



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC  
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ  
ENGENHARIA CIVIL**

**NAYARA GONÇALVES CASAL**

**CASA SUSTENTÁVEL: ALTERNATIVAS E ESTRATÉGIAS**

**UBÁ – MG**

**2016**

**NAYARA GONÇALVES CASAL**

**CASA SUSTENTÁVEL: ALTERNATIVAS E ESTRATÉGIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Me. Liliane Souza Oliveira Moni

**UBÁ – MG  
2016**

## RESUMO

A sustentabilidade está diretamente ligada às ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais sem comprometer gerações futuras, usando recursos naturais de forma inteligente. Dessa forma, destaca-se o problema da construção civil ser uma das principais responsáveis pela degradação do meio ambiente, visto que é responsável pelo maior consumo de recursos naturais e por descarte inadequado de resíduos. Este trabalho de conclusão de curso tem como propósito estimular o interesse pela casa sustentável, incentivando o ser humano a melhorar sua qualidade de vida, através da escolha de medidas que melhorem seu conforto e diminua os impactos ambientais, no intuito de implementar instrumentos para o planejamento e para a execução de edifícios que considerem a sustentabilidade como princípio essencial nos projetos residenciais. Entende-se como casa sustentável aquela que proporciona melhorias relacionadas ao conforto, à funcionalidade e ao melhor aproveitamento dos recursos naturais. Essas estratégias estão diretamente ligadas à tecnologia, que é indispensável para as soluções referentes às instalações e para a gestão correta dos recursos naturais.

**Palavras chaves:** Construção Civil; Sustentabilidade; Casa Sustentável; Resíduos

## **ABSTRACT**

Sustainability is directly linked to human actions and activities that aim to meet current needs without compromising future generations, using natural resources in an intelligent way. Thus, the problem of construction is one of the main factors responsible for the degradation of the environment, since it is responsible for the greater consumption of natural resources and for the inappropriate waste disposal. The purpose of this course is to stimulate interest in sustainable housing by encouraging people to improve their quality of life by choosing measures that improve their comfort and reduce environmental impacts in order to implement tools for planning And for the execution of buildings that consider sustainability as an essential principle in residential projects. It is understood as a sustainable house that provides improvements related to comfort, functionality and the best use of natural resources. These strategies are directly linked to the technology, which is indispensable for the solutions related to the facilities and for the correct management of the natural resources.

**Keywords:** Civil Construction; Sustainability; Sustainable House; Waste

## 1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade está relacionada às ações do homem, para afetar menos o meio ambiente. Ou seja, está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro.

A inquietação com o meio ambiente vem aumentando a cada dia, em todo o mundo. As pessoas estão mais envolvidas com a preservação e utilização consciente dos recursos naturais.

Oslo, capital da Noruega, contém mais de dois terços do seu município coberto por floresta protegida, para 2030 tem como propósito diminuir as emissões de carbono em 50%<sup>1</sup>. As técnicas pioneiras adotadas pela cidade são, por exemplo, iluminação inteligente, que se adapta à intensidade da luz, de acordo com as condições de trânsito e do tempo.

São Francisco foi considerada como a cidade verde “número um” na América do Norte, é apontada como a capital do veículo elétrico dos EUA (Estados Unidos da América), com mais de 160 estações de alimentação públicas. Recicla 77% de seus resíduos, retém cerca de 20% de seu território para espaços verdes e reúne mais de 497 projetos de construção limpa<sup>2</sup>.

Vancouver quer tornar-se a cidade “mais verde do mundo” em 2020, dando grande atenção à energia renovável, como a eólica, a solar e a energia das ondas. Em razão das iniciativas como transporte coletivo, ciclovias, programas de incentivo a caronas e corredores verdes. Ela desfruta o nível de emissão de carbono per capita inferior a qualquer outra grande cidade do continente americano.

No Brasil, Curitiba foi apontada como a melhor cidade para se viver, 1,5 milhões de árvores foram plantadas pelas ruas da cidade, em 28 parques e florestas implantados, ampliando dessa maneira a fração de metro quadrado de área verde por pessoa. Aproximadamente 2,3 milhões de pessoas utilizam o transporte público diariamente que, além da rapidez e baixo custo oferecido, é uma referência de eficiência escolhido por outras cidades, incluindo Los Angeles e Bogotá e países

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.gereportsbrasil.com.br/post/95917279159/cinco-exemplos-de-sustentabilidade-para-o-mundo>>. Acesso em 15 set. 2016.

<sup>2</sup> *ibidem*

como a Colômbia. Em torno de 90% dos curitibanos reciclam mais ou menos dois terços de seu lixo diário<sup>3</sup>.

Uma casa sustentável é aquela capaz de proporcionar benefícios relacionados ao conforto, funcionalidade, qualidade de atendimento e melhor aproveitamento dos recursos naturais. Devem ser baseadas em uma arquitetura que se utilize de novas tecnologias de construção e estratégias de sustentabilidade, atendendo à questão ambiental, social e econômica. Deve integrar desenvolvimento, eficiência e sustentabilidade, baseando-se em princípios que se preocupem com o meio ambiente e seu entorno.

As construções que seguem critérios de sustentabilidade podem ajudar a economizar e a reduzir seus custos com manutenção. Também podem contribuir para a minimização de desperdícios e na preservação dos recursos naturais.

O objetivo deste trabalho é despertar o interesse pela casa ecológica, incitando-o a melhorar a sua qualidade de vida, através da adoção de medidas que, aumentem o seu conforto e diminua os impactos ambientais, no sentido de implementar instrumentos para o planejamento e para a execução de edifícios que considerem a sustentabilidade como princípio essencial nos projetos residenciais.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.gereportsbrasil.com.br/post/95917279159/cinco-exemplos-de-sustentabilidade-para-o-mundo>>. Acesso em 15 set. 2016.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Sustentabilidade e a construção civil

Segundo Gore (2010, p.32), a “civilização humana e o ecossistema terrestre estão entrando em choque, e a crise climática é a manifestação mais proeminente, destrutiva e ameaçadora desse embate”.

