenos naturais de elevadas proporções podem vir a apresentar uma maior frequência, como o ocorrido na região do Nordeste brasileiro no ano de 2004 que apresentou uma proporção de 600% maior do que o comumente em 15 dias do mês de janeiro do ano em questão. Se levar em consideração que o aquecimento global tem a possibilidade de intensificar eventos de grandes proporções, deve ser realizada a capacitação da sociedade quanto a adaptação a mudanças climáticas.

3.2 Processo de Projeto Integrado de Edificações e a importância no planejamento

Segundo Keeler e Burke (2010) Inicialmente os projetos relacionados a preservação do ambiente eram chamados de projetos “sustentáveis”, com aspas, causando uma incerteza quanto a sua viabilidade. Hoje em dia o termo comum e usual para um Projeto Sustentável é o Projeto Integrado de Edificações. É um termo que envolve diversos fatores, orientando quanto o uso consciente de energia, dos recursos naturais e dos diversos problemas prejudiciais ao meio ambiente. Em confronto a técnicas construtivas convencionais o emprego dessa metodologia implica diretamente na produção de sistemas eficientes, causando uma evolução no método produtivo, ou seja, no desenvolvimento do projeto. Esse projeto envolve diversos profissionais da área que juntos apresentam ideias que amenizem o impacto ambiental, contudo por mais que o trabalho seja coletivo, as atividades são individuais, assim, cada profissional se torna responsável para a realização de um sistema de qualidade sustentável.

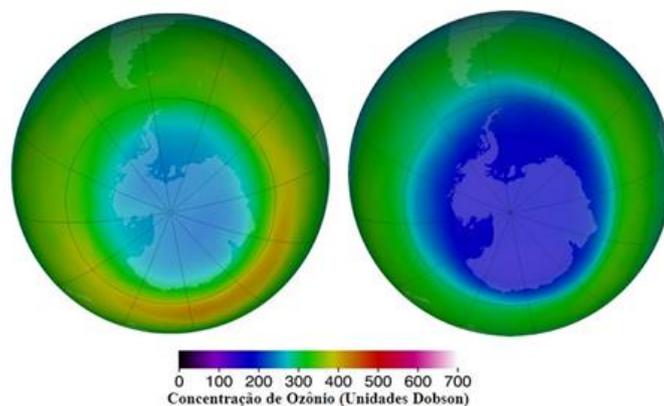
3.3 Reconhecimento mundial da crise de sustentabilidade

3.3.1 Gases nocivos

Segundo Pereira et al. (2008) A intervenção humana diretamente no equilíbrio do planeta, representa uma precaução. Tais mudanças são relacionadas a produção de atividades humanas, tais como, o aumento de desmatamento, as queimadas, a formação de zonas de calor e a poluição. No final do século XIX e também o começo do século XX a produção industrial teve uma enorme evolução e com isso uma grande quantidade de poluentes foram expostos na atmosfera. Nos últimos 70 anos tem-se observado uma imensa mudança na emissão de poluentes a atmosfera, emanando gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄). A emissão de tais gases afeta diretamente na temperatura do planeta, tais fatos podem ser assegurados com o exemplo da década de 1990 que foi a mais quente do milênio. As projeções realizadas pelo IPCC em 2007 indicaram que até o final do século o aumento estará entre 1,8 °C e 4,0 °C, e consecutivamente o nível do mar será aumentado com uma projeção de 0,18 m à 0,59 m, assim resultando no alagamento de muitas cidades das costas.

Segundo a página oficial do Ministério do Meio Ambiente, a diminuição do ozônio expresso na figura 01 vem ocorrendo e sendo monitorado desde o ano de 1980, no Brasil e em diversos locais do planeta. Após a formalização do Protocolo de Montreal, vários países vêm apresentados esforços para cumprir as metas estabelecidas para a diminuição da emissão de substâncias que destroem o ozônio do planeta. A meta para a recuperação da camada de ozônio é de que alcance as mesmas proporções do ano de 1980 até o fim do século XXI de 2050 até 2060.

Figura 01 - Diminuição do ozônio no pólo sul - setembro de 1980 esquerda; setembro de 2015 direita



Fonte: NASA (apud Ministério do Meio Ambiente.)

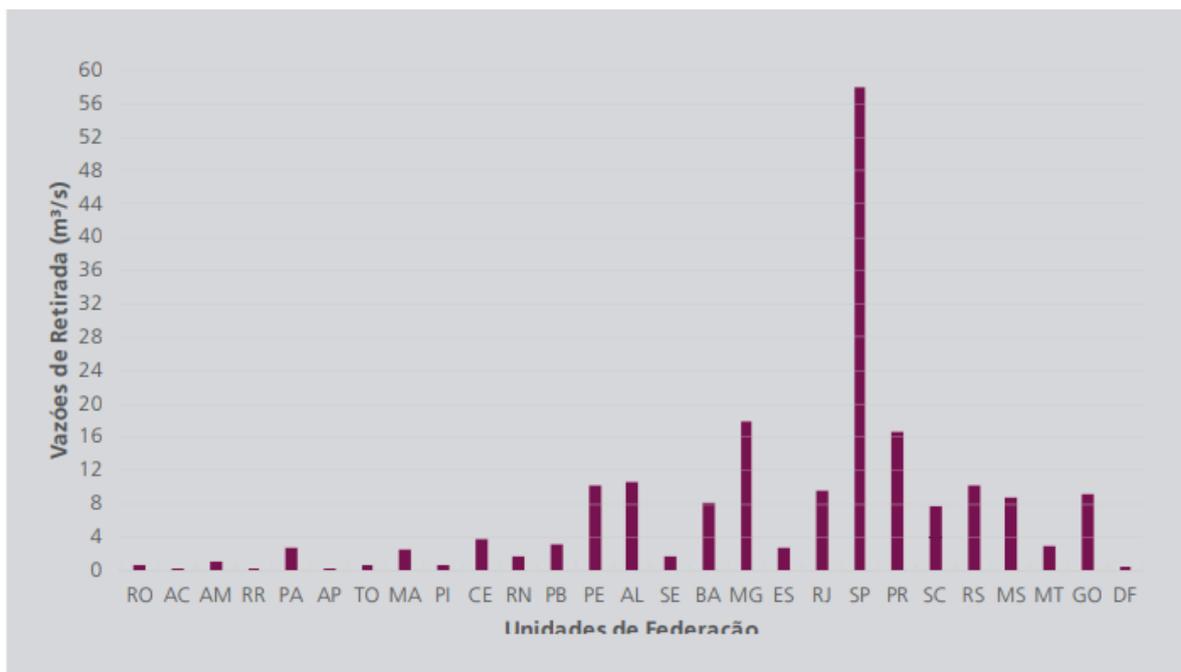
De acordo com Betiol e col. (2012, p.14) sem novos padrões produtivos, estamos sendo conduzidos a um aquecimento global acima dos limites de segurança, definidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. No ritmo atual, dizem os especialistas, até 2100 a Terra poderá estar entre 3 e 5 graus Celsius mais quente do que há um século atrás, sob ameaça de desastres naturais, escassez de matéria-prima, aumento da desigualdade social e impactos negativos nas condições de vida.

3.3.2 Água

Os recursos de água nacionais segundo a Agencia Nacional de Águas (2019) possuem uma grande influência no quadro da indústria, variando de acordo com os métodos de produção e o tipo do produto, podendo ser utilizada em diversas etapas, como matéria-prima, onde pode ser o reagente ou mesmo o solvente para substâncias de qualquer estado da matéria; ou mesmo para a eficiente lavagem e a contenção de alguns materiais que fazem parte das misturas.

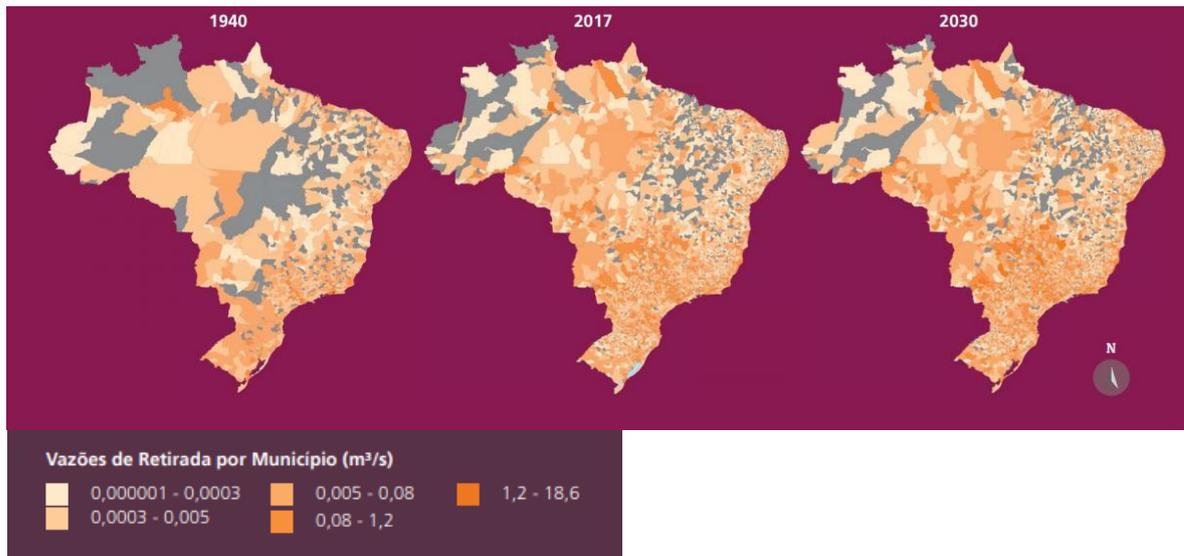
A figura 02 apresenta os indicadores do consumo de água por estado brasileiro. E a figura 03 apresenta as séries das vazões dos anos de 1931 a 2030.

Figura 02 - indicadores do consumo de água por estado, se destacando o estado de SP como o que mais utiliza o recurso totalizando vazões de 57,9 m³/s o que corresponde a 30% de todo o país



Fonte: Agência Nacional De Águas (2019, P.32)

Figura 03 -Séries de Vazões 1931 a 2030



Fonte: Agência Nacional De Águas (2019, P.37)

De acordo com o Panorama da Biodiversidade nas Cidades (2012) A evolução dos grandes centros urbanos afeta diretamente na biodiversidade em rios, lagos e quaisquer outros cursos de águas doces. As análises indicam que com crescimento populacional urbano mundial e a variação do clima quanto ao fornecimento de água indicam que os efeitos direcionados a seres vivos que vivem em água doce, seriam de maior impacto em regiões de grande necessidade urbana quanto a disponibilidade de recursos hídricos, como em regiões que já apresentam números elevados quanto a endemias de espécies que habitam locais de água doce. Em especial pode-se destacar a região de Ghats Ocidentais localizada na Índia, no qual as projeções indicam que haverá insuficiências de recursos hídricos para mais de 81 milhões de moradores da região até 2050, mas além da insuficiência humana a falta de água afetará a biodiversidade da região por completa, interferindo diretamente na vida de 293 espécies de peixes, aos quais, quase 29% são endêmicas dessa região.

3.3.3 Esgoto

Segundo Lobato (2010) as redes de esgoto nacionais, proveniente de seus baixos índices de atendimento populacional, apresentam impacto diretamente sobre os recursos hídricos, esse índice destaca a importância nacional que deve ser voltada a uma economia mais sustentável. A coleta do esgoto urbano apresenta um percentual de 62%, contudo apenas

50% das águas que são coletas recebem o devido tratamento, sendo assim a relação é de que apenas 1/3 da população tem o recurso de tratamento adequado de esgoto.

De acordo com Atlas Esgotos Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017) as redes de coleta de esgoto nacional alcançam 61,4% da sociedade que vive no âmbito urbano, sendo assim, 65,1 milhões de pessoas que vivem nas cidades do país não possuem acesso a esgotos sanitários. Vale ressaltar que nem todo o esgoto que é captado pelas redes nacionais acaba sendo tratado. Mais objetivamente falando o tratamento dos esgotos nacionais equivale a 42,6% da população urbana total, dessa forma 96,7 milhões de pessoas não possuem acesso a tratamento de esgoto coletivo.

3.3.4 Resíduos

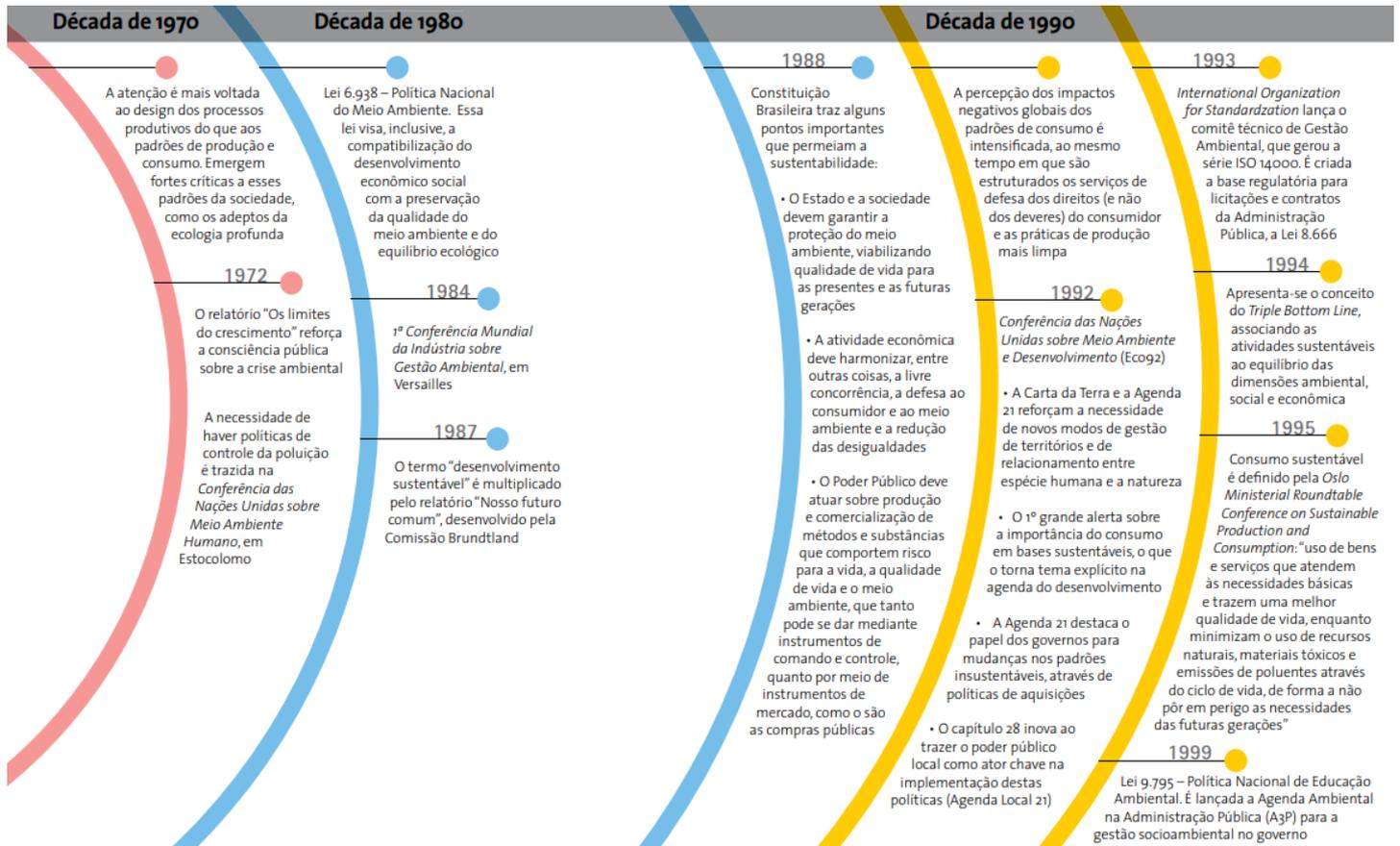
De acordo com Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo (2012) há uma necessidade de um gerenciamento de assuntos referentes ao correto gerenciamento integrado dos resíduos sólido. O correto manejo dos resíduos apresenta uma melhoria significativa no âmbito da qualidade de vida das pessoas e também aos impactos direcionados ao meio ambiente em centros urbanos, sendo que práticas inseridas em algumas cidades do Brasil já apresentam resultados favoráveis em relação a saneamento e saúde.

Segundo o VahanAgopyan(apud Globo Ciência, 2014) de 40% a 75% de toda a matéria prima produzida no planeta é destinada ao setor da construção civil, como por exemplo pode-se destacar o consumo de cimento que atualmente possui uma escala maior que a dos alimentos, perdendo apenas para o consumo de água. A produção por humano está em torno de 500 quilos de entulho, esse valor equivale a 3,5 milhões de toneladas por ano, com a apresentação de tais dados a indústria da construção civil se torna uma das mais poluentes do mundo. O impacto da construção ao meio ambiente não está restrito apenas a extração da matéria prima, mas a todas as etapas, até o desmente que posteriormente resulta em entulho.

3.4 Desenvolvimento Histórico

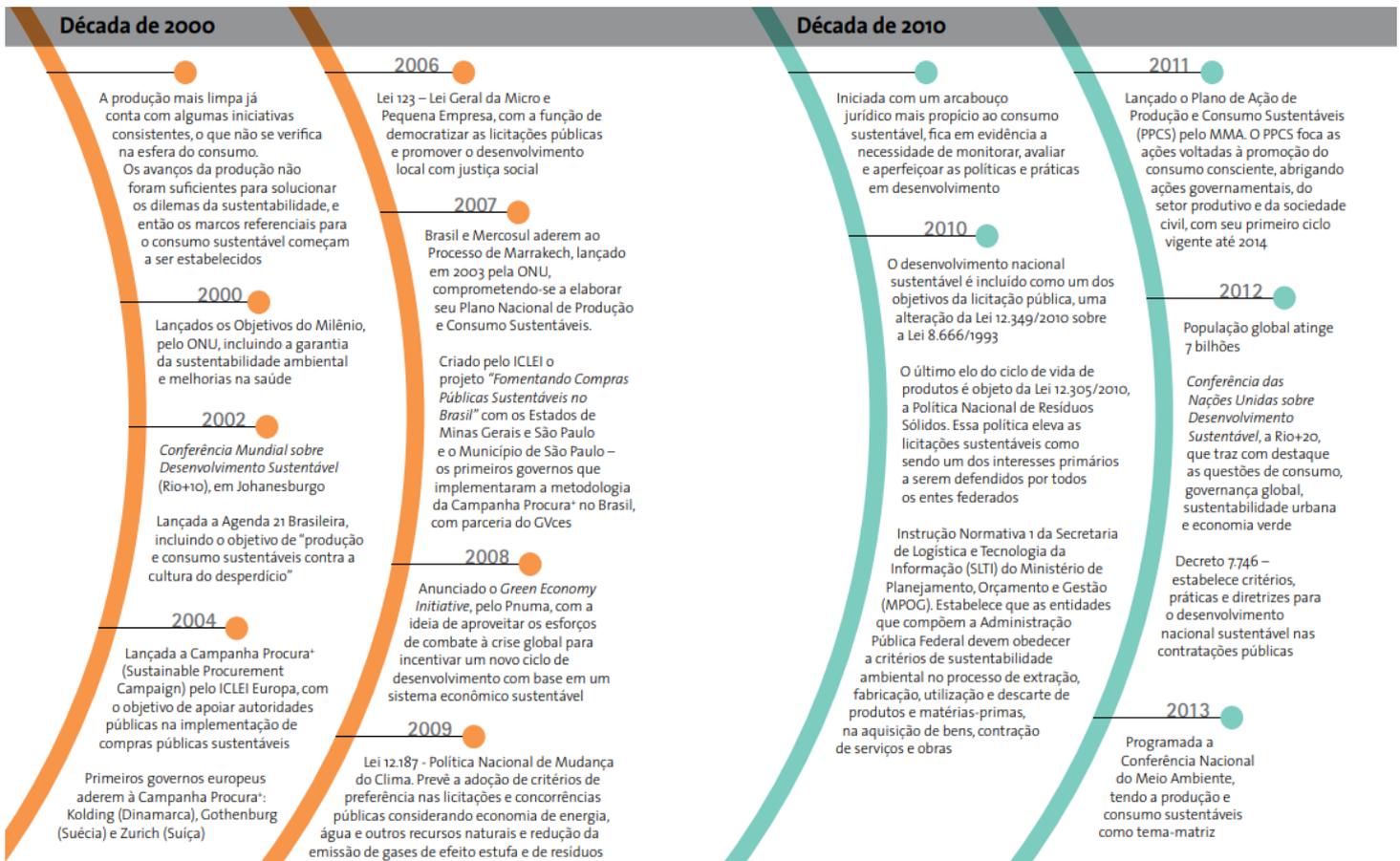
As Figuras 04 e 05 apresentam o desenvolvimento da história da sustentabilidade do ano de 1999 até o ano de 2013.

Figura 04– Evolução histórica da sustentabilidade nacional até 1999



Fonte: Compra Sustentável (2012)

Figura 05 - Evolução histórica da sustentabilidade nacional até 2013



Fonte: Compra Sustentável (2012)

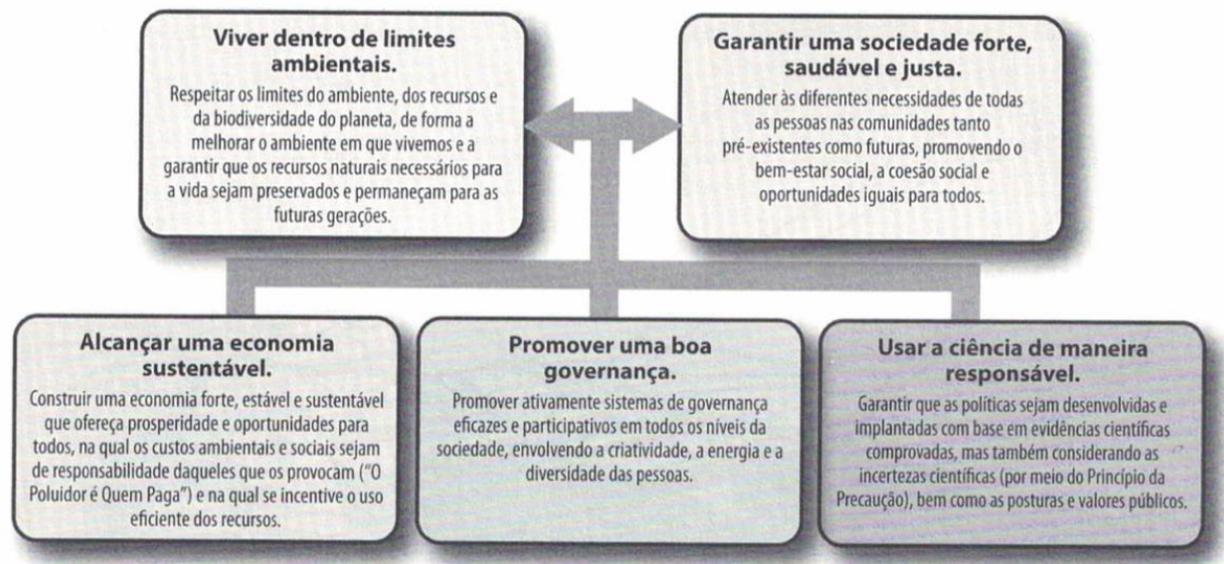
3.5 Integração da sociedade

Segundo Keeler e Burke (2010) o projeto integrado tem a função de educar a sociedade quanto ao conjunto de relações entre a comunidade o entorno e a edificação, e sobre as construções sustentáveis. Por mais simples que possa parecer ter que ensinar os proprietários sobre a boa utilização, sendo assim a manutenção e a limpeza de suas construções, isso se torna importante para uma boa aplicação do projeto integrado.

Uma vez que a sustentabilidade nas edificações envolve a justiça social, o projeto comunitário é considerado parte do processo de projeto integrado e, conseqüentemente, assume um significado muito mais profundo. Em termos de impacto social, todos os projetos podem melhorar ou mesmo deslocar comunidades preexistentes (KEELER e BURKE, 2010, p.20)

A Figura 06 abaixo indica os pontos principais do planejamento britânico para a sustentabilidade .

Figura 06– 5 cinco principais pontos do planejamento britânico de sustentabilidade, ressaltando a importância da sociedade para o emprego eficiente do Projeto Integrado de Edificações



Fonte: Marian Keeler e Bill Burke (2012)

3.6 Gestão ambiental

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015) a gestão ambiental promove o auxílio a empresa quanto a identificação, monitoramento e controle das responsabilidades ambientais como um todo. As empresas de quaisquer portes, governamentais ou sem fins lucrativos, seguem a ABNT NBR ISSO 140001, ao qual obriga as instituições em relação a questões ambientais quanto a sua atuação, seja ela, quanto a questões de água e esgoto, a emissão de gases na atmosfera, o correto direcionamento de resíduo, a eficiência na utilização de recursos ou mesmo a contaminação dos solos.

Assim como firmam Bittencourt e Jungles (2012) com os estímulos de congressos, conferências e das publicações científicas realizadas vem se desenvolvendo estudos de métodos que possibilitem direcionar as empresas de construção em consequência de seus impactos ao meio ambiente. Contudo a inserção de tal metodologia encontrar desafios para sua implantação pelas empresas.

As empresas atualmente focam a questão ambiental entendendo que dessa forma se tornam mais competitivas e lucrativas uma vez que melhorando seu processo de produção economizam dinheiro (YEMAL E COL, 2011, p.5)

Como explica Barbieri (2007) existem abordagens para a gestão ambiental, variando de acordo com o plano de atuação das empresas. As empresas podem desenvolver três tipos de atuações, desenvolvidas no texto como sendo: o primeiro deles é o controle da poluição onde são estabelecidas práticas que impeçam a poluição gerada pelo processo industrial, a implementação de tal sistematização pode ocorrer pela ação localizada e com pouca articulação, assim, as medidas de proteção ambiental das empresas geram uma postura reativa, ao qual a visão se volta para os efeitos negativos dos produtos desenvolvidos pelas mesmas, esse tipo de desenvolvimento visa o controle da produção, contudo sem uma alteração significativa; O segundo meio é a prevenção da poluição, nessa abordagem o foco empresarial é a prevenção de produtos e processos produtivos que geram a poluição, realizam tal metodologia através de uma produção eficiente, com o racionamento de materiais e energia nas diversas fases de produção; A última medida é a incorporação de tais estratégias empresariais onde além das demais práticas citadas as empresas tem a busca por oportunidades de mercado e neutralização de ameaças ambientais corriqueiras ou mesmo futuras.

A Tabela 01 apresenta uma relação entre as medidas estipuladas pelas empresas para princípios ambientais.

Tabela 01 - Relação entre os princípios ambientais de atuações das empresas

Características	Abordagens		
	Controle da poluição	Prevenção da poluição	Estratégia
Preocupação básica	Cumprimento da legislação e respostas às pressões da comunidade	Uso eficiente dos insumos	Competitividade
Postura típica	Reativa	Reativa e proativa	Reativa e proativa
Ações típicas	Corretivas Uso de tecnologias de remediação e de controle no final do processo (<i>end-of-pipe</i>) Aplicação de normas de segurança	Corretivas e preventivas Conservação e substituição de insumos Uso de tecnologias limpas	Corretivas, preventivas e antecipatórias Antecipação de problemas e captura de oportunidades utilizando soluções de médio e longo prazos Uso de tecnologias limpas
Percepção dos empresários e administradores	Custo adicional	Redução de custo e aumento da produtividade	Vantagens competitivas
Envolvimento de alta administração	Esporádico	Periódico	Permanente e sistemático
Áreas envolvidas	Ações ambientais confinadas nas áreas geradoras de poluição	Crescente envolvimento de outras áreas como produção, compras, desenvolvimento de produto e marketing	Atividades ambientais disseminadas pela organização Ampliação das ações ambientais para toda a cadeia produtiva

Fonte: BARBIERI (2007, p.119)

3.7 Ferramentas de avaliação de materiais sustentáveis

A busca por construções sustentáveis assim como Kalbusch (2011) apresenta é o aumento o incentivo financeiro, a diminuição da poluição, a melhoria da qualidade de vida na atualidade, porem ser prejudicar o que ainda está por vir e conceder um retorno favorável aos interessados. É necessário o correto balanceamento com o fator monetário em relação a sua viabilidade, sendo de extrema importância na manutenção dos comércios, aos limites do ambiente e também ao que a sociedade necessita.

Com isso se tem a necessidade de possuir uma ferramenta de avaliação de desempenho dos materiais, a Análise do Ciclo de Vida (ACV) realiza tal análise, demonstrando não somente o desempenho dos materiais, mas também os sistemas para a produção e ainda o desempenho de uma construção ao longo de sua funcionalidade(BUILDING, 2013).

De acordo com Vechi (2015) a realização de ACV completa de uma construção é um processo complexo de ser realizado, sendo que, esse processo necessita de uma demanda grande de materiais e também de sistemas de construção. Com isso, está sendo realizada a proposta de estudos que apresentem uma simplificação das AVC.

Através da simplificação, será realizada a análise da energia que se é necessária durante toda a utilização da edificação em relação ao seu impacto ao meio ambiente. Lembrando que as produções de edificações geram as maiores emissões, e ainda são responsáveis pelo uso descontrolado dos recursos não que não são renováveis. Com isso, criou-se a Análise do Ciclo de Vida Energético (ACVE), e parte da premissa de análise do ciclo da vida (ACV) e contempla as diversas energias necessárias para uma edificação em todo o seu ciclo, introduzido as operações de antes, durante e posterior a utilização da construção (HESTNES; SARTORI, 2007).

Com a complexidade do método anunciado, surgiu então uma nova metodologia com o objetivo de deixar mais claro e simples os recursos. A análise do ciclo de vida energético (ACVE) é a medida adotada para facilitar esse estudo do ciclo da vida. Com ela se observa a energia inicial embutida, que representa a composição dos diversos insumos de energia, somando a fabricação e também o transporte (TAVARES, 2006).

3.8 Materiais de Construções Sustentáveis

3.8.1 Importância da produção de normas para materiais sustentáveis e suas classificações

Material ecológico assim como expõe Araújo (2007), é qualquer material sendo ele artesanal, por produção industrial ou mesmo manufaturado, para o uso individual, alimentício, da indústria ou mesmo provindo da agricultura, sendo ele um material que não polui o meio ambiente, que é tóxico, que beneficia de forma grandiosa a saúde e também o meio ambiente, assim, gerando um desenvolvimento social e econômico sustentável. Materiais com esses tipos de características não possuem normas técnicas e por esse motivo se tem uma falha quanto a sua composição realmente ser positiva quanto ao meio ambiente. Com a necessidade então de se qualificar tais materiais O IBF (Instituto Falcão Bauer), de São Paulo, em conjunto ao IDHEA (Instituto para o Desenvolvimento de Habitação Ecológica), criou o Selo Ecológico Falcão Bauer, que tem como função a correta avaliação do material, assim, o classificando como um material ambientalmente amigável.

A classificação de tais materiais de acordo com Cunha (2011), partem dos materiais que causam baixo impacto ao meio ambiente, sendo classificados como materiais da pré-ecologia; Posteriormente tem-se os materiais que possuem um direcionamento aos quesitos de sustentabilidade, conhecidos como pró-ecologia; Seguindo encontram-se os materiais conhecidos como básicos os materiais que sua composição vem de matéria natural e com um consumo mais baixo de energia; O master são materiais que apresentam as comprovações de cumprimento dos quesitos quanto a produção dos mesmos e ainda apresentam questões pertinentes a sociedade; Por fim tem-se os plus que são os que mais englobam, onde a busca das empresas se direciona em ações ambientais e sociais. Com isso, é importante salientar que para a construção ser efetivamente sustentável é necessário a utilização de materiais e de tecnologias que apresentem uma melhor eficiência quanto as condições de vida dos indivíduos e junto a isso se possa diminuir o impacto gerado pelas indústrias em todo o processo produtivo.

3.8.2 Os Materiais

3.8.2.1 Alvenaria

A alvenaria é o método construtivo no qual são executadas estruturas e paredes se utilizando de unidades que são conectadas por meio de uma argamassa. Esse tipo de unidade é de diversos tipos de materiais variando de blocos cerâmicos, de concreto ou mesmo de solo-cimento. Contudo quando o assunto é sustentabilidade os mais corretos a serem utilizados são os de blocos de concreto ou de solo-cimento, o motivo para tal afirmação se dá no processo fabricação de tais itens, sendo que em seus processos produtivos não executam a emissão de gases poluentes, pois não se necessita de queima para sua fabricação (CUNHA, 2011).

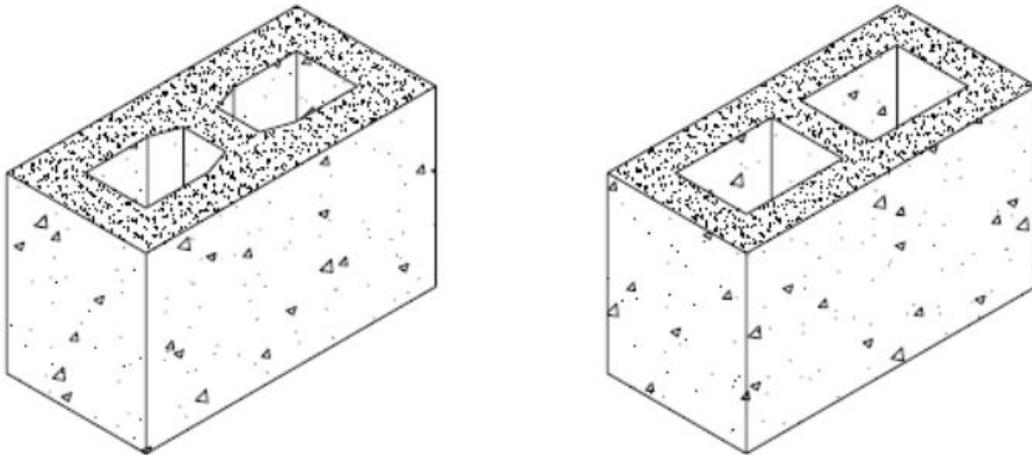
A alvenaria vem sendo utilizada a milhares de anos no emprego de construções tradicionais. Com o tempo vários foram os avanços empregados aos materiais, elementos e nos métodos aplicados para o desenvolvimento das construções. Isso se torna visível ao se observar que nos séculos XIX e XX ocorre um aumento excessivo nas espessuras das construções (RICHTER, 2007).

Com a consequência de possuir uma lentidão na construção passaram a ser realizadas pelo novo material inserido, o concreto armado, contudo esse fato veio se modificando com o passar dos anos. Somente entre os anos de 1950 com a consequência do período de término da guerra que a alvenaria passou a ser novamente utilizada para a construção de edifícios (RICHTER, 2007).

No caso do Brasil, a alvenaria aplicada na construção foi sendo introduzida com as adaptações necessárias, seguindo o desenvolvimento nacional. Em 1980 até hoje a tecnologia construtiva veio se consolidando, se tornando muito usual, como exemplo se tem a alta aplicação em construções para pessoas de baixa renda (RICHTER, 2007).

A Figura 07 apresentada abaixo demonstra a esquematização de blocos estruturais e blocos de vedação

Figura 07 - bloco estrutural e bloco de vedação



Fonte: Fioriti (2002)

3.8.2.2 Cerâmica

De acordo com Cunha (2011) o termo cerâmica surgiu do grego: kéramos, tal nomenclatura significa terra queimada remetendo a um material que possui uma alta capacidade de resistência mecânica. A cerâmica é um material que já existe de dez a quinze mil anos, sendo o material mais antigo produzido pela humanidade. A composição da cerâmica é mistura entre argila e diversas matérias primas de caráter inorgânico, sendo produzidas através de sua queima em altas temperaturas.

A realização da reciclagem de acordo com Bó, Silva e Oliveira (2009) além de causar uma diminuição no impacto ao meio ambiente, geram também uma queda no custo na produção das indústrias, já que os próprios resíduos que sobram do processo acabam sendo reutilizados como matéria prima, assim tendo um retorno ao ciclo de produção do material cerâmico.

De acordo com Menezes (2002) o resíduo gerado por pavimentos gresificados se classifica como sendo o resíduo sólido ao qual tem surgimento na produção do revestimento cerâmico. Essa produção ocorre através de materiais que possuíram um defeito em sua produção, sendo eles de caráter visual ou mesmos em suas proporções, o que ocasionou em seu descarte. Vale ressaltar que a cerâmica que já estiver em seu processo de queima não é biodegradável pelo motivo de se ter reagido ao calor ou mesmo a chuva, assim a viabilidade

quanto a sustentabilidade no processo construtivo se encontra direcionada a reciclagem do material.

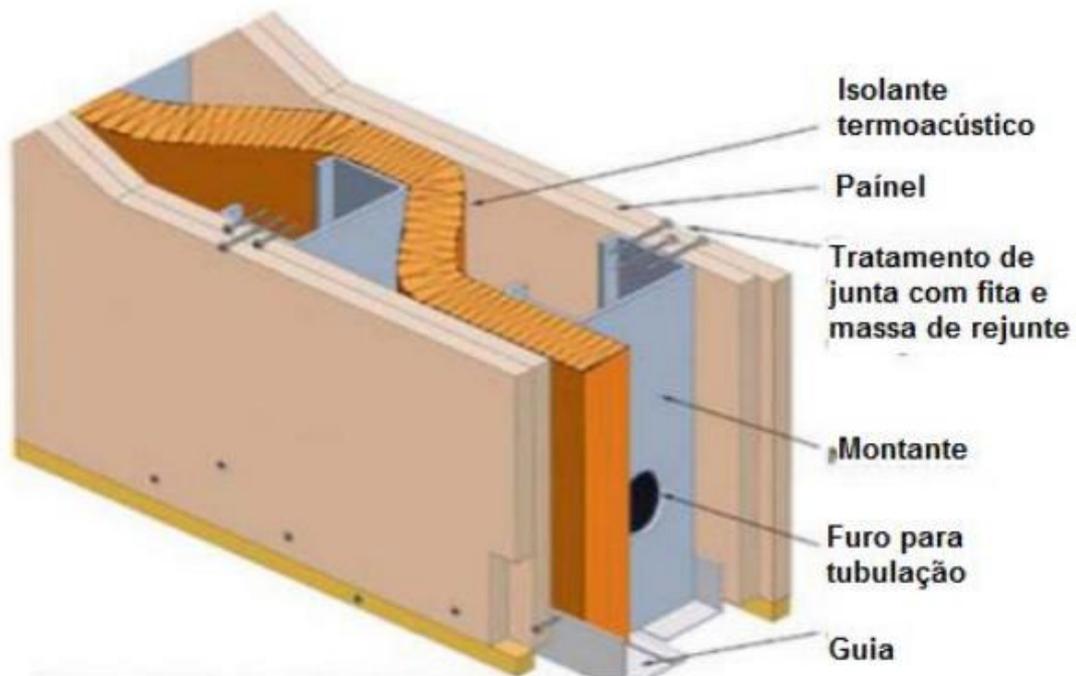
O processo de reciclagem dos pavimentos gresificados de acordo com Cunha (2011) é de caráter difícil, considerando que o material possui uma grande resistência ocasionado pelo seu processo industrial de monoqueima, ao qual as peças são submetidas a uma queima de até 1.220 °C. Contudo os atuais métodos para a reciclagem dos pavimentos gresificados, se utilizam dos resíduos moídos a seco, assim os transformando em pó, e posteriormente os misturando a massa cerâmica, em uma porcentagem de reutilização de 3% dos resíduos.

3.8.2.3 Drywall

O Drywall apresentado na figura 08 é uma tecnologia para a construção de paredes de vedação internas das edificações que pode substituir os métodos tradicionais de vedação nas construções. Esse tipo de construção é composto por chapas de gesso que são aparafusadas em estruturas instaladas de aço galvanizado. O processo de fabricação das chapas é através da laminação contínua de uma composição que mistura o gesso a água e alguns aditivos que ficam dispostos entre duas lâminas de cartão. O sistema drywall serve apenas para partes internas de edificações, sendo que para a realização das devidas vedações externas são instaladas chapas cimentícias e perfis de aço estrutural (BARBOSA, 2015)

De acordo com a Associação Brasileira do Drywall (2012) o sistema do Drywall é composto por perfis estruturais de aço galvanizado, com a combinação de acessórios também em aço galvanizado que tem a função de ser suportes niveladores e pendurais para os forros, ainda possuem parafusos, e fitas de papel para a realização do tratamento das juntas e bandas acústicas, a instaladas das espumas que são instaladas em todo o perímetro da parte exterior da edificação, com dois objetivos o primeiro é o objetivo de suprimir suaves imperfeições e o segundo é de proporcionar a isolamento acústica. Esse sistema possui todos os seus componentes sendo 100% recicláveis, incluindo as chapas e massas utilizadas nas instalações.