Sustentabilidade é a capacidade do ser humano suprir suas necessidades, sem afetar que gerações futuras supram as suas, ou seja, é a exploração do meio ambiente de forma correta. Ela está estruturada em três bases: econômica, ambiental e social, como apresentado na FIG. 1.

FIGURA 1 – O resultado tríplice relaciona a sustentabilidade econômica, ambiental e social.



Fonte: KEELER, BURKE, (2010)

Com o foco dado ao aquecimento global, o ser humano começou a se preocupar e procurar maneiras de diminuí-lo, com isso a sustentabilidade também entrou em foco e atualmente, a procura por meios e produtos que afetam menos o meio ambiente aumentou.

Segundo Santana, (2013), resta a esperança de buscar convergências na influência positiva dos envolvidos na construção civil, visando à harmonização das necessidades reais com a preservação da natureza, dos serviços ecossistêmicos que ela nos presta através da biodiversidade.

Segundo Keeler, Burke, (2010), a construção e o uso de edificações são as principais responsáveis pela demanda de energia e de materiais que produzem gases de efeito estufa derivados. Portanto, a procura por sustentabilidade levou as pessoas, principalmente, para o lado da construção civil, de forma que os engenheiros, arquitetos e as empresas do ramo começaram a se adaptar aos consumidores verdes, que são aqueles que procuram por edificações ecologicamente corretas.

A edificação sustentável, possui uma preocupação especial em afetar o mínimo possível o meio ambiente em que serão inseridas. Portanto, para o seu funcionamento utilizam-se os recursos naturais de forma correta e optam por uma correta destinação dos resíduos gerados por elas.

O edifício sustentável é aquele capaz de proporcionar benefícios na forma de conforto, funcionalidade, satisfação e qualidade de vida sem comprometer a infraestrutura presente e futura dos insumos, gerando o mínimo possível de impacto no meio ambiente e alcançando o máximo possível de autonomia (VIGGIANO, 2010, p.9).

De acordo com Keeler, Burke, (2010), para uma construção ser considerada sustentável, ela tem que atender algumas questões, dentre elas:

- Utilizar materiais ecológicos;
- Projetar ambientes que aproveitem a ventilação natural, a iluminação diurna e a vista para o exterior;
- Tratar os resíduos gerados pela construção e pelos seus usuários de forma correta;
- Buscar eficiência na utilização de recursos;
- Buscar a conservação de energia e projetar visando ao consumo eficiente de energia na alimentação dos sistemas de calefação e refrigeração, iluminação e força.

## 2.2 Construção Sustentável no Brasil

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria - CNI, a Diretoria de Educação e Tecnologia - DIRET e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, (2012), a construção sustentável no Brasil tem se estruturado em função de três grandes fontes de pressão: a regulamentação governamental, a necessidade de resposta aos resultados dos impactos ambientais e às demandas de diferentes agentes do mercado e do terceiro setor.

O setor imobiliário do Brasil caminha aceleradamente em direção dos mercados maduros. A tendência é clara: cada vez mais as pessoas e as empresas demandam *green building*<sup>4</sup> em edificações e espaços urbanos. Assim, se há 3 ou 4 anos alguns podiam pensar que era arriscado investir em *green building*, agora arriscado é investir em construções e espaços urbanos que não sejam *green building*. ( KATS, 2014, p. X).

Além dos compradores, a comunidade civil está cada vez mais rigorosa quando o assunto é o desenvolvimento sustentável e realiza pesquisas e mecanismos que forcem as empresas a revisar suas práticas de atingir retornos positivos e equilibrados para todos os setores envolvidos.

Segundo a CNI, a DIRET e a CBIC (2012), no Brasil houve fatores que induziram o despertar na construção civil da necessidade de desenvolvimento de pesquisa, tecnologia e capacitação na área ambiental. Entre eles, a escassez de energia ocorrida no ano de 2001, mais conhecida como “apagão”; a questão do racionamento da água em regiões metropolitanas ocorrido nos anos de 2002 e 2003 e a aprovação da resolução do Conama número 307, em julho de 2002, disciplinando a gestão dos resíduos da construção civil.

Para saber o quanto cada edificação é sustentável, criaram-se diferentes tipos de certificados. No Brasil o mais utilizado é o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que é um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações, ele é o selo de maior reconhecimento internacional e o mais utilizado no mundo. O LEED foi criado nos Estados Unidos, pelo USGBC (U.S Green Building Council).

Para novas construções o certificado LEED pode ser obtido em quatro níveis: Certified, Silver, Gold e Platinum, de acordo com a pontuação obtida,

---

<sup>4</sup> *Green Building* significa construção verde.

conforme a FIG. 2. O edifício do Hospital Israelita Albert Einstein na Unidade Morumbi, por exemplo, recebeu a certificação LEED GOLD.

FIGURA 2 – Selos LEED



Fonte: (SLIDESHARECDN, 2016)<sup>5</sup>

Porém, as edificações brasileiras podem receber outras certificações nacionais, por exemplo, para edifícios acima de 500m<sup>2</sup>, a Eletrobrás junto com o Inmetro<sup>6</sup> e com o LabEEE<sup>7</sup>, criou o Selo de Eficiência Energética. Em novembro de 2014, foi estabelecido o Selo Procel Edificações, ele é dividido em duas etiquetas, a de projeto e a de edificação construída.

De acordo com o Centro Brasileiro de informação de eficiência energética (PROCEL INFO), este selo é um instrumento de adesão voluntária que tem por objetivo principal identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes.<sup>8</sup> Pois o setor de edificações é o que mais consome eletricidade no País, é responsável por 50% do consumo. Porém, passará a ser obrigatório a partir de 2020, inicialmente para edifícios comerciais, de serviços e públicos.