Figura 08 - Esquema de montagem de parede de Drywall com material isolante



Fonte: Guia Palco (2014)

3.8.2.4 Aço

O aço segundo Cunha (2011) é reconhecido como sendo uma liga metálica, onde sua composição é ferro e carbono, formando uma mistura homogênea. A composição do aço não é prejudicial ao meio ambiente considerando que o mesmo não emite substâncias que o agredam. A sua classificação varia de acordo com a quantidade de carbono presente em sua estrutura, sua composição química, sua constituição micro estrutural e também sua aplicação.

De acordo com o Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA), o aço é um material que se apresenta como sendo eficiente na obra, valendo-se de que seus componentes, em suma, são desenvolvidos fora do processo de locação, o seu tempo de desenvolvimento é inferior e com isso diminui o impacto aos vizinhos. Os usuários conseguem desfrutar dos empreendimentos com uma maior velocidade, pois a economia no tempo diminui os custos do investimento e com isso se é possível realizar a amortização dos encargos com uma maior velocidade (CUNHA, 2011).

3.8.2.5 Cimento

O cimento de acordo com Giammusso (1992) é formado por silicatos e aluminatos de cálcio, sua obtenção é realizada através da combinação e moagem entre o calcário e a argila, essa combinação deve ser elevada ao forno e aquecida até 1500 °C, posteriormente ao seu resfriamento se obtém o clínquer, que passa por processo de moagem junto com o gesso, assim dando origem ao conhecido cimento Portland.

Porém, de acordo com Cunha (2011) que apresenta o argumento de Giuliana Capello que argumenta a revista Arquitetura e Construção a produção de cada tonelada de clínquer afeta a atmosfera o equivalente a mesma quantidade de dióxido de carbono e com isso a produção de cimento é responsável por 5% das emissões globais do carbono. Com isso é necessário o combate ao clínquer, o reduzindo na composição do cimento, realizando a prevenção do impacto ambiental. Tal medida tem início com a realização da produção do CPIII, que substitui a presença do clínquer na composição por escórias de siderúrgicas, esse tipo de material é resíduo resultante da fusão do minério de ferro, coque e calcário. Desde a década de cinquenta o CPIII já estava presente no mercado nacional, estando disponível na região sudeste do país, onde se encontram os maiores produtores de aço nacionais. O CPIII apresenta uma quantidade de 70% quanto ao reaproveitamento dos resíduos gerados pela produção das siderúrgicas.

3.8.2.6 Madeira

Com o aumento das queimadas nos últimos anos, que vem se tornando a cada ano mais frequentes no território nacional, com isso se faz necessário a implantação de projetos nacionais quanto a agropecuária, urbanização, o extrativismo vegetal ou mesmo a exploração mineral. A Amazônia em virtude de sua ampla dimensão é para os profissionais da construção civil e proprietários de madeireiras uma enorme fonte de recolhimento de matéria prima, estima-se que de 40% a 80% de toda a produção de madeira na Amazônia é ilegal. Para progresso dos negócios é importante a manutenção ao longo prazo (CUNHA, 2011)

O ramo de trabalho da extração da madeira é responsável pelo fornecimento de diversos recursos que necessitam de planejamento e eficiência para sua utilização. As florestas são

utilizadas para os diversos tipos de produções, dentre eles a engenharia civil, para a produção de energia, extração de celulose entre outros. Com isso, é importante salientar a significância das florestas para a humanidade, proporcionando também variados serviços ambientais sem remuneração, como a manutenção do clima, o ciclo de chuvas e a continuação dos regimes das bacias hidrográficas. É importante ressaltar que vários dos avanços dos seres humanos surgem através do uso excessivo da madeira, tendo como exemplo a era das grandes navegações. O uso interrupto dos recursos resultou em escassez do material florestal, assim gerando o processo erosivo da genética da flora e fauna (FERRARI E JUNIOR, 2010)

O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) elaborou o Manual de Madeira, e de acordo com esse manual 80% da madeira processada na Amazônia é direcionada para usufruto do mercado interno nacional. O estado de São Paulo é o maior consumidor dessa indústria, contudo existem outros estados que aumentam essa extração, tendendo ao aumento de tal prática. A extração de madeira para a indústria fica limitada a um conjunto de espécies ocasionando uma forte pressão nas florestas nativas. Com isso, o ideal é que seja adquirida madeira certificada a qual a certificação é de responsabilidade do Conselho de Manejo Florestal (FSC) e de fontes controladas. A madeira obtida com certificação é extraída de florestas plantadas, sendo assim, vem de árvores que foram plantadas com o intuito de serem extraídas e com isso para se desenvolver as plantas transformam o gás carbônico (CO₂) em oxigênio, esse processo de transformação ocorre através da fotossíntese, ao qual é necessário a presença de energia solar e água para sua realização. Com esse processo se obtém o sequestro do carbono, um dos responsáveis pelo efeito estufa do planeta (MANUAL MADEIRA, 2011)

A Tabela 02 disposta abaixo apresenta os diferentes tipos de madeira que são legalizadas.

Tabela 02 - Tipos de madeira com compra legalizada

Sistema	Descrição	Benefícios	Local de aplicação	Considerações	Investimento
Madeira com origem florestal	Madeira proveniente de plano de manejo aprovado pelo IBAMA,	Garante a origem da madeira, evitando a compra de madeira ilegal	Todos os móveis e acabamento em madeira	Este é o mínimo que pode ser feito quando se compra madeira	-
	com a apresentação de nota fiscal e Documento de Origem Florestal (DOF)				
Madeira certificada	Ferramenta de mercado que atesta que uma determinada empresa ou comunidade maneja suas florestas de acordo com padrões pré-definidos e acordados entre os diversos setores da sociedade	Garantir a compra de madeira que foi plantada e manejada e produzido com o menor impacto ambiental	Todos os móveis e acabamento em madeira	A certificação mais conceituada é a FCS. É preciso garantir toda a cadeia de custódia para evitar falsificação	Variar de acordo com tipo de madeira. Menos nobre podem custar o mesmo preço, mas nobre em 10% e 30% mais caras
Madeira plástica	Material produzido em plástico ou em combinação de madeira e plástico	Reduzir o uso da madeira, reduz manutenção, e tem maior durabilidade que a madeira	Decks de piscinas	O matérias feitos com a combinação de madeira e plásticos, são mais parecidos com madeira e possuem maior resistência mecânica	-
Madeira de demolição	Material proveniente de demolição de obras	Reduz a demanda por madeiras novas.	Acabamentos e pisos	Normalmente não disponível para grandes áreas	Varia de acordo com espécie, variando entre 10 e 300% a mais do que custo normal
		Muitas madeiras nobres estão disponíveis, que hoje em dia não pode mais ser comercializadas			

Fonte: SANTOS, BERTULINO E PFEIFER (2010, p.67)

3.8.2.7 Tintas e vernizes

As tintas são composições químicas que são formadas através do despejo de certos pigmentos em uma determinada solução, ou mesmo, emulsão composta por apenas um ou mais polímeros, que, quando inseridos em formato de uma fina película sobre uma área de contato, modifica-se, se tornando um revestimento. A tinta possui sobretudo as características de se aderir ao material, assim dando cor ao mesmo, o protegendo e dando beleza a sua composição. Em casos onde a mistura não apresenta pigmentações, são chamadas de vernizes. Essas possuem propriedades bem parecidas com as das tintas já anunciadas como, a de servir de revestimento, dar beleza e também garantir a proteção do material ao qual é aplicado. Outra funcionalidade do verniz é sua utilização para a sinalização, tanto de aeroportos, ou mesmo ruas e estradas Cunha (2011).

3.8.2.8 Vidro

O vidro é uma composição de propriedades inorgânica, de perfil homogêneo e amorfa, que surge através do processo de fusão de óxidos, ou ainda de variações ou combinações do mesmo. O principal item de sua composição é a sílica ou ainda o óxido de silício, que através do processo de resfriamento alcança a rigidez, porém, não ao ponto de apresentar o processo de cristalização. O processo inicial objetivava a filtração da luz e a proteção contra a incidência, contudo com os avanços de tecnologias o vidro passou a ser a combinação, ligando o ambiente interno ao externo (CUNHA, 2011).

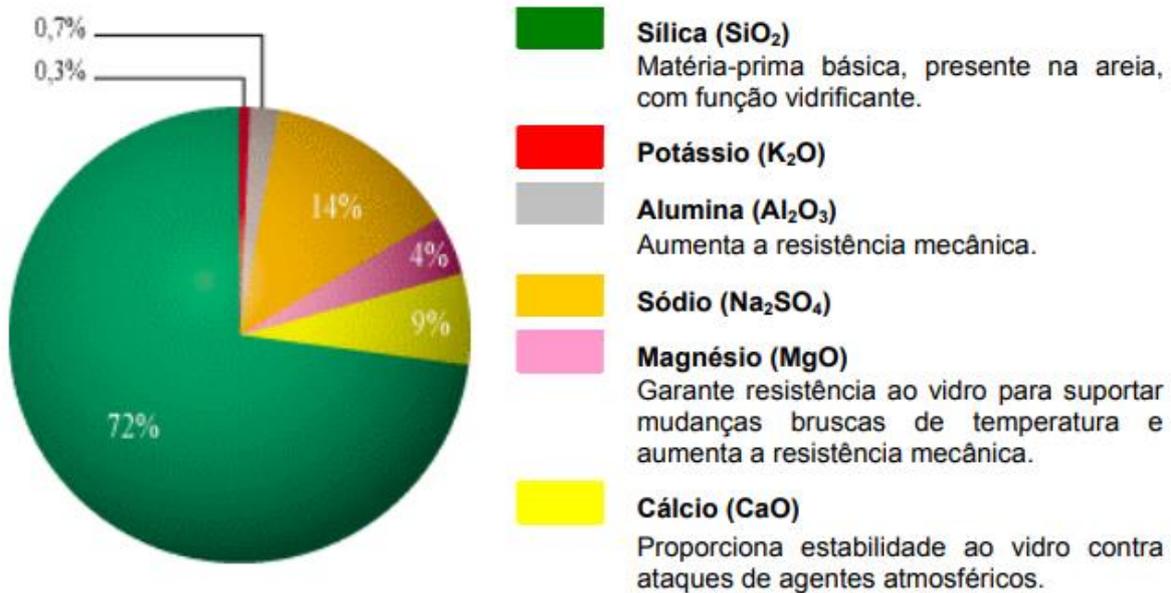
Com o passar dos anos de acordo com Cunha (2018) o vidro começou a ser utilizado em longa escala na arquitetura com o objetivo de garantir a melhoria do conforto térmico para as moradias, assim como proporcionar segurança aos proprietários. Por possuir propriedades que se aplicam a realização de diversas finalidades a aplicação do vidro ocorre de diversas maneiras, variando de material para fins estruturais, sendo usual através da composição de vidros curvos ou duplos com persianas embutidas. Com as diversas aplicações possíveis o vidro acabou por sendo amplamente utilizado, servindo muitas vezes para a decoração.

Por ser um material 100% reciclável, obtém-se um melhor desempenho na diminuição da retirada de matérias primas que são essenciais para sua produção, e assim diminuindo a quantidade de energia necessária para sua produção e contribuindo para a redução da emissão do dióxido de carbono da atmosfera (CUNHA, 2018)

De acordo com Pinheiro (2007) o vidro se destaca de outros materiais por diversas características dentre elas, a sua falta de poros, sua alta capacidade isoladora (dielétrico) e a deficiência em absorver. O vidro tem a propriedade de baixa condutividade térmica e baixo índice de dilatação, o que resulta em uma resistência a pressão que variam de 5.800 até 10.800 kg/cm².

A Figura 09 apresenta um gráfico que demonstra os principais materiais que constituem o vidro e sua porcentagem na composição.

Figura 09 - Os principais componentes químicos do vidro



Fonte: <http://www.cebrace.com.br/telas/vidro/default.asp>

3.9 Reutilização dos resíduos sólidos

De acordo com Moraes e Souza (2015) o reuso dos materiais de sobra de produção, vem se desenvolvendo como uma atitude de caráter sustentável na indústria, assim amenizando o impacto ocasionado pelo setor ou ainda reduzindo seus valores de fabricação. Tal iniciativa necessita um empenho considerável de investimento e esforços para seu efetivo desenvolvimento. Um fato que implica é a enorme proporção de resíduos que são gerados pela construção.

A construção civil é um dos setores que possui uma grande produção de resíduos, em especial o Brasil, isso ocorre pelo fato dos métodos de construção aplicados ainda serem os clássicos, onde são empregados materiais como tijolo e argamassa, mesmo com o concreto não possuindo uma aplicação sem qualquer fundamento com bases em pesquisas e por diversas vezes de maneira incorreta (MORAES, SOUZA, 2015)

Assim como informa Ângulo, Zordan e Jhon (2001) o processo intensivo da indústria, a desenvolvimento de tecnologias, o aumento da população, o êxodo rural, o amplo consumo

dos mais diversos recursos e também serviços, a geração de resíduos que implicam diretamente em diversos problemas das cidades como o desenvolvimento de táticas para a lidar com o volume desses resíduos. Dentre os diversos problemas pode-se citar, a necessidade de espaços destinadas a disposição dos resíduos levando em consideração a ocupação e a valorização dos espaços das cidades, valores elevados quanto a questões sociais para o devido estudo do direcionamento dos resíduos, complicações quanto ao saneamento público e também aos cuidados quanto a contaminações ao meio ambiente.

Os benefícios da redução de resíduos sólidos estão relacionados com a diminuição dos custos empregados na produção, auxiliam também para uma boa imagem da empresa no mercado, auxiliam na diminuição ao impacto à saúde da humanidade e ainda cumpre os regulamentos ambientais, bem como suas leis. Com isso, é realizado a composição entre benefícios a economia e a sociedade, sendo esses pilares que fundamentam o desenvolvimento de modo sustentável (ARAÚJO, 2002).

De acordo com Glowacki (2014) custo ambiental, é o que se refere aos custos necessários para a realização do planejamento do impacto ao meio ambiente, assim como, demais custos que são direcionados aos objetivos sustentáveis das instituições.

O resíduo advém dos processos das mais variadas atividades comuns e por diversas vezes são considerados sem importância para a população ou mesmo para o processo industrial. Todavia, os resíduos, tem a capacidade de ser a matéria-prima gerando assim novos produtos, e com isso sendo substituído no local do que seriam usados os recursos naturais. A energia presente em sua composição pode ser reaproveitada, esse fator afeta diretamente destacando os métodos de gerenciamento de resíduos, assim garantindo o que a lei exige quanto a sua correta coleta e também seu destino final (MESQUITA, FIUZA, SARTORI, 2011).

De acordo com Luchezzi e Terence (2013) é essencial o planejamento das questões de sustentabilidade de uma construção e também do planejamento quanto aos resíduos, exigindo uma melhor distribuição quanto a aplicação dos materiais empregados na construção e com isso, se alcança o objetivo de selecionar os resíduos.

De acordo com a legislação expressa pelo CONAMA 307/2002 especificamente no artigo 5º apresenta o desenvolvimento de um plano integrado com foco na gestão, organizando assim, os resíduos que são desenvolvidos pelo setor da construção civil, com a

finalidade para melhorar o gerenciamento dos resíduos que advém da construção, sendo elaborados pelos representantes de seus municípios.

Obras de pequeno índice de resíduos gerados, que constantemente surgem de obras de pequeno porte ou mesmo de melhorias ou adaptações informais e que assim não apresentam a licença para a execução aprovada na prefeitura. Normalmente é acionado o serviço de carroceiros, que ficam responsável para o descarte dos resíduos, e com isso o que se apresenta são situações de descarte de resíduos em locais sem qualquer planejamento (RIBEIRO, MOURA, PIROTE, 2016).

Assim como informa Ribeiro, Moura e Pirote (2016) nos tempos atuais, a grande variação de resíduos que surgem através de processos de demolições ou mesmo construções, não são reutilizados e muito menos descartados em locais ou mesmo de forma devidamente correta, o que implica diretamente no uso dos recursos naturais e em diversas vezes na incorreta ação da destinação, sejam em aterros sanitários que não são legais, em terrenos sem construções, nos próprios rios, entre outros, o que acaba por interferir diretamente na saúde da população e também acaba por causar um impacto no meio ambiente.

A Figura 10 disposta abaixo apresenta o ciclo de desenvolvimento para a efetiva implantação do plano para o efetivo gerenciamento dos resíduos que são desenvolvidos pela indústria da construção civil.

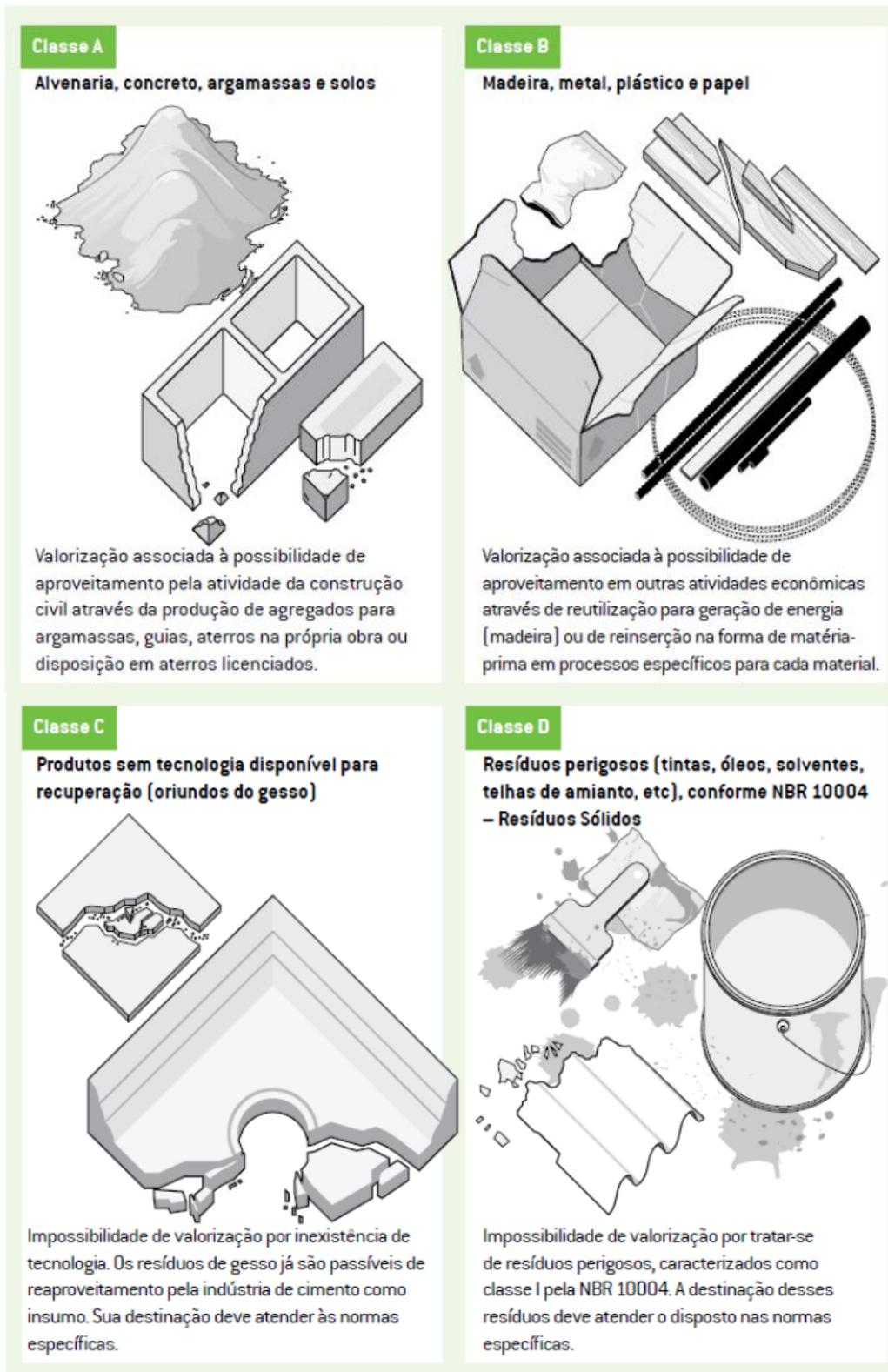
Figura 10 - Etapas para a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil



Fonte: SÃO PAULO (2010, p.10).

A figura 11 abaixo demonstra como o CONAMA realiza a classificação dos resíduos produzidos pela indústria da construção civil.

Figura 11 - Classificação dos resíduos da construção civil baseada na Resolução CONAMA 307



Fonte: SÃO PAULO (2010, p.8).

3.10 Aspectos relevantes da Construção Sustentável

As Tabelas 03, 04, 05 e 06 abaixo apresentam os aspectos mais relevantes nas etapas de concepção, construção e operação

Tabela 03 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de concepção

Descritor	Problemas principais	Estratégia
<i>ENERGIA</i>	Optimização do consumo de energia	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar sistemas de gestão energética Utilizar fontes de energia renovável
	Optimização da iluminação	<ul style="list-style-type: none"> Projectar de maneira a maximizar a iluminação natural dentro dos edifícios
	Optimização de aquecimento/arrefecimento	<ul style="list-style-type: none"> Projectar de maneira a que, devido à orientação do edifício e dos materiais a adoptar, não seja necessário recorrer exageradamente à utilização de sistemas de aquecimento/arrefecimento
<i>AGUA</i>	Optimização do consumo de água	<ul style="list-style-type: none"> Projectar sistemas de gestão de água Projectar sistemas de armazenamento e reutilização de águas pluviais e de lavagem
<i>AR</i>	Qualidade do ar interior	<ul style="list-style-type: none"> Projectar de maneira a assegurar a salubridade dos edifícios, através da maximização da iluminação e ventilação natural Não utilizar materiais tóxicos na construção dos edifícios Evitar a concepção de compartimentos sem abertura directas para o exterior dos edifícios
<i>RUÍDO</i>	Ruído dentro da habitação	<ul style="list-style-type: none"> Isolar adequadamente a nível acústico compartimentos e locais de apoio e infra-estruturas, como é o caso de lavandarias e tubagens de águas residuais, respectivamente
<i>RESÍDUOS</i>	Gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> Projectar de modo a que os resíduos sejam mínimos Projectar sistemas integrados de recolha de resíduos
<i>OCUPAÇÃO DO SOLO</i>	Uso eficiente do solo	<ul style="list-style-type: none"> Aproveitar os imóveis já existentes Aumentar as actividades de reabilitação e recuperação Sempre que haja possibilidade, pensar em zonas industriais abandonadas para novas construções Criar edifícios multifuncionais
	Escolha do local	<ul style="list-style-type: none"> Considerar o contexto local ao nível de: clima, topografia, impacte visual, ruído, economia local
	Aumentar a utilização de transportes públicos	<ul style="list-style-type: none"> Ter em conta a localização dos edifícios na proximidade de transportes públicos
	Protecção da natureza	<ul style="list-style-type: none"> Proteger a vida selvagem e a flora locais
<i>MATERIAIS</i>	Tipo de materiais a utilizar	<ul style="list-style-type: none"> Reciclar materiais em fim de vida Seleccionar materiais com melhor desempenho ambiental
	Edifícios recicláveis	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar materiais recicláveis Projectar e construir tendo em conta o destino final

Descritor (Cont.)	Problemas principais (Cont.)	Estratégia (Cont.)
<i>MATERIAIS</i>	Utilização eficiente de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o consumo de recursos • Reutilizar os recursos sempre que possível • Ter o cuidado de especificar exigências de desempenho, de maneira, a encorajar o uso mais eficiente de recursos
	Utilização eficiente de matérias-primas	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiais locais e métodos de construção tradicionais
	Materiais não-tóxicos não tóxicos e controlo climático	<ul style="list-style-type: none"> • Ter maior consideração da toxicidade ambiental e ocupacional dos materiais
<i>OUTROS</i>	Durabilidade dos edifícios	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar a durabilidade dos edifícios através de tecnologias construtivas e materiais de construção que sejam duráveis • As construções devem ser flexíveis de modo a permitirem o seu ajuste a novas utilizações

Fonte: MARQUE (2018, p.28)

Tabela 04 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de construção

Descritor	Problemas principais	Estratégia
<i>ENERGIA</i>	Optimização do consumo de energia	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar sistemas de construção simples • Ter em atenção a energia consumida na produção e transporte dos produtos de construção • Adoptar políticas de viagens "verdes" • Diminuir a necessidade de transporte para o local
<i>ÁGUA</i>	Optimização do consumo de água	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer consumos racionais de água
<i>AR</i>	Qualidade do ar na construção	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger os operários da construção civil com os equipamentos de protecção individual e colectiva adequados, quando se trata de operações que ponham em risco a sua saúde devido ao ar que respiram
<i>RUÍDO</i>	Gestão do ruído	<ul style="list-style-type: none"> • A utilização de maquinaria que provoque barulho incómodo para a vizinhança, deve ser utilizada em horários apropriados
<i>RESÍDUOS</i>	Gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Proceder á gestão local de resíduos de construção através da reciclagem destes, por exemplo • Através de um correcto acondicionamento e armazenagem dos materiais de construção, diminuir a produção de resíduos na fase de transporte e construção
<i>MATERIAIS</i>	Utilização eficiente de matérias-primas	<ul style="list-style-type: none"> • Aproveitar matérias-primas resultantes das tarefas iniciais de preparação do terreno

Fonte: MARQUE (2018, p.29)

Tabela 05 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de operação

Descritor	Problemas principais	Estratégia
<i>ENERGIA</i>	Optimização de aquecimento/arrefecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas de aquecimento/arrefecimento passivo • Ao utilizar sistemas de arrefecimento/aquecimento "artificiais" ter em conta apenas os locais e compartimentos utilizáveis e necessários • Os compartimentos desocupados, não devem ser alvo desta intervenção e devem ser isolados do resto do edifício
	Optimização da iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre que possível, utilizar a iluminação natural • Ao utilizar iluminação artificial preferir as de baixo consumo energético
<i>ÁGUA</i>	Optimização do consumo de água	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar racionalmente a água • Evitar banhos de longa duração e desperdícios de água
<i>AR</i>	Qualidade do ar	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilar adequadamente os edifícios
<i>RUÍDO</i>	Gestão do ruído	<ul style="list-style-type: none"> • Os aparelhos que ponham em risco a comodidade auditiva da vizinhança, devem ser evitados ou utilizados em horários adequados
<i>RESÍDUOS</i>	Gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas de reciclagem adequados • Racionalizar a produção de resíduos
<i>OUTROS</i>	Manutenção dos edifícios	<ul style="list-style-type: none"> • As intervenções de manutenção e reabilitação permitem a dilatação do ciclo de vida das construções

Fonte: MARQUE (2018, p.30)

Tabela 06 - Aspectos relevantes da Construção Sustentável na fase de operação

Descritor	Problemas principais	Estratégia
<i>ENERGIA</i>	Optimização do consumo de energia	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar sistemas de demolição simples
<i>AR</i>	Qualidade do ar na construção	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar a destruição de certos materiais como é o caso da combustão de madeiras
<i>RUÍDO</i>	Gestão do ruído	<ul style="list-style-type: none"> • A utilização de maquinaria que provoque barulho incómodo para a vizinhança, deve ser seguida em horários apropriados
<i>RESÍDUOS</i>	Gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar técnicas de desconstrução apropriadas de maneira a otimizar a reciclagem

Fonte: MARQUE (2018, p.30)

3.11 Prioridade para a construção sustentável

A figura 12 abaixo demonstra as prioridades necessárias para a construção verde

Figura 12 - Prioridade para a construção verde ou sustentável

<u>PRIORIDADES PARA A CONSTRUÇÃO VERDE OU SUSTENTÁVEL</u>
<ul style="list-style-type: none">• Poupar energia por meio de isolamento térmico, janelas de alto desempenho, iluminação natural, recursos renováveis de geração de energia e equipamentos de baixo consumo.• Reciclar construções já existentes aproveitando a sua infra-estrutura, em vez de ocupar novos espaços.• Pensar em termos de comunidade. Considerar o transporte público, facilitar o trânsito de pedestres e de bicicletas.• Diminuir o consumo de material. Otimizar o projeto para aproveitar espaços reduzidos e utilizar materiais com mais eficiência. Diminuir o desperdício também reduz o custo.• Preservar ou restaurar o ecossistema e a biodiversidade. Nas áreas ecologicamente danificadas, procurar reintroduzir as espécies nativas. Proteger as árvores e a camada superior do solo durante a obra.• Escolher materiais de baixo impacto. Alguns materiais, como os que destroem a camada de ozônio, continuam poluindo durante o seu uso, enquanto outros têm um forte impacto ambiental na hora do descarte.• Projetar com durabilidade e adaptabilidade. Quanto mais tempo uma construção dura, maior o período durante o qual seu impacto ambiental pode ser amortizado. Projetar uma edificação adaptável, principalmente se ela tiver propósitos comerciais.• Poupar água. Instalar tubulações e equipamentos de baixo consumo. Coletar e utilizar a água da chuva. Separar a água de pias e chuveiros e reutilizar na irrigação de jardins.• Criar um ambiente interno seguro e confortável, garantindo a saúde de seus ocupantes. Permitir que a luz do dia penetre no maior número possível de ambientes, providenciar ventilação contínua.• Minimizar o desperdício de construção e demolição. A separação e a reciclagem compensam economicamente.• Minimizar o impacto ambiental do seu negócio. Utilizar papel reciclável, usar o projeto para educar clientes, colegas, prestadores de serviço e o público em geral sobre o impacto ambiental das edificações e como diminuí-lo.

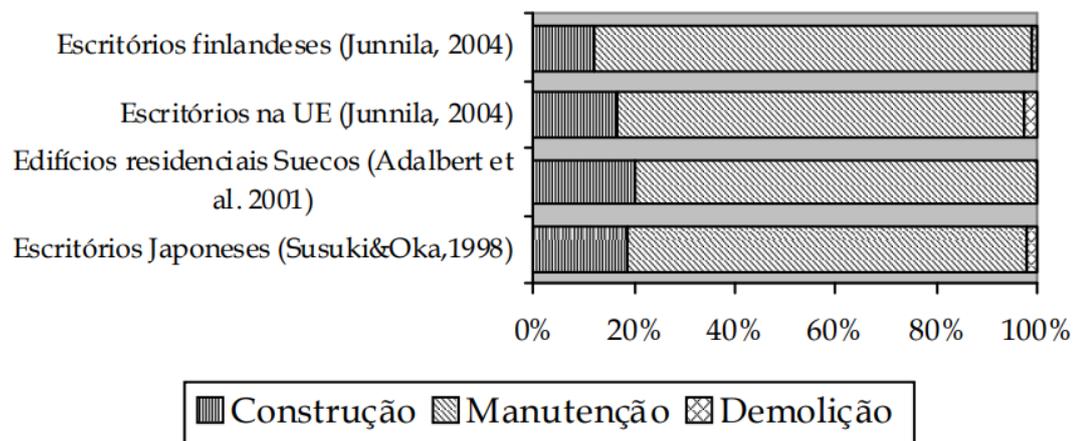
3.12 Inserção da sustentabilidade nos processos de projetos de edificações

3.12.1 Importância no planejamento

A construção é um ramo ao qual suas etapas são subdivididas em várias fases que correspondem a fase de idealização, fase de concepção, etapa de execução de projeto, a obra, ou seja, a construção do edifício, o tempo de utilidade, a manutenção da construção e por último o fim da vida útil. As etapas de que mais apresentam impacto quanto a questões de sustentabilidade são a de manutenção e uso da construção (MOTTA, AGUILAR, 2009).

A Figura 13 abaixo apresenta um gráfico que compara os gastos quanto ao ciclo de vida das edificações na Finlândia, UE, Suécia e Japão.

Figura 13 - Dado comparativo que informa o uso de energia aos gastos que compõe o ciclo de vida da edificação



Fonte: (TAIPALE, 2007)

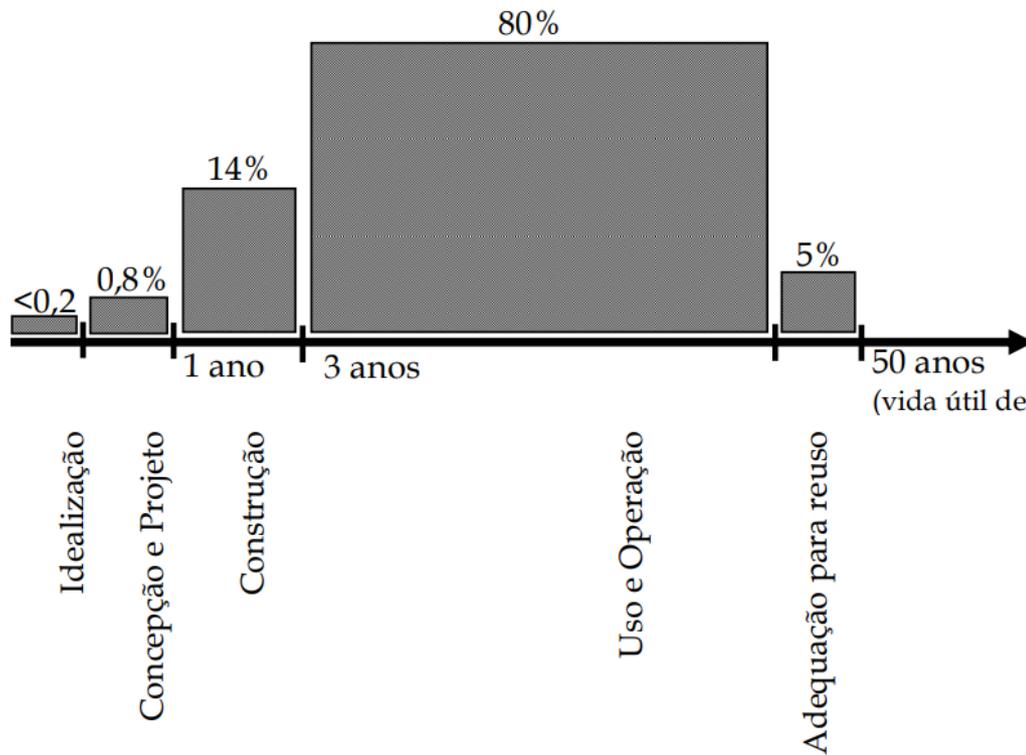
Embora a maior concentração de impactos estar apresentada nas fases que implica na operação e também a manutenção, a etapa que apresenta um maior potencial de intervenção ocorre durante as etapas que são anteriores a as de operação e manutenção, sendo essas, as fases da idealização da construção, bem como, sua projeção. Com isso, com o incentivo de estratégias âmbito sustentável nas primeiras fases de idealização da obra, concepção e na

produção do projeto, se obtém uma potencialização no desempenho do edifício, e ao mesmo tempo, com esse planejamento se é possível adquirir um menor custo para a aplicação de tais estratégias (MOTTA, AGUILAR, 2009).

De acordo com Motta e Aguilar (2009) as fases das ideias, seus entendimentos e a aplicação ao projeto são de extrema impotência para que a sustentabilidade na construção seja alcançada. A idealização do edifício deve ocorrer de modo que os conceitos aplicados a construção sejam compatíveis com a sustentabilidade. Com o emprego da idealização, a produção da construção deve ter foco em atribuir métodos e práticas criativas que contribuam para o objetivo ser ambientalmente saudável.

A Figura 14 disposta abaixo demonstra a projeção dos custos de um edifício em 50 anos.

Figura 14 - Total de custo de um edifício com finalidade comercial em 50 anos



Fonte: Ceotto (2007, apud Motta e Aguilar, 2009, p 106)

3.12.2A importância dos projetos Simultâneos

De acordo com a elaboração de projetos de construções identificados como projetos simultâneos realizados por Fabrício e Melhado (2001). Os projetos simultâneos devem ser focados em administrar o processo do projeto, buscando a cooperação entre as diversas fontes de desenvolvimento. O projeto simultâneo ainda procura a combinação dos mais variados interesses dos diversos responsáveis por todo o tempo de utilização da edificação, o que considera previamente e por completo os resultados obtidos através das decisões implicadas ao projeto, com foco em sua eficiência quanto a produção e também ao potencial dos produtos adquiridos. Com o firmamento da certificação verde, como item do planejamento sua administração interferirá para a efetiva certificação.

Com a implantação do projeto simultâneo, é necessário a procura por métodos executivos que torne de maior facilidade a execução orientada junto ao projeto. Sistemas BIM (Modelagem de Informação para Construção) e ambientes que possibilitam a interação, são exemplos de táticas para alcançar esse objetivo. Os ambientes colaborativos possibilitam a colaboração de diversos participantes, assim, fornecendo aos envolvidos a cooperação, a procura de um resultado comum a todos (BOLLMANN et al., 2005).

Para o desenvolvimento dos ambientes colaborativos, tem-se criado sistemas de computadores que possibilitam aos envolvidos no planejamento o trabalho associado, mesmo que os usuários não estejam próximos. Tais sistemas de cooperação que são possíveis com o auxílio da internet são chamados de extranet de projetos (COELHO, 2008)

A Tabela 07 expressa abaixo apresenta uma análise que quantifica as táticas sustentáveis de melhor caráter.

Tabela 07 - Análise e priorização das ações práticas

Alternativas de solução e seus impactos - Edifícios Residenciais				
		Impacto nos custos		
		Alto	Médio	Baixo
Impacto positivo no meio ambiente	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento total de esgoto • Energia solar aquecimento de água • Reciclagem água de banho e lavatório, uso em bacias 	<ul style="list-style-type: none"> • Metais sanitários de baixo consumo • Medição individual de gás • Medição individual água • Tratamento superficial no piso das garagens 	<ul style="list-style-type: none"> • Retenção de água de chuva • Reserva estratégica de água de chuva • Lâmpadas de alta eficiência. • Peças sanitárias de baixa vazão sanitárias • Separação lixo reciclagem
	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Vidro laminado e tratamento das esquadrias 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatização da irrigação de áreas verdes • Automação da iluminação nas áreas comuns • Motores elevadores de frequência variável 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachadas de cores claras • Cobertura vegetal térreo • Isolamento térmico de coberturas
	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Isolamento térmico de fachadas • Isolamento acústico 	<ul style="list-style-type: none"> • Automação de elevadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de madeira reciclada nos móveis e revestimentos • Revestimentos de piso e paredes facilmente laváveis

Fonte: (CEOTTO, 2008)

3.12.2.1 Sistemas BIM

BIM (Building Information Modeling) é um sistema que se baseia em mecanismos que possibilitam o desenvolvimento dos projetos de construções em três dimensões combinadas a demais dimensões ou mesmo a dados informativos a construção como os prazos ou orçamentos. A esquematização realizada pelo sistema BIM é realizada através de softwares que disponham de modelos paramétricos das composições das construções. Tais modelos, são obtidos em forma de gráficos com respectivas disposições geométrica em três dimensões dos componentes, conjuntos aos dados de variadas naturezas, como o tipo de processo, as dimensões e ainda os valores da obra. Tais informações são definitivas ou mutáveis, variando de acordo com os componentes aplicados a construção. Com a combinação dos variados elementos presentes na construção, a divergência entre os mesmos acaba por ser minimizada (MOTTA, AGUILAR, 2009).

Os responsáveis pela produção do projeto têm a possibilidade de modificar os componentes paramétricos, com foco em intervir em toda a produção do projeto. Com isso, se é possível visualizar as variadas divergências e buscar soluções mais rápidas. O BIM ainda pode ser responsável pela contribuição na obtenção da certificação verde, de modo que, o sistema BIM aceita a introdução de dados como a eficiência energética da construção como um de seus componentes, e com isso coopera para a produção do projeto (MOTTA, AGUILAR, 2009).