A Eletrobras é a empresa responsável pela emissão dos selos, apresentados nas FIG. 3 e FIG. 4, o mesmo só é emitido após o projeto ou a

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://image.slidesharecdn.com/apresleed-111105124444-phpapp01/95/apresentao-leed-anexo-conjunto-hospitalar-4-728.jpg?cb=1320497156>>. Acesso em 22 set. 2016.

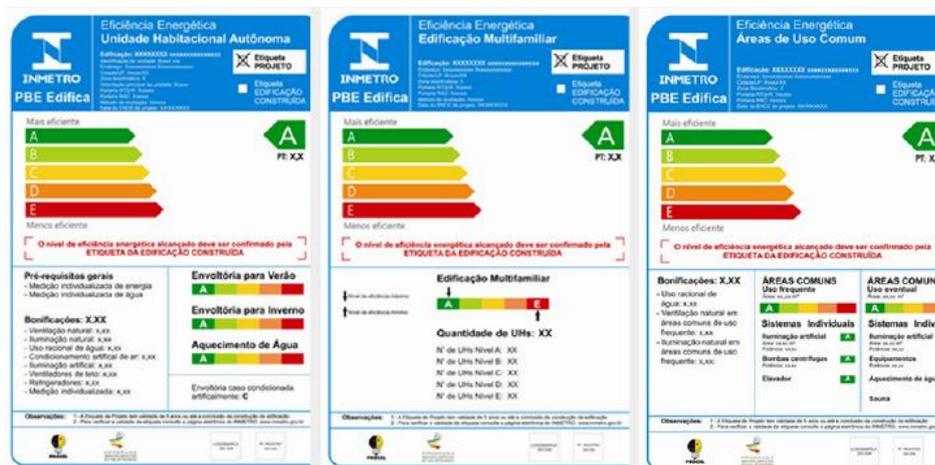
<sup>6</sup> Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

<sup>7</sup> Laboratório de Eficiência Energética em Edificações.

<sup>8</sup> Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>>. Acesso em 22 set. 2016.

edificação passar por uma avaliação feita por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro, com escopo de Eficiência Energética em Edificações – OIA-EEE.

FIGURA 3 – Etiqueta de projeto



Fonte: (MUDAARQUITETURA, 2016)<sup>9</sup>

FIGURA 4 – Etiqueta de edificação construída



Fonte: (SUSTENTARQUI, 2016)<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://mudaarquitectura.com.br/arquitetura-sustentavel/>>. Acesso em 22 set. 2016.

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/construcao/eficiencia-energetica-de-residencias-e-investimento-para-economizar-na-conta-de-luz/>>. Acesso em 22 set. 2016.

A certificação como processo é importante, pois proporciona uma agenda de soluções aplicáveis à obra, agrega valor de mercado, diminui o consumo geral de insumos, e por fim, legitima e valida os processos de construção sustentáveis (CÔRREA *apout* CASASO; FUJIHARA, 2009, *apout* BORGES; MORAES, 2013, p.8).

## 2.3 Estratégias e alternativas para casas sustentáveis

Para implantar conceitos de construção sustentável, faz-se necessário desenvolver um projeto que contemple conceitos dessa esfera. Portanto, é importante apresentar algumas estratégias para atingir tal objetivo.

### 2.3.1 Ambiente Energeticamente Eficiente

Um edifício para ser considerado eficiente energeticamente, primeiramente tem que atender a uma condição, que é o controle efetivo da climatização natural, ou seja, do calor e da ventilação, que permitirá possuir ambientes confortáveis.

Segundo Roaf, Fuentes e Thomas – Rees (2014), afastado dos trópicos, a melhor direção para aproveitar a energia solar, seja para iluminação ou aquecimento, é na vertente da linha do equador.

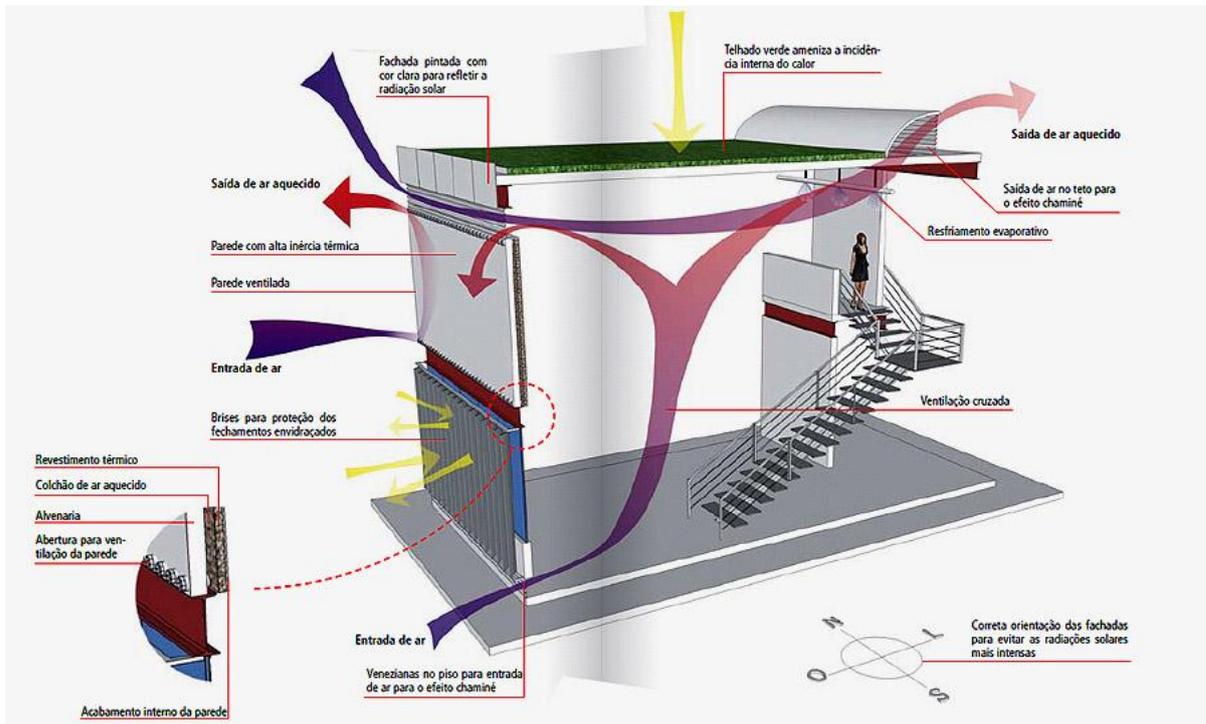
Por meio da simples orientação dos cômodos de uma casa na direção do sol é possível poupar até 30% na conta de energia elétrica necessária para o aquecimento de uma casa típica em um clima temperado (Roaf, Fuentes, Thomas – Rees, 2014, p. 21).