3.13 Selos de Certificação Ambiental na Construção Civil

3.13.1 Surgimento das certificações

O avanço quanto a estudos referentes a sustentabilidade na construção resultou em um movimento com foco na realização de sistemas que viabilizem as condições de características sustentáveis dos edifícios, o que resultou nas certificações das construções. Anteriormente já se tinha uma concordância entre os órgãos representantes dos governos e agentes responsáveis pela investigação, quanto ao fato de classificar as construções geram ferramentas favoráveis para a efetiva demonstração da evolução quando participantes das certificações. Outro fator importante é o incentivo a ações voluntárias de sistemas avaliativos quanto as suas desenvolvuras e assim a probabilidade do incentivo ao mercado de trabalho a se adaptar aos sistemas sustentáveis (PINHEIRO, 2006).

O BREEAM foi o primeiro sistema introduzido com sucesso, seu lançamento ocorreu no ano de 1990, mais especificamente no Reino Unido, em sua composição continham imposições que se direcionavam os ambientes internos das construções, bem como, o que o rodeia e ainda o meio ambiente. A partir da introdução desses ideais se tornava evidente o incentivo e o foco na procura por agradáveis condições de conforto e de condições básicas a humanidade, considerando o menor impacto da estrutura ao meio ambiente, considerando os impactos quanto a utilização de recursos ou mesmo com as emissões ocasionadas pela construção (COSTA, MORAES, 2013).

A Tabela 08 indicada abaixo apresenta os principais órgãos certificadores no Brasil.

Tabela 08 - Principais Certificações no Brasil

CERTIFICADO	PAÍS	LANÇAMENTO
BREEAM	Reino Unido	1990
Casa Azul	Brasil	2010
HQE	França	1990
LEED	Estados Unidos	1998
PBQP-H	Brasil	1991
Processo AQUA	Brasil	2008
Procel Edifica	Brasil	1990
SBTool	Internacional	1990

Fonte: (DALA COSTA, 2012)

3.13.2 Parâmetros para a certificação

Para a produção da certificação é necessário o desenvolvimento de parâmetros para a normatização, e com isso o surgimento de critérios para qualificar se a construção alcançou as condições empregadas pelo selo. O processo de verificação varia de acordo com o órgão responsável pela certificação, divididos em três grupos imprescindível (COSTA, MORAES, 2013).

A Tabela 09 expressa abaixo o tipo de metodologia aplicada para a certificação e sua efetiva descrição.

Tabela 09 - Metodologias aplicadas para a avaliação

METODOLOGIA	DESCRIÇÃO
Análise estatística	Sistema baseado em comparação estatística. Os resultados de desempenho de empreendimentos similares são usados como referencia para obter a classificação. Há necessidade de um grande número de dados para a produção da amostra.
Avaliação baseada em pontos	Sistema baseado no atendimento à critérios, geralmente estabelecidos numa lista de verificação. Cada critério gera uma pontuação, e a soma destes pontos é utilizada para classificar o empreendimento.
Avaliação baseada em desempenho	Sistema baseado na avaliação da gestão e do processo. As categorias devem apresentar desempenho mínimo, ou o empreendimento não é certificado.

Fonte: (VALENTE, 2009)

A certificação requer uma análise para a validação quanto aos itens que devem ser obrigatoriamente atendidos e também efetivamente classificados, informando os índices do impacto da construção, a fatores como, saúde, o conforto do proprietário, a preservação ao meio ambiente e também ao estudo e planejamento quanto a utilização dos recursos. A avaliação quanto ao desempenho da construção, pode ser determinada em um dos graus através do cumprimento dos itens essenciais e também o cumprimento de uma quantia mínima de fatores classificatórios. Nos tempos atuais, apresentam-se regras para variados tipos de construções, dentre elas, shopping centers, residências de caráter térreo, construções de edifícios com variados números de pavimentos, complexos fabris, escritórios ou mesmo edifícios penitenciários. Mesmo com as variadas aplicações, os requisitos analisados são semelhantes, pelo fato do alto número de conhecimento quanto ao impacto ocasionado (COSTA, MORAES, 2013).

A Tabela 10 disposta abaixo apresenta as mais importantes categorias e variáveis que são analisadas para a obtenção da certificação.

Tabela 10 - As mais importantes categorias e variáveis que são analisadas

CATEGORIAS	VARIÁVEIS ANALISADAS
Gestão de obra	Análise do local, aplicação do ciclo de vida da obra, diretrizes de projeto e de materiais, integração de projetos.
Aproveitamento dos recursos naturais	Uso de fornecedores locais, projeto da edificação considerando os recursos disponíveis.
Eficiência energética	Conservação e economia de energia, uso de fontes renováveis, controle do calor gerado no ambiente construído e no entorno.
Gestão e economia de água	Uso de sistemas que permitam a redução do consumo de água, aproveitamento de água de chuva.
Gestão dos resíduos da edificação	Criação de áreas para disposição no edifício, reúso e reciclagem.
Qualidade do ar e do ambiente interior	Criação de ambiente interior saudável aos ocupantes, identificação de poluentes internos.
Conforto termo-acústico	Promover sensação de bem-estar interno quanto a temperatura e sonoridade.

A variáveis quanto ao mecanismo de comunicação dos resultados do cumprimento de requisitos, sendo que os resultados podem apresentar um caráter global, compondo assim um único certificado, ao qual tem a responsabilidade de estudar todas as etapas da construção, ou podem os resultados podem ser apresentados por caráter seccionado. Os selos avaliadores que analisam as construções por etapas normalmente, desenvolvendo seus certificados após cada etapa cumprida, respeitando a sequência, e com isso procuram que a solução de dados apresentadas em projetos sejam de fato desenvolvidas, contudo existe um risco de distorção caso não haja um desenvolvimento quanto a efetiva solução apresentada (LEITE, 2011).

Os diversos órgãos responsáveis pela certificação apontam que os selos destinados ao setor de construção civil buscam o melhoramento das questões ambientais da edificação, porém se direcionando em táticas ambientais que proporcionam benefícios a economia e a sociedade. Contudo, os estudos desenvolvidos não são completos, levando assim os órgãos de certificação a classificarem somente com o englobamento ambiental (SILVA, 2003).

3.13.3 Certificação no Brasil

Certas certificações apresentam suas avaliações focadas na consideração da proporção econômica, como por exemplo o Sustainable Building Tool (SBTool), que desenvolve estudos sobre o quanto é viável as soluções conjuntas no quesito econômico, porém muitas não avaliam as questões sociais. Com isso, destaca-se a certificação brasileira, desenvolvida pela Caixa Econômica Federal, que se intitula Casa Azul, onde seu desenvolvimento esteve direcionado ao atendimento a construções com foco em edificações populares (COSTA, MORAES, 2013).

No que se refere ao setor da construção de moradias no Brasil, a inserção do termo sustentabilidade ainda se encontra no começo, e com isso tem-se uma imagem de que os requisitos para a sustentabilidade sejam adicionais, mesmo não sendo verdade. No mercado nacional o custo inicial é altamente valorizado, criando por diversas vezes bloqueios quanto a implantação de tais conceitos. O investimento acrescido estimado varia de 1,5% até 3% no quesito construções de moradias, e ainda de 5% a 7% em construções com foco em empreendimento comercial com a aplicação de métodos sustentáveis, variando com as

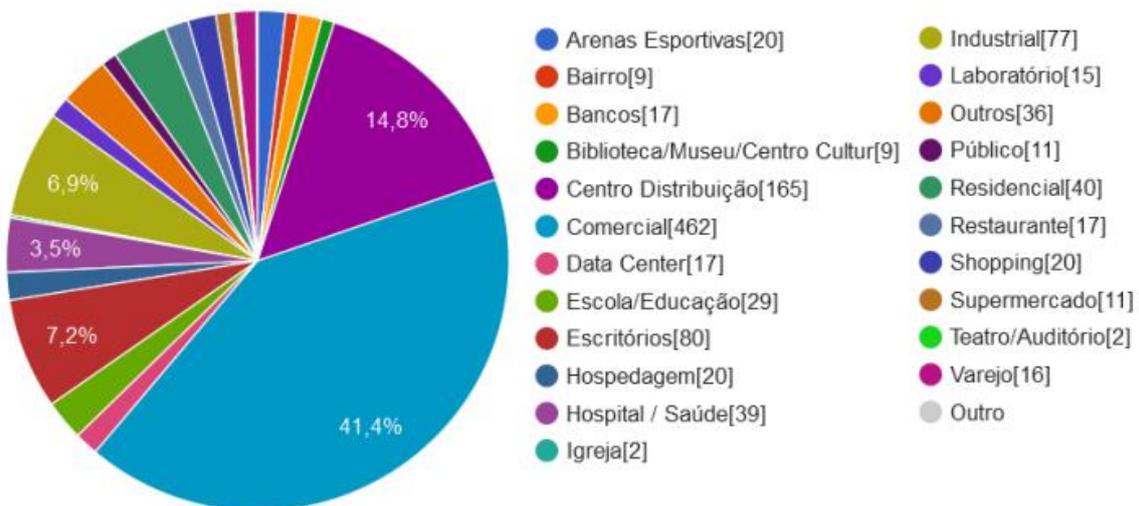
dimensões da construção, da existência de uma certificação a construção e ainda o tipo adotado (COSTA, MORAES, 2013).

3.13.4 Selo LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)

É uma metodologia destinada a certificação e direcionamento ambiental das construções, criada em 1998, por uma organização não vinculada ao governo a USGBC (United States Green Building Council) e dirigida nacionalmente por GBCB (Green Building Council Brasil). Internacionalmente é o selo de maior reconhecimento sendo o mais usual no mundo, com um volume de certificação de mais de 15 mil construções. O USGBC criou essa certificação priorizando que sua coordenação desde sua fundação deveria ser realizada pelo mercado, em razão a um sistema de regulamentação (COSTA, MORAES, 2013).

A Figura 15 apresentada abaixo demonstra um gráfico com os vários tipos de classificações do selo LEED.

Figura 15 - Registro das Tipologias



Fonte:GBC Brasil, 2016

O método avaliativo aplicado pelo LEED é realizado através da contabilização de ponto, ao qual para se conseguir a certificação é necessário que a construção atenda a diversos fatores quanto aos seus desempenhos aplicados a condições específicas, sendo que para cada

fator há um valor que está ligado ao seu tipo. A pontuação mínima é de 40 pontos, com 50 pontos a construção já é considerada de certificação prata, se somados 60 pontos a certificação passa a ser ouro e por fim, se uma construção alcançar pontos que são superiores a 80 é certidão passa a ser platina. O LEED passou por um processo de evolução com o passar dos anos, sendo que na atualidade se encontra dividido em questões específicas que respondem a questões direcionadas de acordo com a tipologia. Com isso cada questão possui pontos com fatores essenciais e que variam, se priorizando o ciclo de vida da edificação em suas variadas fases (COSTA, MORAES, 2013).

Toda o desenvolvimento para a certificação, é avaliada durante as etapas da construção, contemplando da escolha do lote para a construção até sua efetiva finalização. O processo de conferência ocorre através de documentos e também por auditorias que são realizadas na própria construção. No ano de 2010, elaborou-se um estudo de região das necessidades que precisam ser atendidas no Brasil, como exemplo a acessibilidade e o uso de equipamentos que desenvolvam o aquecimento através da conversão da energia solar. (COSTA, MORAES, 2013).

A Figura 16 expressa a seguir demonstra os tipos de selos LEED que um empreendimento pode adquirir de acordo com sua pontuação.

Figura 16 - Certificação LEED de acordo com as pontuações do empreendimento



Fonte: GBC Brasil, 2018

3.13.5 Selo AQUA (ALTA QUALIDADE AMBIENTAL)

O Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é dirigido pelo órgão Vanzolini e foi implantada no ano de 2008, como forma de adaptação ao método do de origem francesa o

HQE as condições do Brasil. Este tipo de processo, não se utiliza de soluções já introduzidas, assim desenvolvendo a procura da construção para alcançar a sustentabilidade nas edificações e em seus mecanismos, junto com a combinação das operações aplicadas, suas execuções e ajustes, que assim proporcionam habilidades para atender a requisitos que lidem diretamente com questões de impacto ao meio ambiente no que se diz a questões exteriores e também ao desenvolvimento de área sadias aos proprietários (PINHEIRO, 2006).

De acordo com Costa e Moraes (2013) a certificação AQUA é obtida através da avaliação de 14 categorias em relação a sua qualidade ambiental, com isso, não se possuem subdivisões. Suas classificações variam de bom (ao que se refere a construção que contém os quesitos quanto as normas), superior (onde são apresentadas técnicas de atuação consideradas boas) ou excelente (consideradas as mais adequadas), sendo que para o empreendedor estar apto a receber o selo AQUA, ele deve ter no mínimo 3 classificações com a qualidade “Excelente” e pelo menos 4 onde sua classificação seja considerada “Superior”.

A certificação é aplicada em todas as etapas da construção, contemplando, o programa, a concepção, a realização e por fim a operação, isso ocorre através das auditorias que são realizadas in loco, e posteriormente analisadas de forma técnica, sendo entregue em todas as conclusões de etapa a certificação, ao qual possuem validade até a próxima auditoria presencial referente a nova etapa (COSTA, MORAES, 2013).

A Tabela 11 abaixo apresentada demonstra as varias categorias que o selo de certificação AQUA exige para validar a construção como sendo uma obra de caráter sustentável.

Tabela 11 - As categorias que são analisadas para a certificação AQUA

CLASSE		CATEGORIAS
Sítio e construção	1	Relação de edifício com seu entorno.
	2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos.
	3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental.
Gestão	4	Gestão da energia.
	5	Gestão da água.
	6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício.
	7	Manutenção – permanência do desempenho ambiental.
Conforto	8	Conforto higrotérmico
	9	Conforto acústico.
	10	Conforto visual.
	11	Conforto olfativo.
Saúde	12	Qualidade sanitária dos ambientes.
	13	Qualidade sanitária do ar.
	14	Qualidade sanitária da água.

Fonte: (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2012)

3.14 Métodos construtivos que amenizem o impacto da construção civil

3.14.1 Telhado Verde

3.14.1.1 Origem do telhado verde

O telhado verde é um sistema construtivo utilizado a séculos pela humanidade, desde regiões como a Islândia e a Escandinávia que possuem baixas temperaturas. Esses tipos de regiões foram umas as primeiras a se utilizar desse tipo de construção. Contudo a construção de telhado verde também se aplica a climas quentes como a Tanzânia. A execução do telhado verde varia de acordo com os materiais aplicados em sua construção. Ressaltando as lajes em concreto, pois são os sistemas de construção mais presentes para a aplicação do processo. A execução desse tipo de telhado se adequa a superfícies tanto planas quanto inclinadas (SAVI, 2012).

Os telhados verdes favorecem o desempenho térmico dos edifícios, interno e externo, proporcionando um maior conforto ao usuário, e também ao entorno dos telhados verdes, pois essas áreas tendem a ficarem mais úmidas devido à presença de plantas no local, proporcionando uma maior área com cobertura vegetal, melhorando assim o clima local e a qualidade do ar (ARAÚJO, p.10, 2007).

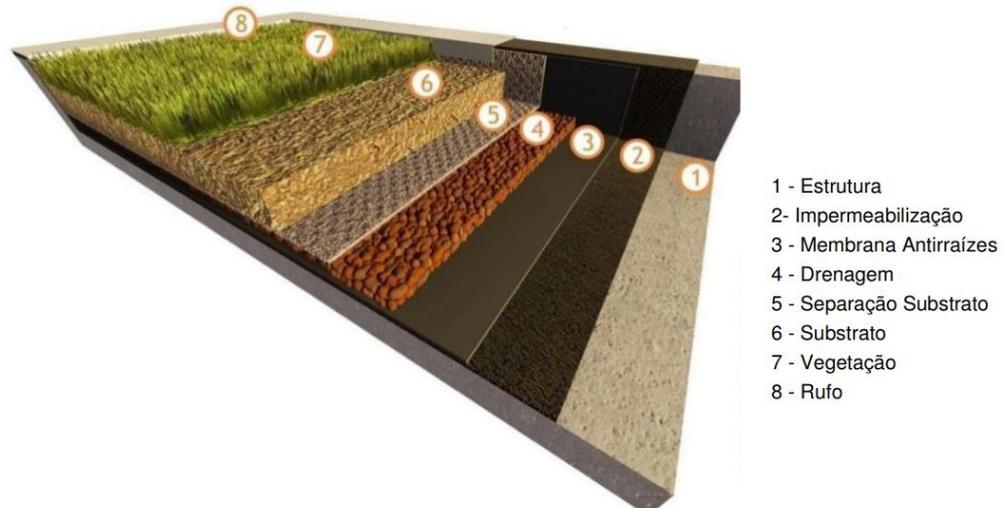
Com a enorme proporção de energia necessária para a manutenção das regiões de grande índice de urbanização, existe uma busca por matérias que sejam isolantes térmicos, que se adaptem a regiões de climas frio ou quente. O desenvolvimento de projeto térmico destinado a construções de caráter urbano varia de acordo com a necessidade de regularização da temperatura que o empreendimento necessite de acordo com as condições do clima e também dos materiais utilizados para a realização da vedação da edificação, considerando que a incidência de raios solares emana radiação sobre a construção, ainda mais quando as construções não foram planejadas para lidar com esse tipo de emissão (RIVERO, 1998; ARAÚJO, 2007).

Diante de tais situações o emprego do telhado verde vem para controlar a temperatura do ambiente interno, isso ocorre, pois, esse tipo de cobertura tem contato direto com as variações da temperatura durante o dia pelo contato direto com a radiação solar. Contudo no período noturno o inverso acontece, considerando a rapidez no resfriamento. Com isso o telhado verde fica em evidência quando comparado, pelo fato de possuir uma maior eficiência no controle da temperatura dos ambientes internos (RIVERO, 1998; ARAÚJO, 2007).

No Brasil, o Rio de Janeiro é um exemplo de região que possui uma alta emissão de raios solares em seu solo, com isso, a cobertura dos edifícios acabam tendo que suportar a diversidade de temperatura de acordo com sua variação diária ou mesmo anual, e com isso, se é possível averiguar a necessidade de uma proteção contra essa variação. Levando em consideração esse fator o telhado verde demonstra-se uma boa opção, ressaltando que a vegetação utilizada como cobertura tem a função de proteger contra a incidência direta dos raios solares, bem como, resfriar a estrutura, através da refrigeração evaporativa (ARAÚJO, 2007).

A Figura 17 apresentada abaixo, apresenta a composição do telhado verde e com isso demonstra seu processo de instalação através de suas camadas.

Figura 17 - Camadas que compõe o telhado verde



Fonte: (SAVI, 2015)

3.14.1.2 O aumento das áreas verdes em meios urbanos

A vegetação em meios urbanos se apresenta como essencial, com isso os telhados verdes veem se tornando mais presentes nos meios urbanos, considerando sua importância na redução de emissão do gás carbônico (CO₂) que é lançado pelas indústrias, veículos na atmosfera. (NIACHOU, 2001; ARAÚJO, 2007).

A preocupação dos planos diretores das grandes cidades com a adequação ambiental e o uso racional da cobertura do solo é uma realidade, e o aumento das áreas verdes é um tema quase que obrigatório nos diversos planos diretores, porém o modelo de industrialização e as necessidades do mercado econômico divergem em determinados pontos no processo de se utilizar elementos naturais no processo da urbanização, ou seja, a transferência máxima de elementos da natureza para o ambiente urbano afim de melhorar a qualidade de vida de seus usuários. (ARAÚJO, p.14, 2007).

Ultimamente tem se observado a alta velocidade do aumento de pessoas que vivem em grandes cidades e juntamente com isso vem a necessidade da aplicação correta de telhados. Esses telhados devem ser capazes de proporcionar aos seus usuários ambientes agradáveis, compondo vegetação à estrutura que sustenta a construção, através do telhado, ou ainda por vegetação, acrescentando na composição da fachada da construção (ARAÚJO, 2007).

3.14.1.3 Efeito positivos aos seres humanos com a aplicação do telhado verde

De acordo com Araújo (2007), várias pesquisas direcionadas ao ambiente apontam resultados favoráveis com a utilização dos telhados verdes, demonstrada através do estado psicoemocional dos pertencentes do imóvel com tal característica, lhes fornecendo conforto e bem-estar, isso vale para a parte interior também para a parte exterior da construção. Assim, possibilitando aos usuários atividades de caráter terapêutico, como a jardinagem, direcionada no próprio cuidado com a manutenção do telhado verde, amenizando os impactos urbanos através do incentivo da vegetação.