Na FIG. 5 apresenta-se um ambiente energeticamente eficiente, para isso, tem que atender as seguintes ações de projeto:

- Correta orientação da edificação, para aproveitar a iluminação natural e proteger contra a entrada excessiva do calor, é possível conseguir através de um estudo climático, da região onde será a construção;
- Usar o paisagismo como uma eficiente proteção;
- Localização e distribuição correta das aberturas (janelas, portas);
- Optar por materiais de construção que contribuam para a manutenção do conforto interno e para a redução do ganho térmico;
- Adotar o uso de sistemas passivos de climatização, como, paredes ventiladas e coberturas verdes;

- Empregar equipamentos e sistemas de climatização que tenham baixo consumo de energia;
- Utilização de lâmpadas de baixo consumo energético e equipamentos economizadores;

FIGURA 5 – Ambiente energeticamente eficiente



Fonte: (METALICA, 2016)<sup>11</sup>

### 2.3.2 Energia solar

Conforme Reis e Santos (2014), a energia é um dos vetores indispensáveis que influenciam na questão ambiental e está no cerne dos debates globais que criaram o conceito de desenvolvimento sustentável, cuja efetivação tem sido possivelmente o maior desafio atual da humanidade.

Anualmente, o sol produz cerca de 4 milhões de vezes mais energia do que se consome mundialmente. Essa energia produzida pelo sol, quando convertida em eletricidade ou calor, é chamada de energia solar. Existem três grandes tipos tecnologia de exploração solar:

<sup>11</sup> Disponível em: <[http://www.metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_pag=843](http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=843)>. Acesso em 20 out. 2016.

- Termo Solar;
- Energia (termo) solar concentrada – CSP;
- Fotovoltaica – PV. (SER BRASIL, 2012).

A energia que um determinado corpo absorve, através da radiação solar incidente sobre ele, como forma de calor, é conhecida como energia termo solar. Esse sistema é o mais utilizado no Brasil, apesar desse sistema não produzir eletricidade, é um importante fator para a redução do consumo de energia elétrica. Ele é composto por painéis que absorvem a radiação solar e provocam o aquecimento da água.

A energia solar concentrada (CSP), absorve a energia solar através de espelhos, na maioria das vezes instalados em formato parabólico, responsável pela conversão da energia em calor de alta temperatura, utilizado para aquecimento da água ou produção de energia elétrica.

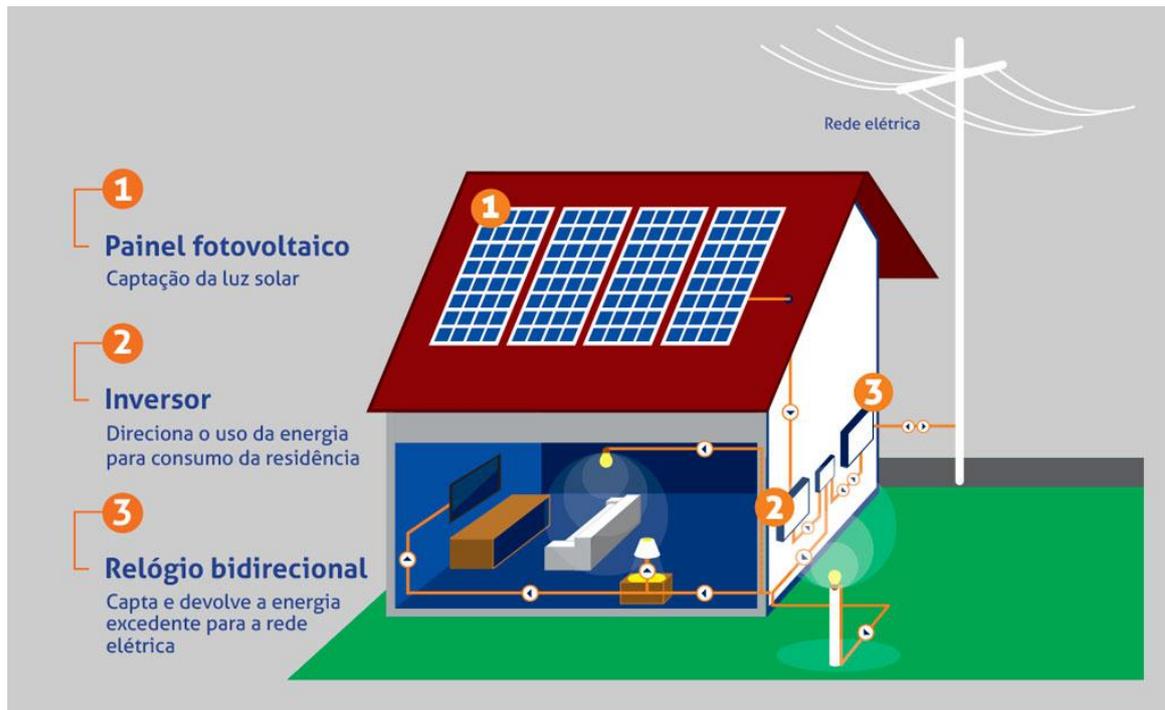
A energia solar fotovoltaica, é composta por painéis fotovoltaicos, cabos e inversores de tensão, dentre outros, como apresentado na FIG. 6. Os painéis são constituídos por células fotovoltaicas, na maior parte são feitas de silício, que são responsáveis pela conversão imediata da energia solar em energia elétrica.