Na atualidade já existe o incentivo fiscais de alguns países para a utilização do telhado verde como cobertura. Esse incentivo é realizado através do recebimento de créditos por área verde considerando sua porcentagem em metros quadrados, comparada a ocupação do terreno. Esse tipo de incentivo é interessante, considerando que com o aumento do nível da cidade para pelo menos metade possuir cobertura verde a sensação térmica apresentará um desempenho favorável de até cinquenta por cento na redução da temperatura e também se obtém um aumento na umidade relativa do ar (ARAÚJO, 2007).

3.14.1.4 Custos

Quando o assunto é custo o preço para a execução do telhado verde varia de R\$150,00 a R\$500,00 o metro quadrado em obras novas. No caso de obras de reformas o preço varia de R\$220,00 a R\$650,00 o metro quadrado. Como pesquisas informam, na maioria dos casos de busca pela execução de telhado verde, os proprietários procuram implantar esses sistemas em obras que são novas, pelo fato de que em obras desse tipo se tem a possibilidade de escolher dos materiais utilizados no projeto, principalmente para a composição estética. Sendo assim a procura por reformas ficam sendo limitadas, considerando que o investimento necessário para a implantação do telhado verde neste caso, se torna ainda maior, contudo esse fato se compensa pelos benéficos da utilização do sistema. (BALDESSAR, 2012).

3.14.1.5 Benefícios

Dentre os benefícios do telhado verde pode-se dizer que é a redução da energia, sendo que o emprego de tal método construtivo diminui a necessidade da utilização de equipamentos de resfriamento, como o ar-condicionado no período do verão ou ainda o aquecedor na época de inverno (WILLES, 2014).

A capacidade de absorver águas pluviais, e coletá-las e tratá-las para a utilização doméstica, sendo assim, podendo ser utilizada para a realização dos sistemas de água de descarte sanitário, para lavar as calçadas ou ainda para a irrigação do próprio jardim (WILLES, 2014).

Com sua alta capacidade de armazenar águas pluviais, a utilização de telhado verde, a necessidade de reservatórios passa a não existir, considerando que por essa alta capacidade de captação das águas da chuva auxilia no combate a enchentes (BALDESSAR, 2012).

Auxilia na melhora da qualidade do ar, utilizando-se do processo de fotossíntese realizado pelas plantas, onde elas absorvem o gás carbônico (CO₂) e eliminam o gás oxigênio (O₂), assim contribuindo para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, estabelecendo uma melhoria na qualidade do ar (BALDESSAR, 2012).

O telhado ainda serve como abrigo de animais ameaçados pelo avanço das construções sobre seus habitats, gerando assim uma biodiversidade (PINTO et al., 2014).

Apresenta uma amenização das ilhas-de-calor, considerando que construções realizadas em regiões urbanizadas, apresentam variações nos materiais e também a provável cor escura, que possui a capacidade de absorver o calor o librando a noite, como o asfalto. Por isso regiões urbanizadas apresentam temperaturas mais elevadas, já com a introdução do telhado verde se é possível adquirir um conforto térmico, através do processo de evapotranspiração, processo que fornece a construção uma melhora quanto a temperatura. É importante salientar que a implantação do telhado verde em grandes proporções resultaria na mitigação desses efeitos de ilha-de-calor (BALDESSAR, 2012).

Uma importante vantagem é a possibilidade de lazer proporcionada, sendo que a introdução do telhado verde, proporcionada aos moradores uma fuga da vida corrida de grandes cidades, assim, proporciona ao proprietário um contato com a natureza, o estimulando

a cultivar hortas de pequeno porte, a ainda o plantio de determinadas espécies que fornecem positividade e harmonização a composição do telhado (MARY et al., 2008; BALDESSAR, 2012).

3.14.2 Concreto permeável

3.14.2 .1 Determinação de concreto permeável

O concreto determinado como permeável ou poroso, ou ainda concreto drenante. Esse tipo de concreto é constituído por um número elevado de vazios que são interligados, formando uma composição mista de aglomerante, agregado do tipo graúdo e ainda água elabora com uma pequena parte ou nenhuma parte de agregado do tipo miúdo, esse tipo de estrutura apresenta a capacidade da passagem de um alto volume de água apresentado na figura 18 através de suas passagens desobstruídas (BOTTEON, 2017).

O concreto drenante se destaca dos demais concretos pela sua estrutura porosa, pela quantidade de água que infiltra em seus poros e ainda seu peso, já a resistência não uma característica que apresenta uma elevada importância. A porosidade elevada é adquirida através da composição de agregados que possuem a mesma granulometria e com isso proporcionam vazios, que variam de 15% a 30% do volume total da estrutura. A porcentagem de cada item da composição varia com a resistência que se pretende adquirir (BOTTEON, 2017).

Assim como afirma Mazzonetto (2011) A permeabilidade e a resistência são inversamente proporcionais. Com isso quando aumentada a porosidade de um concreto se obtém uma menor resistência do mesmo (MEHTA, MONTEIRO, 2008). Com isso, esse tipo de concreto não pode ser utilizado para todas finalidades, possuindo uma utilização focada em locais no qual não necessitem de alta resistência.

3.14.2.2 Efetivas aplicações

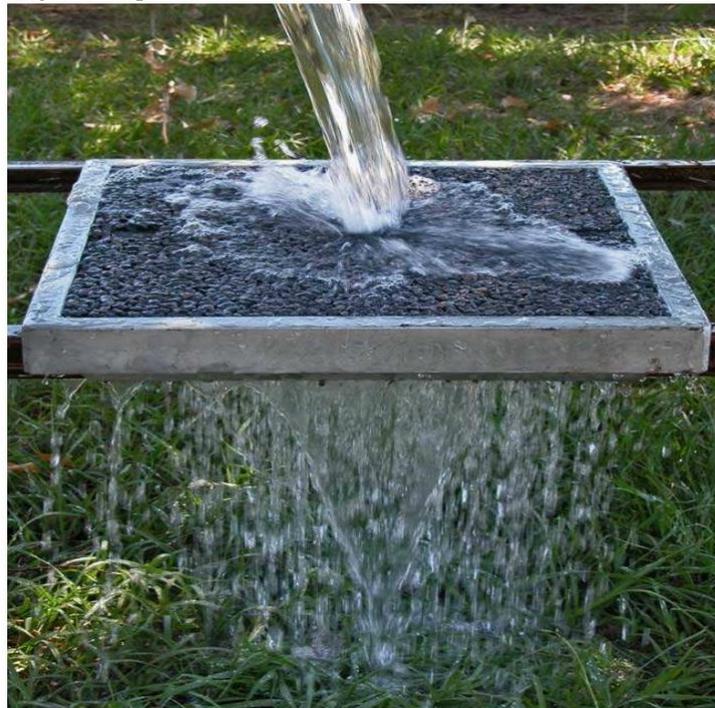
Nos dias atuais, o concreto conhecido como drenante é aplicado não mais a composições de caráter estrutural. Pode ser empregado em um conjunto elementos de drenagem elaborado e também em locais que se desejam reter a água, se apresentando como uma possibilidade de custo econômico, uma opção viável e ainda por ser um material ecologicamente correto para grandes concentrações urbanas (BOTTEON, 2017).

De acordo com Botteon (2017) a pavimentação permeável, tem capacidade de substituir materiais impermeáveis e mais duros, como as estradas, estacionamento de parque o ainda ciclovias.

3.14.2 .3 Vantagens

Todo material possui suas vantagens e desvantagens e não é diferente no caso dos pavimentos permeáveis. Os fatores positivos de maior destaque são: a possibilidade de sua aplicação em áreas que já são urbanizadas, a minimização do volume da vazão, quanto ao seu escoamento sobre o pavimento e a redução da drenagem pluvial necessária. Ainda existem estudos sobre a interação desse tipo de pavimento e sua melhora ao solo da região (BOTTEON, 2017).

Figura 18 - Demonstração da capacidade de infiltração



Fonte: http://www.rhinopisos.com.br/site/produtos/18/placa_drenante_piso_drenante_

3.14.2 .4 Questões Ambientais

Nos dias atuais enfrentamos um grande problema ambiental, a enorme quantidade de concreto e asfalto que são empregados em regiões urbanizadas, fazendo com que esse tipo de região se torne cada vez mais impermeável, e com isso, deixando os sistemas de drenagem saturados. As águas pluviais, não possuem meios para penetrar na terra e com isso se possui uma defasagem no lençol freático da região quanto ao seu reabastecimento de água natural. Esse tipo de problemática acarreta em enchentes e alagamentos (BOTTEON, 2017).

Com o aumento de preocupações quanto a sustentabilidade, e a procura por sistemas sustentáveis, muitos planos diretores vem adotando o concreto permeável como um material para controlar o escoamento dos grandes centros urbanos (TUCCI, 2000).

A impermeabilização das cidades é responsável pela elevação das temperaturas, considerando que a porcentagem de plantas de uma região interfere diretamente na temperatura da região. O concreto drenante viabiliza a passagem da água e do ar garantido que as raízes das plantas tenham acesso a esses elementos. O piso drenante é um material que proporciona uma menor produção na retenção do calor e com isso impede um efeito conhecido como ilha-de-calor em ambientes urbanizados. Esse tipo de mecanismo possibilita que o solo da região seja melhor aproveitado, considerando que seu emprego diminui, ou ainda substitui obras de drenagem no ambiente (BOTTEON, 2017).

3.14.2 .5 Considerações quanto a economia

O pavimento drenante é uma opção para garantir a elevação da permeabilidade de pavimentações que entram em contato com cargas reduzidas, para a efetiva utilização do pavimento drenante são necessários cuidados quanto a sua especificação, sua instalação e claro quanto a sua manutenção. O indicado para esse tipo de controle é o desenvolvimento de cálculos através de um projeto que avalia a resistência que o concreto suporta e também a incidência pluvial. De modo geral, pode-se quantificar o custo destinado a manutenção como sendo baixo ou ainda quase inexistente (BOTTEON, 2017).

3.14.2 .5 Utilização em rodovia

Mesmo não sendo criados para tal fim, os revestimentos asfálticos com superfície em poros apresentam uma absorção quanto a absorção de sons (OLIVEIRA, 2003) e reduz os ruídos distribuídos pelas rodovias (MACHADO, 2007).

O ar presente na frente do pneu invade os diversos vazios presentes no concreto poroso e isso gera uma redução do bombeamento causado pelo movimento do ar que se dispõe entre os sulcos do pavimento drenante e o pneu (SWART, 1997 apud OLIVEIRA, 2003).

Esse tipo de revestimento ainda garante a melhoria quanto a visibilidade, sendo que, como o pavimento evita o acúmulo de água na pista de rolamento, isso afeta diretamente na projeção de água posterior quanto aos meios de locomoção em pavimentos molhados (OLIVEIRA, 2003) e ainda acaba com os reflexos de luzes causados pela incidência dos faróis em poças de água (MEURER FILHO, 2001).

3.14.2 .5 Limitações

Por mais vantagens que o concreto drenante possui existem algumas restrições quanto a sua utilização, sendo a colmatação de seus poros com o passar dos anos, o que diminui sua capacidade de drenagem, isso sendo um dos pontos negativos mais aparentes. Para a garantia de sua efetiva funcionalidade é necessário a manutenção prévia, assim garantindo que a limpeza seja realizada de tempos em tempos, para a prevenção de possíveis problemas futuros (BOTTEON, 2017).

3.14.3 Painéis Fotovoltaicos

3.14.3.1 Energia solar e suas características

Utilização da energia através de absorção da energia solar é considerada umas das mais limpas, de altas proporções e infinita, considerando os mais diversos sistemas de produção de energia renovável (WWW-BRASIL, 2006).

Esse tipo de energia atinge nosso planeta apresentando luz e calor. Em apenas um dia emana sobre a superfície do planeta mais energia do que a produção de todos os habitantes durante um ano inteiro. Porém a radiação emanada pelo sol não atinge igualmente toda a superfície terrestre, variando sua distribuição com a latitude do território, as variações das estações durante o ano, e também as condições da atmosfera do local, sendo considerada a umidade relativa do ar ou mesmo a incidência de nuvens (PEREIRA et al., 2006).

A energia solar pode ser utilizada com o emprego do efeito fotovoltaico, que é realizado através da utilização de células solares que conseguem produzir energia elétrica através da conversão da energia emanada pelo sol (BODON & PELEGRINI, 2013).

Para a realização da transformação da energia solar em energia elétrica é necessário a utilização de painéis solares com a presença de células que possuem os componentes fotovoltaicos, material esse que se desenvolvido através do silício monocristalino, o silício amorfo, o silício policristalino, o cobre, o telureto de cádmio e outros (ANEEL, 2008).

3.14.3.1 Energia solar no Brasil

O Brasil está localizado em um território considerado como intertropical, apresentando uma enorme capacidade de utilização da energia solar durante o ano inteiro (PEREIRA, 2006, P.10).

Apesar das diferentes características climáticas observadas no Brasil, pode-se observar que a média anual de irradiação global apresenta boa uniformidade, com médias anuais relativamente altas em todo país. O valor máximo de irradiação global – 6,5kWh/m² - ocorre no norte do estado da Bahia, próximo à fronteira com o estado do Piauí. A menor irradiação solar global – 4,25kWh/m² – ocorre no litoral norte de Santa Catarina. Os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro (4200-6700 kWh/m²) são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, como Alemanha (900-1250 kWh/m²), França (900-1650kWh/m²) e Espanha (1200-1850 kWh/m²), onde projetos para aproveitamento de recursos

solares, alguns contando com fortes incentivos governamentais, são amplamente disseminados (PEREIRA et al., 2006. p. 31).

3.14.3.1 Sistematização da conversão da energia solar

O efeito conhecido como fotoelétrico ou ainda efeito fotovoltaico é a realização do lançamento dos elétrons por um material metálico no momento em que esse material absorve a luminosidade solar diretamente. Esse efeito se manifesta quando os fótons se lançam aos átomos constituintes dos materiais que apresenta a capacidade de serem semicondutores, tais como o silício, o que produz elétrons e com isso gera-se a corrente elétrica (GUTMANN & OLIVEIRA, 2002).

As forças que mantêm os elétrons circulando ao entorno do núcleo do átomo são as forças de atração, contudo, quando esse sistema recebe algum índice de radiação solar na forma de luz de modo que sua capacidade energética seja maior que as que os mantêm circulando o núcleo, os elétrons acabam por se desvincular de suas orbitais naturais (PARIDA et al., 2011).

Considerando que a crosta terrestre apresenta em sua superfície uma porcentagem de 25% de silício e também seus componentes. Com os métodos práticos proporcionados pelas indústrias direcionada a produtos eletrônicos, se obtém uma facilidade no transporte das tecnologias e o alto desenvolvimento de materiais que possuem característica de serem semicondutores que são baseados no silício. O silício está presente na produção das células solares em uma proporção de 90% (SERODIO, 2009).

A pureza do material necessário na produção de células solares deve ser de altíssima proporção. O elemento conhecido como silício de grau solar (SGS) apresentar uma pureza de 99,9999% (normalmente chamado de seis nove), esse tipo de grau de pureza é necessário para a correta condução da energia elétrica (SERODIO, 2009).

3.14.3.1 Custo benefício

A base para a elaboração de painéis solares é a célula fotovoltaica. Sua efetiva funcionalidade ocorre através do processo de efeito fotovoltaico. Um fator que ainda faz com

que esse sistema não seja tão utilizado é o fato de ainda ser uma tecnologia de custos altos. Porém uma análise deve ser feita considerando que os valores atribuídos aos sistemas de utilização de energia solar vêm apresentando uma queda com a produção de novos tipos de tecnologias, pela melhora no procedimento de manufatura e ainda o aumento dos índices de sua produção (MESSENGER E VENTRE, 2000).

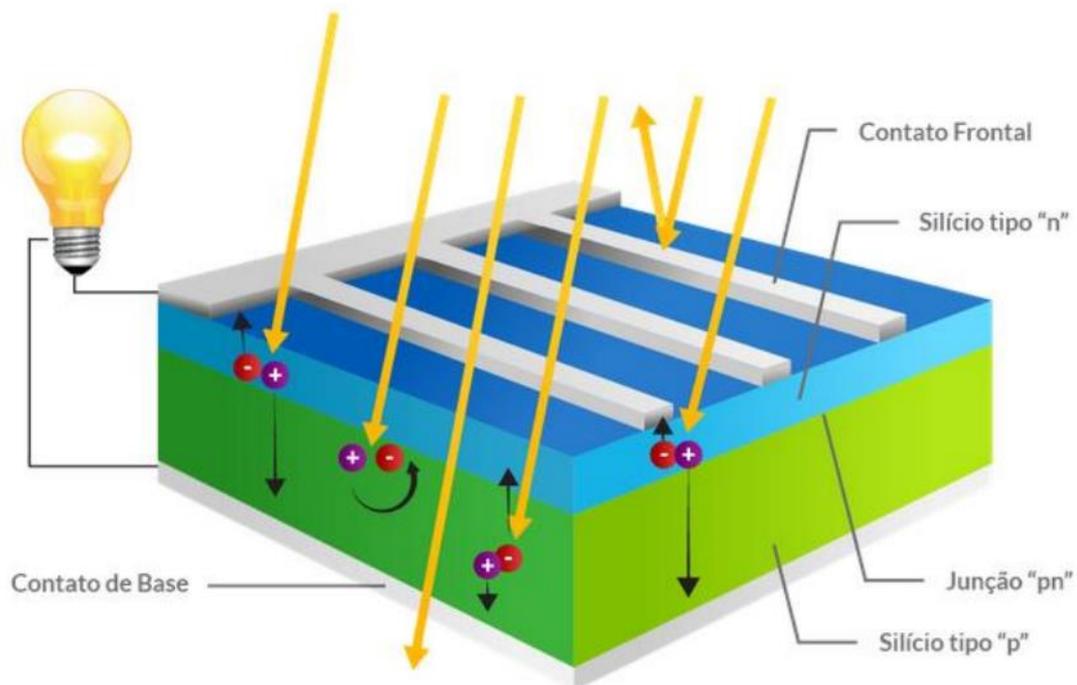
Assim como expõe Feldman et al (2013) entre os anos de 1998 à 2013, os valores atribuídos a esquemas como os fotovoltaicos apresentaram uma minimização, variando de 6 à 7% durante o período de um ano.

As estimativas apresentam-se favoráveis, valendo-se o avanço no desenvolvimento de custos menores, o aumento de tempo de utilização, o progresso quanto a eficiência e ainda e qualidade de resistência das células voltaicas (KANN, 2010; FELDMAN et al., 2013; BODON et al., 2013).

De acordo com Rütther (2004) o tempo de duração de um painel solar fotovoltaico é de 25 anos ou mais, considerando variáveis como o clima. Com isso o emprego de tal sistema pode ser realizado de como a ser integrado ou ainda independente, gerando duas funções, onde a primeira delas e garantir a produção de energia elétrica e a segunda seria proporcionar harmonização ao complexo tendo função assim função arquitetônica (RÜTHER, 2004; BODON et al., 2013)

A Figura 19 demonstrada abaixo apresenta o sistema da efetiva atuação da célula voltaica de silício.

Figura 19 - Processo de atuação da célula voltaica de silício



Fonte: Blue Sol apud Ragnini (2018)

3.14.4 Tijolo Ecológico

3.14.4.1 Composição

O tijolo ecológico produzido através de solo-cimento é estruturado com a combinação entre solo, cimento e também a água. Esse tipo de tijolo tem sua capacidade de resistência parecida com a dos tijolos comuns, mas suas características definitivas apresentam uma melhor qualidade, demonstrando superfícies com faces mais planas e sem irregularidades (MOTA et al., 2010).