De acordo com AECweb, a energia fotovoltaica ainda é recente no Brasil, a tecnologia começa a ganhar incentivos para se firmar como opção por aqui. Um deles é a resolução 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que criou o Sistema de Compensação de Energia. Por meio deste, o sistema fotovoltaico pode ser conectado à rede pública de forma simplificada, atendendo ao consumo local e injetando o excedente na rede, que retorna ao consumidor ou à empresa sob a forma de créditos em energia. O “bônus tem validade de 36 meses e pode ser direcionado ao pagamento da conta de luz da própria unidade ou de outras de mesma titularidade.”<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/entenda-as-diferencas-e-vantagens-das-energias-solar-fotovoltaica-e-termossolar\\_8414\\_0\\_1](http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/entenda-as-diferencas-e-vantagens-das-energias-solar-fotovoltaica-e-termossolar_8414_0_1)>. Acesso em 22 out. 2016.

FIGURA 6 – Sistema Fotovoltaico



Fonte: (VMSOLAR, 2016)<sup>13</sup>

### 2.3.3 Captação de água de chuva

Segundo Giacchini, (2010), a captação e o aproveitamento das águas pluviais particularizam-se por ser um método milenar, escolhido por civilizações como Astecas, Maias e Incas. Alguns registros mais antigos do uso da água de chuva datam de 850 a.C., relacionando-se as inscrições em Pedra no Oriente Médio, no qual os governantes da época sugerem a construção de reservatórios de água de chuva em cada residência.

Segundo a ABNT NBR 15527/2007, a água de chuva que pode ser utilizada é água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais. Ela é captada da cobertura das residências, onde esta é projetada na horizontal e com angulação correta, para melhor escoamento, porém esta água só poderá ser utilizada em descargas, lavagem de áreas, irrigação de jardins, entre outros, conforme FIG. 7.

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://www.vmsolar.com.br/energia-fotovoltaica/>>. Acesso em 22 out. 2016.

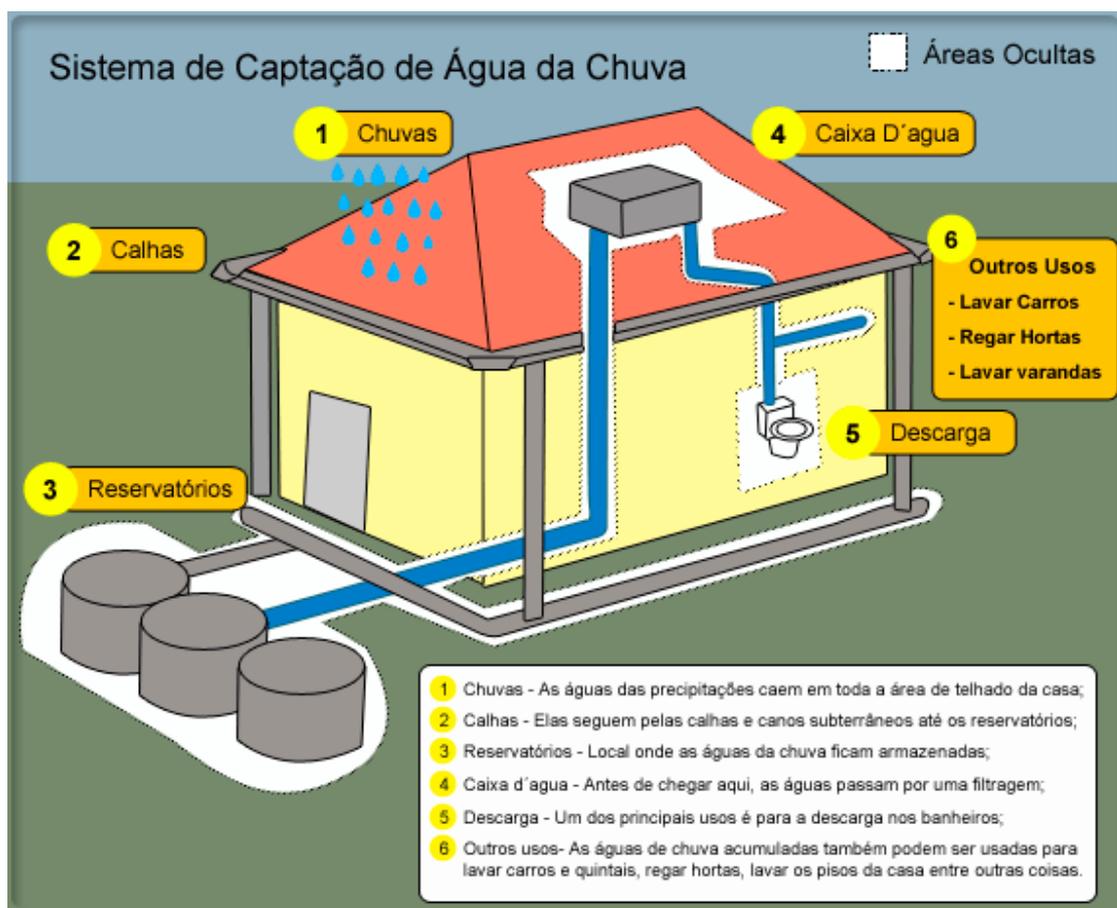
O sistema de aproveitamento de águas pluviais prevê a captação em calhas no telhado, uma pré-filtragem para impedir o acúmulo de resíduos nas tubulações, a filtragem e por fim, o armazenamento (VIGGIANO, 2010).

O armazenamento da água coletada ocorre em cisternas, para garantir a qualidade da água necessita-se da instalação de um mecanismo auxiliar, como boia com válvula de retenção, redutor de velocidade e extravasor.

O sistema deve atender às especificações presentes na norma NBR 15.527/2007 – Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

As águas da chuva podem ser aproveitadas para os usos não potáveis da edificação, Para tanto, o projeto de instalações hidráulicas deve prever a separação das águas em pelo menos dois reservatórios – um para água potável e outro para água não potável (VIGGIANO, 2010, p. 30).

FIGURA 7 – Sistema de Captação de Água da Chuva



Fonte: (COFFEEENG.BLOGSPOT, 2016)<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Disponível em: <<http://coffeeeng.blogspot.com.br/2015/10/captacao-de-agua-da-chuva.html>>. Acesso em 05 nov. 2016.

### 2.3.4 Telhado Verde

O telhado verde é um sistema no qual o plantio de vegetações é uma alternativa para o cobrimento das lajes de cobertura nos edifícios. Com este sistema é possível melhorar o conforto térmico do ambiente, estabelecer relações positivas entre a edificação e o meio ambiente, estabilizar a umidade relativa do ar no entorno, além de minimizar o uso de sistemas de climatização do ar (D'ELIA, 2013 *apout* BORGES; MORAES, 2013, p.13).

Conforme FIG. 8 e FIG. 9, o telhado verde age como um purificador de ar, pois através da realização da fotossíntese, realizada por sua vegetação, ele contribui para uma qualidade melhor do ar, além de aderir substâncias poluentes.

FIGURA 8- Componentes do Telhado Verde



Fonte: (ARQUIDICAS, 2016)<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Disponível em: <<http://www.arquidicas.com.br/telhados-verdes/>>. Acesso em 10 nov. 2016.

FIGURA 9 – Exemplo de Telhado Verde



Fonte: (POSTURACORRETA, 2016)<sup>16</sup>

### 2.3.5 Fachada Envidraçada

O vidro é uma opção de *design* para fachadas de edifícios, uma vez que este elemento maximiza as vistas e os espaços, valoriza a iluminação natural, proporciona conforto acústico, além de reduzir o peso da estrutura (SANT'ANNA; MITNE, 2016 *apout* BORGES; MORAES, 2013, p.14).

Porém os vidros apresentam desvantagens, principalmente na quantidade de radiação solar que ele absorve, com isso, tende às pessoas a utilizar o ar condicionado em potência máxima, afetando assim muito o meio ambiente. Com isso a pesquisa para formas de minimizar esses danos foi crescendo e atualmente já existem algumas opções de tecnologia, que torna o vidro uma ótima opção.

Uma delas é a utilização de vidro serigrafado, apresentado na FIG. 10, que nada mais é que um vidro temperado que leva camadas de tinta vitrificada em uma de suas faces, e após passar pelo forno em alta temperatura, apresentam pigmentos cerâmicos. Com isso, ele filtra a entrada de luz, cria uma área de sombreamento e bloqueia a radiação solar, fazendo com que o uso de condicionadores de ar, diminua.

Segundo Sant'Anna, Matne, (2016), a manutenção é zero, precisando apenas ser limpo periodicamente. Não descasca, tem uniformidade incrível, não

<sup>16</sup> Disponível em: <<http://posturacorreta.com/telhado-verde/>>. Acesso em 10 de nov. 2016.

apresenta diferença de tonalidade, além de oferecer muitas opções de *design* aos arquitetos.

De acordo com Sant'Anna, Matne, (2016), ele custa menos do que o alumínio utilizado em sua estrutura de fixação. Além disso, seu processo construtivo é limpo, mais rápido e mais barato do que qualquer outra opção de fechamento de fachadas.

FIGURA 10 – Fachada com vidro



Fonte: (VIDRACARIA.PSDVIDRO, 2016)<sup>17</sup>

### 2.3.6 Estrutura de concreto pré fabricadas

No Brasil, uma das maiores causadoras de resíduos, é a construção civil. Com isso estruturas de concreto pré-fabricadas tornam-se alternativas para construções sustentáveis, pois reduzem o desperdício de materiais e energia na fabricação *in loco*, também ocorre um rigoroso controle em sua produção.

---

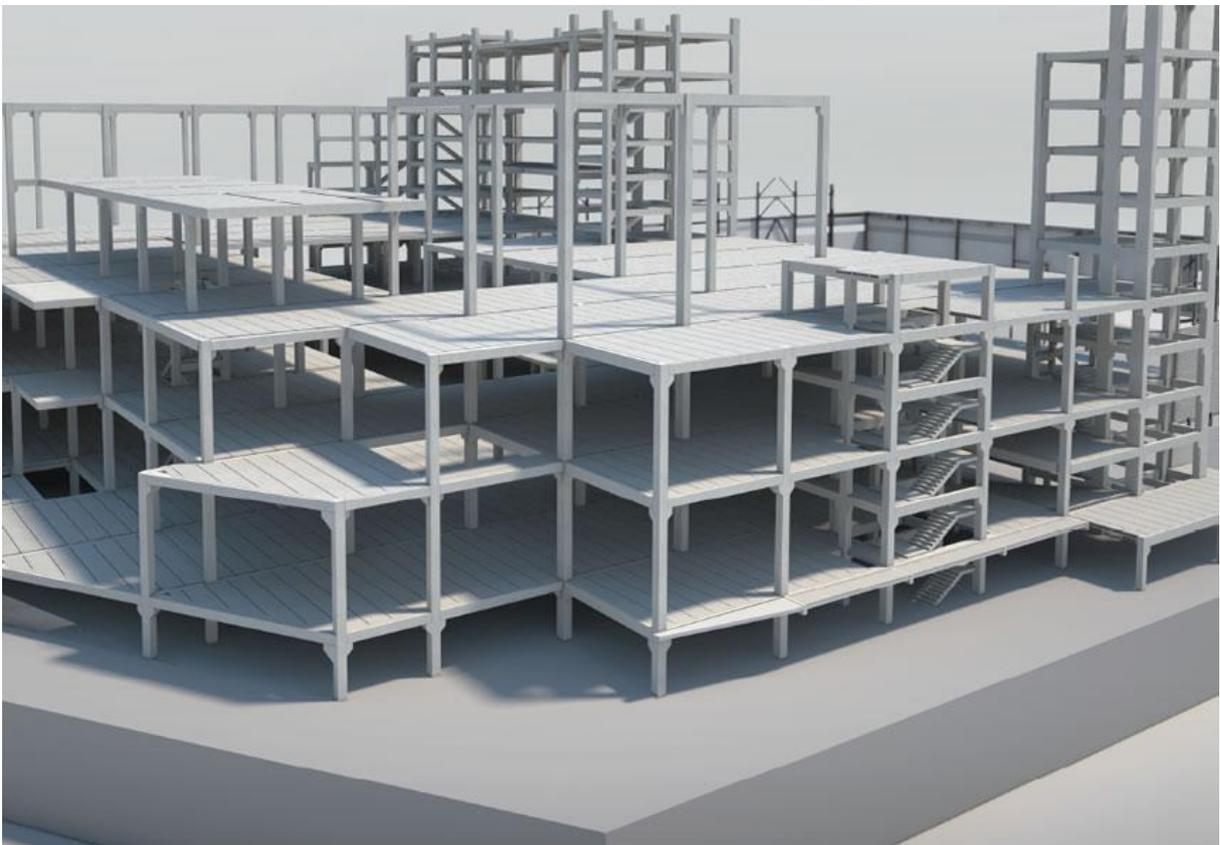
<sup>17</sup> Disponível em: <<http://vidracaria.psdovidro.com.br/index.php/fachadas-de-vidro-10-opcoes-vislumbrantes-e-com-acabamentos-impecaveis/>>. Acesso em 25 out. 2016.