3.14.4.2 Aspectos positivos

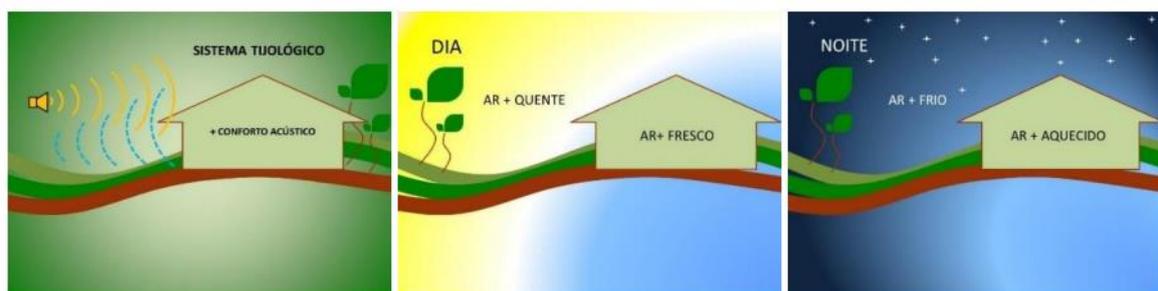
De acordo com Santos et al (2009) algumas vantagens do tijolo ecológico são:

- Tem-se a possibilidade de utilizá-lo, como próprio acabamento da obra;

- Acaba com a utilização de madeira, considerando que as vigas e pilares são executados no interior dos tijolos;
- Quando for considerado reboco, para sua aplicação é necessária uma quantidade inferior de cimento do que o necessário para a forma clássica, tem como resultado de uma camada de espessura muito fina;
- Esse tipo de tijolo possui em sua superfície interior furos, o que resulta na formação de espécies de câmaras compostas de ar, o que acaba por oferecer um isolamento acústico;
- Possui a capacidade de isolamento térmico. Apresentando em épocas de temperaturas mais frias uma permanência das temperaturas internas em um índice mais elevado em relação ao ambiente externo e já em época de temperaturas mais elevadas apresenta um conforto quanto a sensações de temperaturas interna mais frias;
- Possui uma resistência mecânica mais elevada;
- Sua estrutura apresenta uma superfície mais uniforme quanto a fabricação;
- As instalações tanto elétricas quanto hidráulicas são aplicadas dentro dos furos dos tijolos;
- Possui um peso inferior;
- Com um dos maiores fatores favoráveis apresenta uma efetiva atuação garantindo que não haja propagação de umidade e com isso desenvolve a evaporação de ar, com isso se consegue mitigar as apresentações de ar nas paredes e também na área interna do edifício sendo uma característica sadia a vida útil da construção;

A Figura 20 expressa abaixo demonstra a realização de uma edificação com isolamento térmico e também acústico.

Figura 20 - Exemplificação de isolamento térmico e acústico



Fonte: Tijologico apud Fiais (2017)

Mais algumas vantagens são apresentadas pela Revista Ecológica (2013) de acordo com o exposto abaixo:

- Por apresentarem furos com seus encaixes bem produzidos garantindo uma combinação entre os blocos, garante assim um correto alinhamento na aplicação, o que acaba desencadeando em uma maior tranquilidade na execução;
- Comparado a construções clássicas seu tempo de execução é a metade do tempo de obras convencionais;
- Como os pilares se localizam entre os furos isso proporciona uma maior distribuição entre as cargas exercidas sobre as paredes;
- Ameniza as cargas exercidas sobre a fundação, o que influencia diretamente na diminuição do tamanho de estacas e sapatas de maiores profundidades;
- Apresenta um melhor desempenho quanto a utilização do concreto, o mitigando em até 70%;
- Apresenta um melhor desempenho quanto a utilização do ferro, o mitigando em até 50%;
- Duram mais tempo do que os tijolos comuns;
- Sua finalização é simples;
- A impermeabilização para esse tipo de tijolo é simples, sendo apenas a base de silicone ou ainda acrílico e ainda um rejunto de característica flexível;
- Seu assentamento é imediato, sobrepondo um ao outro;
- É empregado como acabamento perfeito, considerando sua estruturação;

A Figura 21 indicada abaixo demonstra o sistema elétrico e hidráulico executado em uma construção de tijolo ecológico.

Figura 21 - Exemplificação de instalações elétricas e hidráulicas



Fonte: Mixmáquinas apud Fiais (2017)

3.14.4.3 Aspectos desfavoráveis

Os aspectos desfavoráveis segundo Keindienst (2016) são:

- O peso é uma desvantagem. Especificamente quando o assunto é sobrado se é necessária uma atenção ao se elaborar as paredes sobre outras paredes; vão de tamanhos consideráveis e vigas em balanço são elementos que se evita nesse tipo de sistema construtivo;
- Tem uma maior capacidade de absorção de umidade o que o implica uma maior atenção a impermeabilização;
- Por ser um tipo de construção onde seu emprego é o de alvenaria estrutural isso o limita quanto a remoção das paredes e também a idealização de aberturas ou ainda novos vãos;
- A atenção quanto aos sistemas de instalação de redes elétricas e hidráulicas exigem um planejamento muito bem elaborado, considerando que esse tipo de estudo mitigará as variações durante a construção da obra, os erros ou ainda a execução incorreta dos locais de interruptores;
- Com a utilização de tijolos com o efeito expostos, ou seja, sem a camada de reboco, em situações onde sejam necessárias manutenções nas superfícies fica complicado o processo para não deixar sinais do reparo. Ressaltando ainda a necessidade de buscas

por tijolos que possuam as mesmas características estéticas, como cor, para substituir os que apresentarem alguma divergência com os demais.

- Necessita de mão de obra experiente nesse tipo de construção;
- Por possuir uma alta quantidade de poros, quando machado, a mancha permanece na composição durante toda a vida útil;
- Apresenta a resistência baixa a choques em regiões de quinas ou cantos;
- As empresas que desenvolvem esse tipo de tijolo, não apresentam uma linha padrão de desenvolvimento, produzindo assim tijolos com as dimensões de sua escolha.

3.14.5 Sistemas de captação de água

3.14.5.1 Estilo de captação de águas superficial

Barros (1995) considera que para o desenvolvimento de projetos com foco na captação das águas superficiais, se é demonstrado as individualidades quando a quantidade e a qualidade desse escoamento das águas e com isso se têm a necessidade de estudos. O autor destaca os que considera mais importante abaixo:

- Estudo quanto aos dados de índices de chuvas na região de circuito da água, assim conseguindo avaliar a variação de chuvas durante os períodos de cheias ou de estiagem;
- Estudos quanto as informações das águas de bacias tanto a do foco de estudo, quanto a bacias vizinhas;
- Individualidades quanto a sua composição química, física ou ainda quanto aos índices de bactérias presentes;
- O próprio local onde se situa a bacia, considerando fatores como ativos poluidores e também o desenvolvimento de poluidores potenciais;

3.14.5.2 Estilo de captação de águas subterrâneas

De acordo com Barros (1995) as águas depositadas no subterrâneo são de propriedades ótimas sendo apropriadas ao consumo dos seres humanos, mesmo o lençol freático apresentando a característica de ser bem frágil, ou seja, que não se necessita de muitas mudanças para a contaminação de suas águas, sua obtenção é considerada simples, mesmo que nem todas as vezes com proporções abundantes e ainda tem a possibilidade de ser encontradas diante de zonas de consumo.

3.14.5.3 Consumo doméstico

De acordo com Yassuda e Nagomi (1976) e Azevedo Netto et al (1998) vários fatores influenciam diretamente no consumo de água dos humanos, como a variação climática, a separação por classe social, a dimensão das cidades, os costumes locais, as empresas que fornecem e cobram sobre a utilização da água, e outros. Considerando a densidade de uma população, quanto mais ampla ela for, mais necessidade de potencialização do recurso com aplicação em sua utilização. Esse tipo de característica é presente em países que aprestam um território de pequeno porte, países com as dimensões do Brasil, existem outros fatores, com os já citados acima, sendo hábitos e climas.

A estimativa é de que de 30 a 40% do volume que é direcionado ao consumo interno das famílias está destinado ao uso da descarga de sanitários de uma residência (ABNT, 2000).

A Tabela 12 abaixo indica o consumo de água pela quantidade de populações no Japão

Tabela 12 - Relação entre o número de habitantes pelo consumo de água no Japão

População (habitantes)	Consumo da água (L/hab/dia)
Até 5.000	197
50.000 a 100.000	337
250.000 a 500.000	370
Acima de 1.000.000	448

A Tabela 12 abaixo indica o consumo de água pela quantidade de populações em cidade no Brasil.

Tabela 13 - Consumo de água no Brasil

Cidade	População	Ano	Consumo da água (l/hab/dia)
Caieira – SP	16.000	1980	200
S.Bernardo do Campos – SP	264.000	1980	250
Aracajú – SE	320.000	1979	192
Porto Alegre	1.123.000	1981	318
Salvador – BA	1.295.000	1979	248
Rio de Janeiro – RJ	4.410.000	1978	359
Grande São Paulo – SP	12.400.000	1980	282

Fonte: Azevedo Netto et al (1998)

3.14.5.4 Consumo na indústria

A indústria necessita de uma grande utilização da água, considerando sua utilidade em diversas etapas no processo industrial, sendo utilizada para a limpeza, como processo de cuidados térmicos, para amenizar as temperaturas, proporcionando sua mudança de estado para gasoso, para a transposição e ainda como componente do processo industrial (BARUFFALDI E OLVEIRA, 1998).

A água é fundamental para o processo industrial. O volume de água necessário e seu nível de qualidade vão variar de empresa a empresa (ANDRADE E MARTYN, 1993).

3.14.5.5 Aproveitamento da água das chuvas

De acordo com Cardoso (2009) o sistema de captação é dividido em 4 etapas que são:

- A captação, onde a água é retirada, comumente é executada nos telhados;
- O transporte, que apresenta a condução das águas por meio de tubulações ou ainda por calhas;

- O armazenamento, etapa em que a água recolhida é conservada em cisternas;
- E por fim o tratamento, onde a água recolhida passa por algum processo de tratamento no caso de necessidade.

Assim como expressa Pinhel et al. (2007) o recolhimento de águas pluviais através dos telhados residenciais é o método de maior facilidade e também mais comumente instalado, considerando que o telhado em si já é propício a instalação de tal sistema, aliviando os custos de execução e com isso deixando mais fácil o a captação da água para sua reutilização. Contudo, autores consideram que os primeiros milímetros de águas pluviais, processo necessário para impedir a captação de resíduos o que interfere negativamente na composição da água.

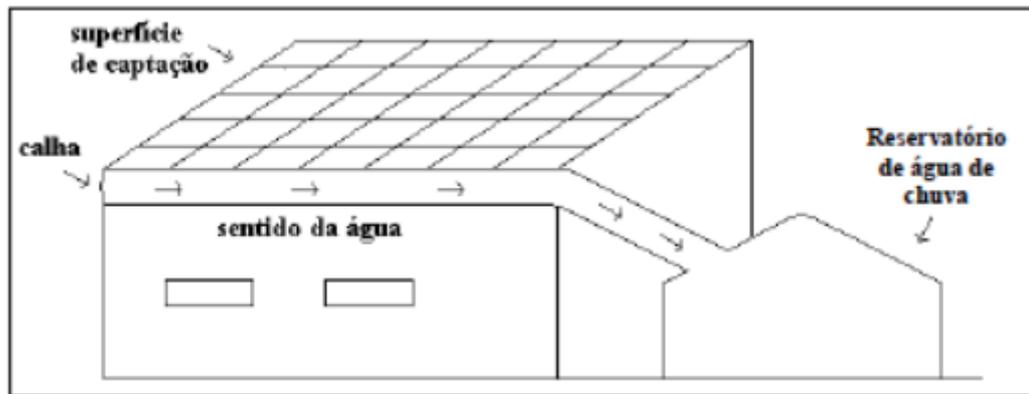
Uma das formas mais simples de sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva é através dos telhados. A água da chuva cai nos telhados e escoar por condutores verticais e horizontais (calhas) que direcionam a água para um reservatório, o qual pode ser construído a partir de diferentes materiais, dentre eles, a alvenaria de tijolo, aço, polietileno ou o concreto armado. A quantidade de água coletada pelo sistema depende do tamanho da área de captação (telhados, laje de edificação, calçada, dentre outros), da precipitação pluvial do local e do coeficiente de Runoff, ao passo que, para determinar o dimensionamento da cisterna que receberá a água da chuva, usam-se como base de cálculo a área de captação, a média de precipitação na região e a demanda mensal do prédio em que se pretende instalar o sistema de aproveitamento (FERNANDES, MEDEIROS NETO e MATTOS, 2007, p. 05)

De acordo as avaliações realizadas por Anecchini (2005) as águas pluviais são contaminadas ao entrar em contato com as zonas de captação, pelo fato de acumularem resíduos, tais como fezes de animais e também folhas de vegetações presentes.

Ainda sobre os estudos de Anecchini (2005) foi constatado por ele que com uma maior proporção de águas pluviais descartadas, se obtém uma melhor qualidade da mesma, assim as conduzindo aos seus reservatórios um produto de melhor qualidade.

A Figura 22 indicada abaixo demonstra a elaboração de um sistema de captação de águas pluviais e seu efetivo armazenamento.

Figura 22 - Exemplificação de sistema de captação de águas pluviais



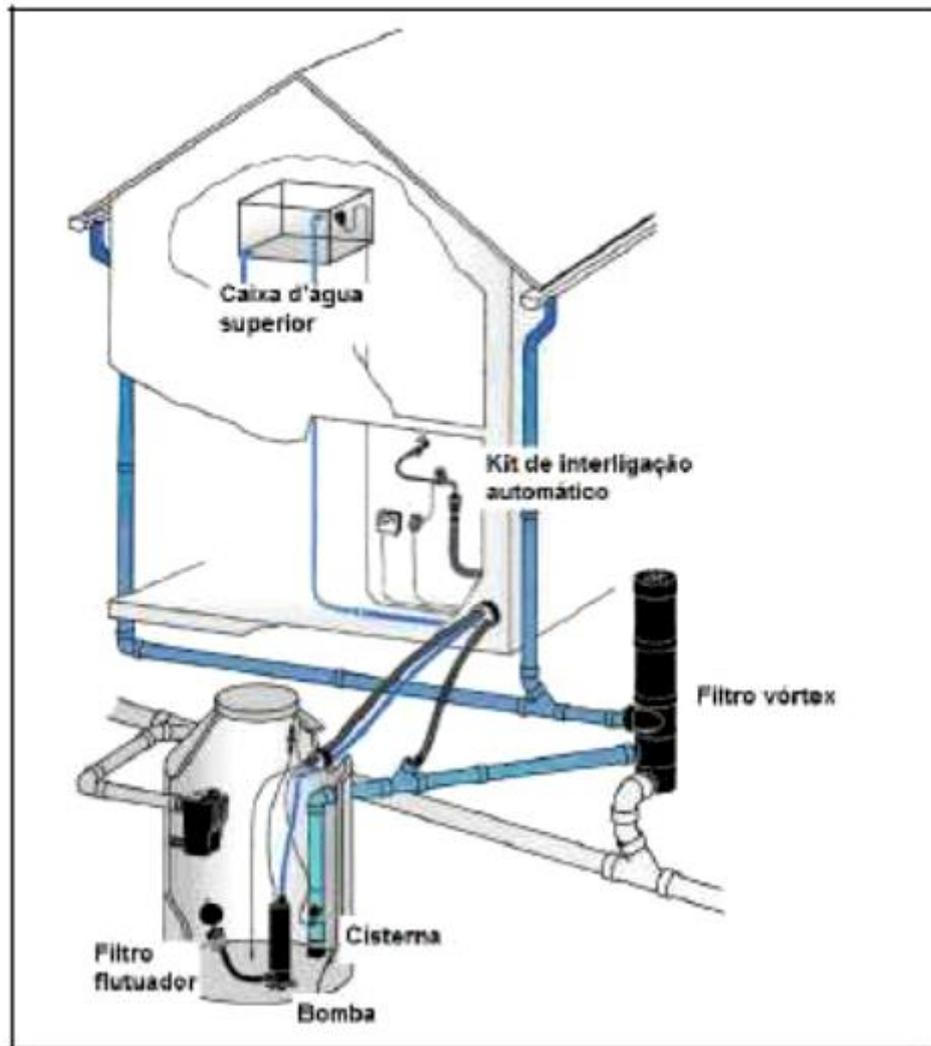
Fonte: Cardoso (2019, p. 07)

De acordo com Silva (2006) as cisternas são os tipos de captação de águas pluviais mais viáveis, porque esse tipo de estrutura pode ser executado de várias maneiras, assim se adequando a necessidades individuais e também é considerada uma estrutura mais barata quando comparada aos sistemas de armazenamento pré-fabricados. Um fator de extrema relevância é que as cisternas são capazes de conservar a água em seu interior sempre frescas por se localizarem inferiores ao nível do terreno. O autor ainda apresenta a informação da importância da instalação de um sistema de dispositivo que funcione automaticamente, considerando o descarte dos primeiros milímetros de água pelo contato com resíduos.

De acordo com Andrade Neto (2004) esse tipo de dispositivo pode ser determinado como sendo um bloqueio físico, que está direcionado a proteção das cisternas contra o contato com resíduos, tem-se diversos modelos de filtros produzidos pela indústria, variando de modelos mais elaborados ou ainda simples. O funcionamento do sistema depende do selo hídrico que colabora com a separação da água contaminada a destinando a reservatório de pequena dimensão, ao mesmo tempo a água sem contato com impurezas é direcionada a um reservatório com uma maior proporção.

A Figura 22 abaixo, apresenta uma sistematização da utilização dos filtros.

Figura 23 - Esquemática do filtro



Fonte: Cardoso (2019, p.19)

3.14.6 Lâmpadas LED

3.14.6.1 Iluminação essencial a rotina da humanidade

A luz é essencial para a continuidade da espécie humana, sendo ela de natureza natural ou ainda artificial. Sendo tão necessária, várias tecnologias vêm sendo desenvolvidas para melhorar as condições de vida e proporcionar melhores ambientes, e ultimamente tem se

preocupado com as questões ambientais. A produção de tecnologias, da sociedade e também da economia desencadearam em elevadas complicações no meio ambiente que se implicam diretamente na vida da sociedade atual. O número de pessoas cresce com o passar dos anos, como sua consequência o número de construções proporcionalmente também vem crescendo (SCALCO et al., 2012; MOHAMMAD, 2013).

3.14.6.2 Qualidade no emprego de Lâmpadas LED

O ramo de serviços direcionados a luzes artificiais necessitam de serviços e também de produtos. O LED vem sendo apresentado como sendo um produto com uma boa eficiência e ainda ambientalmente recomendável, vem sendo melhor classificado do que as outras lâmpadas, isso ocorre por diversos fatores positivos e possui diversas indicações quanto a sua aplicação em projetos com iniciativas sustentáveis (FARIA, 2014).

Os valores de custo no princípio, a longo do tempo são convertidos para condições positivas, tanto em questão a economia, a questões individuais, sociais e ainda ao meio ambiente o que implica diretamente na possibilidade de proporcionar as futuras gerações uma melhor administração dos recursos. As pessoas que utilizarem o LED antes de mais nada têm que entender as vantagens apresentadas pela utilização dos LEDs e com isso evidenciar o custo benefício, com sua utilização. Interferindo positivamente tanto na vida das pessoas quanto no meio ambiente (FARIA, 2014).

As lâmpadas LED são uma opção para se conquistar uma efetiva diminuição dos gastos de energia no âmbito da iluminação, considerando que possui um consumo inferior e uma potência mais elevada quando comparada com as lâmpadas de estilo fluorescentes normais. O tempo de utilização de uma lâmpada LED chega a até 100.000 horas, já o de uma lâmpada de tipo fluorescente normal que apresenta uma duração de 40.000 horas. Contudo esse fator varia de acordo com a fabricante. O valor alto desencadeia em negativamente par seu consumo, porém o retorno através da sua utilização é de alta velocidade e de boas proporções, considerando que esse tipo de lâmpada trabalha com um custo inferior, sua durabilidade é maior o que acaba mitigando periódicas trocas o que ocorre sucessivamente em lâmpadas comuns (VALENTIM, FERREIRA e COLETTI, 2010; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2012).

De acordo com o U.S. Department Of Energy (2012) as lâmpadas LED apresentam uma emissão de calor inferior as lâmpadas incandescentes normais que apresentam uma emissão de 90% da sua energia a convertendo em calor da mesma forma as lâmpadas fluorescentes emitem 80%.

De acordo com Keeler e Burke (2010) essas lâmpadas fazem mais do que apenas emitir luz, elas também proporcionam um ambiente mais agradável, introduzindo conforto visual. Esse benefício tem tomado discussões, sendo que a ergonomia, que é a teoria que alinha as matérias as atividades de boa forma vem defendendo esse fator. Por isso a necessidade de se planejar bem os projetos de iluminação, produzindo sensações positivas aos moradores como a cromoterapia técnica que emprega o uso das cores, método utilizado por sociedades antigas como a egípcia ou a chinesa, o que acaba por proporcionar um sentimento agradável aos usuários.