Além de reduzir a quantidade de resíduos, elas também aumentam a eficiência energética, reduzem o nível de ruídos na construção, diminui os erros durante a concretagem, levando a menos improvisação no canteiro de obra.

Tem sido muito adotada por construtoras, pois é de rápida aplicação e conseqüentemente reduz os gastos com mão de obra. São encontrados no mercado de diversos tamanhos e aplicações, como lajes, vigas, paredes, pilares, estacas.

Na FIG. 11 e na FIG. 12 apresentam-se algumas aplicações:

FIGURA 11 – Estrutura pré fabricada



Fonte: (LEONARDI, 2016)<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Disponível em: <<http://www.leonardi.com.br/noticia/9/2015-03-19/vantagens-das-construcoes-pre-fabricadas>>. Acesso em 29 out. 2016.

FIGURA 12 – Parede pré-fabricada



Fonte: (IMOVEIS.SEMPREANTENADOS, 2016)<sup>19</sup>

### 2.3.7 Gerenciamento de resíduos

Em conformidade com a Resolução CONAMA 307/2002, entende-se como gerenciamento de resíduos, o sistema de gestão que tende a reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, englobando planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para aprimorar e praticar as ações fundamentais a realização das etapas previstas em programas e planos.

Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha ( CONAMA, resolução número 307/2002, art. 2º, p. I ).

Segundo Nagalli (2014), o recente crescimento do setor da construção civil brasileira, aliada à nova visão e conhecimento ambiental coletivo obtido nas últimas décadas, permite que hoje se possa pensar na construção civil como um potencial agente de incitação à sustentabilidade. Inquestionavelmente, essa sustentabilidade

---

<sup>19</sup> Disponível em: <<http://imoveis.sempreantenados.com/dicas/estrutura-pre-fabricada>>. Acesso em 29 out. 2016.

só poderá ser atingida se for dada a atenção adequada à questão dos resíduos de construção ir além de seu gerenciamento.

Conforme a Confederação Nacional da Indústria - CNI, a Diretoria de Educação e Tecnologia - DIRET e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 2012, foi aprovada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos regime a gestão dos resíduos de construção de maneira diferente das regras para a indústria em geral e à conformidade com o que é deliberado para os resíduos sólidos urbanos. A maioria dos resíduos do setor nas cidades é resultante de reformas e da autoconstrução – aproximadamente 70% do volume gerado. Para dar fim disso, é imprescindível ações conjuntas da administração municipal, das empresas privadas e da sociedade.

No Brasil, a indústria está mobilizada há dez anos para a questão dos resíduos. Nesse período, treinamentos de capacitação para a correta gestão nos canteiros de obras foram realizados em todo o país. As empresas construtoras perceberam que os conceitos da “não geração”, da “correta segregação” e da “destinação ambientalmente adequada” trazem ganhos para as obras. Além da redução de desperdícios, que leva à diminuição de custos para a destinação, a preocupação com a gestão nos canteiros tem se refletido em obras mais organizadas, melhoria na limpeza e, conseqüentemente, queda no número de acidentes de trabalho ( ANDRADE, RAMACCIOTTI, SIMÃO; 2012; p.33 ).

Um plano de gestão de resíduos é extremamente importante para a estabilização dos princípios relacionados à prática da sustentabilidade na construção civil. Este será responsável pelo correto descarte dos entulhos produzidos durante a obra.

O plano deve apresentar uma descrição minuciosa dos tipos de materiais a serem removidos. No canteiro de obra, deve haver contêineres diferentes, para cada tipo de resíduo, FIG. 13, para se tornar mais eficaz, além disso deve-se instruir a equipe de trabalho em relação às técnicas de gestão do lixo.

Conforme Keeler, Burke (2010), os planos desenvolvidos devem ser formalizados, pois através deles se comprovam a destinação dos resíduos, juntamente com registros diários de obras que descrevem o gerenciamento destes entulhos.

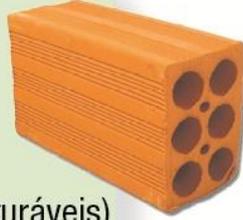
De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002, deverão estar caracterizados os resíduos, FIG. 14, estabelecendo-se as condições de triagem, acondicionamento, transporte e, finalmente, da destinação.