4METODOLOGIA

De acordo com Gil (1988) a classificação do trabalho apresentado pode ser determinada como sendo de caráter exploratório, de modo que o foco do trabalho está direcionado a possibilitar uma ampliação quanto aos conhecimentos expostos nos textos, bem como, possibilitar discussões sobre o tema apresentado.

Gil (1998, p. 45) comenta que o seu tipo de estudo de caráter exploratório:

[...] têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. [...] Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: a) levantamento bibliográfico; [...] c) análise de exemplos que “estimulem a compreensão” (Selltiz et al., 1967, p.63).

A metodologia aplicada a este estudo será a revisão de bibliográfica.

Através disso Gil (1988, p. 48) afirma que “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. ”

O autor ainda destaca que maior porção desse estudo é de caráter exploratório, e com isso fica sendo definido com pesquisas bibliográficas. Gil (1988, p. 48) ainda destaca que “as pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente a partir de fontes bibliográficas”.

5 CONCLUSÃO

Através deste trabalho foi possível avaliar a importância da aplicação de estudos referentes a sistemas que possibilitem a minimização quanto aos impactos que todas as etapas da construção civil geram, tanto a produção de materiais para as construções, quanto a efetiva destinação de seus resíduos gerados.

Observou-se que antes de qualquer processo é essencial o desenvolvimento de um plano de ação, ou seja, a primeira etapa seria o planejamento da obra, afim de amenizar o máximo possível a utilização de recursos e descartes desnecessários, esse tipo de otimização ameniza a interferência humana sobre o ambiente e ainda proporciona uma evidente diminuição nos custos das obras, considerando que com esse tipo de planejamento e acompanhamento de obra se obtém um menor desperdício.

Foi possível ainda identificar que as mudanças quanto aos métodos empregados são essências para a proporcionar bem-estar, valendo-se de que as mudanças vêm afetando diretamente na vida de diversos seres. Tais impactos ainda foram identificados como causadores de variações climáticas de regiões, como períodos de estiagem em determinadas regiões, ou ainda, chuvas com proporção catastróficas.

Por fim ficou evidente o incentivo e esforços dos profissionais tanto para o desenvolvimento de técnicas, quanto ao convencimento de sua utilização aos seus proprietários, demonstrando que muitos métodos empregados nas construções sustentáveis embora em primeiro instante possam apresentar um valor acima dos métodos clássicos, seus benefícios são claramente identificados, proporcionando uma melhor harmonia entre a relação do homem com a natureza e vale ainda ressaltar que métodos assim, por serem focados em economia de energia, apresentam muitas vezes boas condições quanto aos custos, considerando seu retorno financeiro.

Por estes motivos pode-se constatar que os métodos ambientalmente saudáveis são essenciais para a construção civil, considerando seu impacto direto na vida de diversos seres.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT. **Captação e uso local de águas pluviais**. Estudo para elaboração de Norma Técnica, cedido pela Empresa BELLA CALHA, 2000.
- ABNT. **NBR ISSO 14000**. Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.
- ANDRADE, N. J.; MARTYN, M. E. **A água na indústria de alimentos**. Viçosa: UFV, 38p, 1993.
- ANDRADE NETO, C. O. **Proteção sanitária das cisternas rurais**. In: XI SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2004, Natal. **Anais ...** Rio de Janeiro: ABES, 2004.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: Aneel, 2008.
- ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória – ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo – ES, 2005.
- ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. São Paulo: SP, 2001.
- ARAÚJO, A. F. A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84192> acesso em 05/10/2019
- ARAÚJO, Sidney Rocha de Araújo. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2007. 20f. Monografia (Bacharel em engenharia florestal) – UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, 2007.
- ARAÚJO, S. R. de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, ago. 2007. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>> .Acesso em: 29 set. 2019.
- AZEVEDO NETTO, J. M. **Aproveitamento de Águas de Chuva para Abastecimento**. BIO, ANO III, N°2, pags.: 44 - 48, ABES, Rio de Janeiro, 1991.
- BALDESSAR, Silvia Maria Nogueira. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Curitiba, 2012.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**, 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007, 382 p.

BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**. Aracaju, 2005.

BARROS, R. T. de V.; CASSEB, M. M. S.; CASTRO, A. A.; CHERNICHARO, C. A. L.; COSTA, A. M. L. M.; HELLER, L.; MÖLLER, L. M.; VON SPERLING, E.; VON SPERLING, M. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Vol. II. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 221 p, 1995.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **A água na indústria de alimentos**. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. (eds.) Fundamentos de tecnologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, págs.:201-217p. (Série Ciência, Tecnologia, Engenharia de Alimentos e Nutrição. Vol. 3), 1998.

BETIOL, L. S. et al. **Compra sustentável: a força do consumo público e empresarial para uma economia verde e inclusiva**. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania, 2012.

BITTENCOURT, M.; JUNGLES, A.E. Diagnóstico de Responsabilidade Ambiental no Processo de Execução de Obras de Empresas Construtoras de Micro, Pequeno e Médio Porte. In: Anais **ENEGEP**, 2012, XXXII, Bento Gonçalves RS. Internet. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/129004.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

BODON, J.H., PELEGRINI, A.V. **Apontamentos sobre a viabilidade de aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD) em telhas fotovoltaicas**. In: Congresso Internacional de Bioenergia, 8., 2013, São Paulo. Anais ... São Paulo, 2013.

BOLLMANN, C.; SCHEER, S.; STUMM, S. B. **Engenharia colaborativa: uma visão para a engenharia simultânea e o uso de ambientes colaborativos para arquitetura e engenharia civil**. In: Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação. São Paulo, 2005.

BOTTEON, Letícia Machado. **Desenvolvimento e caracterização de concreto permeável para utilização em blocos intertravados para estacionamentos**. 2017. 93f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, Niterói, 2017.

BRANDÃO, A.C.; GOMES, L.M.B.; AFONSO, J.C. Educação Ambiental: O caso das lâmpadas usadas. **RQI**, Rio de Janeiro, p. 17-23, abr./jun. 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> acesso em 06/10/2019.

BRASIL, Governo Do Estado De São Paulo Secretaria Do Meio Ambiente Coordenadoria De Planejamento Ambiental. Cadernos de Educação Ambiental: **Habitação Sustentável**. São Paulo, SP, 2011.

BRASIL, Governo do Estado de São Paulo: **Secretaria do Meio Ambiente Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Resíduos da Construção Civil e o Estado De São Paulo**. São Paulo, SP, 2012.

BRASIL, Agência Nacional de Águas e Secretaria Nacional de Saneamento Básico. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL, Agência Nacional de Águas (ANA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL, A camada de Ozônio. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasil. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/a-camada-de-ozonio>> Acesso em: 01 de jul. 2019.

BRASIL, Agência Nacional de Águas (ANA) e Ministério Do Desenvolvimento Regional (MDR). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília, DF, 2019.

BUILDING - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Product Category Rules for Type III Environmental Product Declaration of Construction Products to EN 15804:2012. Watford: BRE Response toPublicConsultationComments, 2013.

BURINI JUNIOR, E.C. Destino e Gestão aos Resíduos de Lâmpadas Elétricas a Descarga. In: VII CONGRESO DE MEDIO AMBIENTE / AUGM. La PlataArgentina. 22-24 mayo, 2012. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26498/Documento_completo.pdf?sequence=1> Acesso em 04 out. 2019.

CEOTTO, L. H. **Avaliação de sustentabilidade: balanço e perspectivas no Brasil**. In: I Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável – SBCS 08, São Paulo, 2008.

COELHO, S. B.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: VIII Workshop Brasileiro - Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

COSTA, Eduardo Dalla; MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de. Construção civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações leed (leadership in energyandenvironmental design) e aqua (alta qualidade ambiental). **Trabalho de engenharia ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 3, p. 160-169. Maio/jun 2013.

CUNHA, I. B. da. Tecnologias e Inovações para Construção Sustentável. 2011 (Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção de grau Engenheira Civil)

DALLA COSTA, E. **Certificação Ambiental na Construção Civil: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA**

(**Alta Qualidade Ambiental**). Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental). CEGEA/ ESALQ/ USP, 2012.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. **Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios**. In: Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo - NUTAU, 1998, São Paulo, SP. Tecnologias para o Século XXI, 1998.

FARIA, Ana Carolina. **Iluminação sustentável: os benefícios do uso da tecnologia led nos projetos de iluminação**. 2014. 131f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS, Goiânia, 2014.

FELDMAN, D. et al. **Photovoltaic System Pricing Trends: Historical, Recent, and Near Term Projections** 2013 Edition. 2013.
<<https://emp.lbl.gov/sites/all/files/presentation.pdf>> . Acesso em 03 out. 2019.

FERNANDES, Diogo Robson Monte; MEDEIROS NETO, Vicente Batista de; MATTOS, Karen Maria da Costa. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN (2007)** Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR650479_0552.pdf> Acesso em: 04 out. 2019.

FIAIS, Bruna Barbosa; SOUZA, Danilo Sarto de. Construção sustentável com tijolo ecológico sustainable construction with the ecological brick. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, v. 02, n. 01, p. 94-108, 2017.

FIORITI, C. F. Avaliação de compósitos de concreto com resíduos de borracha na produção de blocos para alvenaria. Dissertação de mestrado (Engenharia Civil) – Programa de Mestrado da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Guias e Referenciais para Certificação AQUA – Alta Qualidade Ambiental**. 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1988.

GLOBO CIÊNCIA. **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta: Mãos de obra e novas tecnologias podem reduzir o consumo de materiais**. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>> Acesso em: 19 jul. 2019.

GLOWACKI, J.A. Alocação dos Custos ambientais aos produtos: desafio à contabilidade. Contabilidade e Informação: conhecimento e aprendizagem, Ijuí, v.7, n.20, p.77-83, jan/jun. 2004.

GUIA PLACO - Soluções Construtivas 2014. Disponível em: <https://www.placo.com.br/produtos-drywall/material-impreso-drywall/arquivos/AF-ManualPlacostil_A4%20SET2013_WEB.pdf>. Acesso em 20 ago. 2019.

GUTMANN, F., OLIVEIRA, N. **Efeito Fotoelétrico**. Salvador: UFBA, 2002.

HESTNES, A. G.; SARTORI, I. Energy use in the life cycle of conventional and low energy buildings: A review article. *Energy and Buildings*, v. 39, p. 249-257, 2007.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **O desafio da sustentabilidade na construção civil. Série Sustentabilidade – Volume 5.** 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher. 2011.

KALBUSCH, A. Método para avaliação do impacto ambiental da substituição de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água a partir da avaliação do ciclo de vida. Florianópolis, 2011. 242 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

KANN, S. **Global PV Demand Analysis and Forecast 2010:** Executive Summary. GTM RESEARCH, 2010.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis.** Porto Alegre: Bookman, 2010. 362 p.

KLEINDIENST, Elisabeth. **Você Conhece o Tijolo Ecológico?**, São Paulo, jul. 2016. Disponível em: < <http://arquiteturaek.com.br/voce-conhece-o-tijolo-ecologico/>>. Acesso em: 03 out. 2019.

LEITE, V. **Certificação ambiental na construção civil – Sistemas LEED e AQUA.** Belo Horizonte, 2011. 59 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Uni.

LOBATO, Francisco. **Recursos Hídricos e a Economia Verde – Setor Privado.** Rio de Janeiro, 2010.

LUCHEZZI, C.; TERENCE, M. C. Logística reversa aplicada na construção civil. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*. São Paulo, p. 144-160, 2013.

MACHADO, R.Z. Asfalto modificado por polímero sbs para pavimentos drenantes. Dissertação (Mestrado engenharia química). Universidade Estadual de Campinas. 2007. 87p. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000401970&fd=y>. Acesso em: 01 out. 2019.

MARY, W. et al., **Telhados verdes:** Ferramenta potencial para geração de renda em áreas de fragilidade social. 9º Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil – ENEPEA, Curitiba, 2008. Disponível em:<http://www.grhip.eng.uerj.br/Artigo_Telhados_Verdes.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

MAZZONETTO, C. **Concreto permeável alternativa para aumentar a permeabilidade de pavimentos submetidos a cargas reduzidas, sistema demanda cuidados de especificação, instalação e manutenção.** 2011. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/13/artigo254488-2.aspx>. Acesso em: 01 out. 2019.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. *Concrete, Microstructure, Properties and Materials*, São Paulo: Ibracon, 2008. 674p.

MESQUITA, E. G.; FIUZA, M. S. S.; SARTORI, H.J. F. Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso em campus universitário. *CONSTRUINDO*, v. 3, n. 01, 2011.

MESSENGER, R.; VENTRE, J. **Photovoltaic Systems Engineering**. CRC Press, Boca Raton, FL, 2000.

MEURER FILHO, E. Estudo de granulometria para concretos asfálticos drenantes. Dissertação (Mestrado Engenharia). Universidade Federal de Santa Catarina. 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/81713?show=full>. Acesso em: 01out. 2019.

MOHAMMAD, M.F. ConstructionEnvironment: Adopting IBS construction approach towardschievingsustainabledevelopment. *Procedia - Social and Behavioral Science*, v.85, p. 8-15, set. 2013.

MORAES, P.; SOUZA, C. O Impacto ambiental de uma edificação. *Revista Organização Sistêmica*, v. 7, n. 4, p. 173-187, 2015.

MOTA J. D., Oliveira D. F., De Sousa A. A. P., Laranjeira E., Monteiro M. R. S..**Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solocimento**. 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólido, 2010.

MOTTA, Silvio R. S; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. S.I. v. 04, n 1, p 84-119. Maio. 2009.

NIACHOU, A. et al. **Analysisofgreenroofthermalpropertiesandinvestigationof its energy performance**. *Energy andBuildings*, v. 33, n. 7, p. 719-729, 2001.

OLIVEIRA, C. G. M. **Estudo de Propriedades Mecânicas e Hidráulicas do Concreto Asfáltico Drenante**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de Brasília. 2003. Disponível em: <http://www.geotecnia.unb.br/downloads/dissertacoes/111-2003.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

PARIDA, B., INIYAN, S., GOIC, R. **A reviewof solar photovoltaictechnologies**. Chennai: Elsevier, 2011.

PEREIRA, Alessandro Sanches; SILVA, Ayrton Camargo e; NOBRE, Carlos Afonso; TASSARA, Eda Terezinha de Oliveira; RUTKOWSKI, Emília Wanda; GÂNDARA, Flávio Bertin; OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de; ARDANS-BONIFACINO, Hector Omar; SENRA, João Bosco; VASCONCELOS, José Domingos Teixeira; MELLO, Leonardo Freire de; SORRENTINO, Marcos; NETTO, Paulo Eduardo Artaxo; KAGEYAMA, Paulo Yoshio; TRAJBER, Rachel; PINA, Silvia Aparecida Mikami Gonçalves. **Mudanças Climáticas e Mudanças Socioambientais Globais: reflexões sobre alternativas de futuro**. Brasília, DF, 2008.

PEREIRA, E.B., MARTINS, F.R., ABREU, S.L., RÜTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e construção sustentável**. 1ª edição. Amadora (Portugal): Instituto do Ambiente, 2006.

PINHEL, A. S.; SELLES, I. M.; M. JUNIOR, I.; DUARTE, D. M. R.; CONSENTINO, L. G. F. Projeto de aproveitamento de água de chuva em escolas – A2C. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 2007, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte: ABCMAC, 2007.

PINTO, L. P. et al. **Telhados verdes**: Vantagens e desvantagens. *Cultura Científica*, v.1, n. 2, dez. 2014. Disponível em: <<http://ojs.americalatina.edu.br/index.php/cultura-cientifica/article/download/127/96>>. Acesso em: 30 set. 2019.

RAGNINI, Giovani. **Análise da viabilidade técnica e econômica da instalação de telhas fotovoltaicas conectada à rede de distribuição em novas residências eficientes**. 2018. 80f. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2018.

REVISTA ECOLÓGICO: Tijolos ecológicos: bons e corretos, Belo Horizonte, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=72&secao=1138&mat=1249>>. Acesso em: 03 out. 2019.

RIBEIRO, D.; DE MOURA, L. S.; PIROTE, N. S. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 20, n. 31, p. 41-45, 2016.

RICHTER, C. Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, UFRGS, 2007.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima**: acondicionamento térmico natural. Porto Alegre: D. C. Luzzatto Editores: Ed. da Universidade, UFRGS, 1998.

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: um guia de sobrevivência para o século 21**. Porto Alegre: Bookman, 2009

SALA, L. G., Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários. 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

SANTOS A. F. R.dos, Baumgart, L. N., Woiciokoski M., Tabarelli Jr. O., Jatzak S., Nicoletti V. **Utilização de resíduos da construção civil em tijolos ecológicos**. Trabalho Interdisciplinar, Administração da Produção II. Associação do Vale do Itajaí Mirim, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares. São Paulo, 2010. 40 p.

SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** 2012. 125f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2012.

SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba.** 2015. 176f. Monografia (Especialização em Engenharia da Construção Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2015.

SCALCO, V.A. et al. Innovations in the Brazilian regulations for energy efficiency of residential buildings. **Architectural Science Review**, v. 55, n.1, p.71-81, jan. 2012

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Panorama da Biodiversidade nas Cidades:** Ações e Políticas, Avaliação global das conexões entre urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Montreal, 2012

SELLTIZ, Claire; [et al.]. **Métodos de pesquisa nas relações sociais.** São Paulo: Ed. Herder, 1967.

SERODIO, L.M. **Estado da arte da obtenção de silício de grau solar.** Trabalho de graduação. Departamento de engenharia metalúrgica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, C. V. **Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa.** Estudo de caso: Araçuaí, MG. 2006, 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: Diretrizes e bases metodológicas.** São Paulo, 2003. 333 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Polité.

SUTTON, Philip. A Perspective on environmental sustainability?. Victorian Commissioner for Environmental Sustainability. [S.l.; s.n.], 2004. Disponível em <<http://www.green-innovations.asn.au/A-Perspective-on-Environmental-Sustainability.pdf>> Acesso em 10 de ago. 2019.

TAIPALE, K. **Construção, Ambiente Artificial e Desenvolvimento Sustentável** In: Ecolatina– Belo Horizonte, 2007.

TAVARES, Sérgio Fernando. Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras. Florianópolis, 2006. 225 p. Tese (Doutorado em Tecnologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

TUCCI, C.E.M. Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.1, p.61-68, 2000. Disponível em: www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid. Acesso em: 01 out. 2019.

U.S DEPARTMENT OF ENERGY. LED Lighting. July 29, 2012. Disponível em:<<https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/lighting-choices-save-you-money/led-lighting>> Acesso em: 04 out. 2019.

VALENTE, J. P. **Certificações na Construção Civil: Um comparativo entre LEED e HQE**. Rio de Janeiro, 2009. 71 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VALENTIM, A.B.; FERREIRA, H.S.;COLETTI, M.A. Lâmpadas de LED: impacto no consumo e fator de potência. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v.6, n.1, p.29-33, jun. 2010. Disponível em: <<https://www2.ib.unicamp.br/revista/be310/index.php/be310/article/viewFile/222/>> Acesso em 04 out. 2019.

VECHI, Marcel. Avaliação de ciclo de vida de sistemas de aquecimento de água para aprimoramento do processo de etiquetagem do RTQ-R. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 145 p. (Relatório Interno).

WILLES, J. A. **Tecnologias em telhados verdes extensivos**: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, dez. 2014. Disponível em<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03122014-171411/pt-br.php>>: Acesso em: 30 set. 2019.

WWF-BRASIL. **Agenda elétrica sustentável 2020**: estudo de cenários para um setor elétrico brasileiro eficiente, seguro e competitivo. Brasília, 2006.

YASSUDA, E. R.; NOGAMI, P. S. **Consumo da água**. In: OLIVEIRA, W. E.; GAGLIANONE, S.; YASSUDA, E. R.; NOGAMI, P. S.; PEREIRA, B. E. B.; MARTINS, J. A. Técnica de abastecimento e tratamento de água. Vol. 1. Abastecimento de água. 2 ed. São Paulo: CETESB, págs.:107-134, 1976.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NÄÄS, I. A. Sustentabilidade na construção civil. INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2011. pp. 1-10.