FIGURA 13 – Tipos de resíduos na construção civil

## TIPOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

### Classe A

Tijolo  
telhas  
areia  
e outros (trituráveis)



### Classe B

Papel  
papelão  
plástico  
madeira (recicláveis)



### Classe C

Gesso  
isopor  
e outros (não recicláveis)



### Classe D

Tinta  
verniz  
solventes (resíduos perigosos)



Fonte: ( JCNET, 2016)<sup>20</sup>

FIGURA 14– Resíduos sólidos gerados pela construção civil



Fonte: (JORNALJOSEENSENEWS, 2016)<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Disponível em: <<http://www.jcnet.com.br/Geral/2013/11/entulho-da-construcao-civil-passa-a-ter-destino-obrigatorio.html>>. Acesso em 03 nov. 2016.

<sup>21</sup> Disponível em: <<http://jornaljoseenseneews.com.br/portal/sao-jose-dos-campos-e-referencia-em-reutilizacao-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em 03 nov. 2016.

### 2.3.8 Materiais utilizados na construção civil

De acordo com Roaf, Fuentes e Thomas – Rees (2014), os materiais de construção têm a necessidade de serem processados antes de serem agregados a uma edificação. Isso, indispensavelmente, exige o uso de energia e gera refugos. A definição dos materiais de construção afeta o impacto ambiental de uma casa.

Segundo a CNI, a DIRET e a CBIC (2012), o setor da construção civil tem procurado elaborar tecnologias e materiais sustentáveis. A presença de expositores em feiras (do setor e de decoração) vem aumentando com o passar dos anos e promove soluções de construção e decoração, como opções de revestimento. Em conversa com fornecedores, identificou-se a dificuldade da produção em escala desses materiais. Com isso atrapalha uma maior adoção, além disso provoca custos mais elevados. Porém, a consumação desses produtos e serviços tende a aumentar, pois o construção civil está se envolvendo cada vez mais nas questões ambientais.

Com o aumento da consciência ambiental, os arquitetos/especificadores são exigidos a fazer escolhas de materiais que agridam menos o meio ambiente. Infelizmente, alguns fabricantes se aproveitam do desconhecimento para realizar o chamado *greenwashing* (maquiagem verde), ressaltando aspectos às vezes insignificantes ou irrelevantes do produto e induzindo o consumidor a escolhas inadequadas. Alguns fabricantes buscam voluntariamente os “selos ecológicos”. Esses avaliam os produtos desde os impactos ambientais causados com a extração das suas matérias-primas até o seu descarte final, por meio de inspeções *in loco*, avaliação do ciclo de vida, ensaios e coleta de dados. Dessa forma, o fabricante, espontaneamente, atesta o desempenho ambiental de seu negócio. Nos debates das questões ambientais, os estudos de análise de ciclo de vida de produtos e de edifícios ainda se encontram no mesmo estágio de desenvolvimento no Brasil e nos países mais adiantados ( CNI, DIRET, CBIC, 2012, p. 35).

### 2.3.9 Custo, benefício

Segundo Kats (2014), o desembolso para realização de construções sustentáveis é mínimo e consiste em um ótimo investimento. Só com a economia de energia, o tempo médio para recuperar o dinheiro investido em um edifício sustentável é de 6 anos. As melhorias adicionais reduzem as despesas com água e infraestrutura, essas quase dobram os lucros financeiros para os proprietários e ocupantes desses edifícios.

A construção sustentável também cria mais empregos do que a construção convencional. A eficiência energética, o uso de energia renovável e a destinação adequada de resíduos (por exemplo, triagem e reaproveitamento) são características comuns dos edifícios sustentáveis — e todas propiciam significativamente mais empregos do que a realização de um projeto e construção convencionais, além do fato da maior eficiência energética e do uso de energia renovável cortarem a dependência de combustíveis fósseis importados ( KATS, 2014, p. XXIV).

Uma casa sustentável não é barata, mas também não é tão mais cara que uma construção convencional. Segundo a revista *Téchne* (2011), se comparar os custos totais das obras, a sustentável sai de 11% a 24% mais cara que a convencional.

### 2.3.10 Referência em sustentabilidade no Brasil

A casa folha, FIG. 15 e FIG. 16, está localizada em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. Nela, utilizou-se dos seguintes recursos sustentáveis: ambientes energeticamente eficientes, sistema de arrefecimento passivo e utilização de materiais naturais e renováveis em sua construção.

A residência sustentável , FIG. 17, está localizada em Brasília, no Distrito Federal, optou-se pelas seguintes soluções sustentáveis: ambiente energeticamente eficiente, energia solar, captação de água de chuva, tratamento de águas servidas, telhado verde, eficiência energética, selo procel e paisagismo sustentável.

A casa eficiente, FIG. 18, está localizada em Florianópolis, Santa Catarina, segundo a Eletrosul (2016), ela foi projetada para se tornar uma vitrine de tecnologias de ponta de eficiência energética e conforto ambiental para edificações residências. Nela optou-se pela utilização de células fotovoltaicas, para produção de energia, sistema de arrefecimento passivo, utilização da energia solar para aquecimento de água, captação de água de chuva e utilização de equipamentos que proporcionam baixo consumo de energia e água.

FIGURA 15 – Cobertura da casa folha



Fonte: (SUSTENTARAQUI, 2016)<sup>22</sup>

FIGURA 16 – Casa folha



Fonte: (SUSTENTARAQUI, 2016)<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/construcao/3-casas-brasileiras-sustentaveis/>>. Acesso em 10 nov. 2016.

<sup>23</sup> *ibidem*

FIGURA 17 – Residência Sustentável



Fonte: (SUSTENTARAQUI, 2016)<sup>24</sup>

FIGURA 18 – Casa Eficiente



Fonte: (PORTALARQUITETONICO, 2016)<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/construcao/3-casas-brasileiras-sustentaveis/>>. Acesso em 10 nov. 2016.

<sup>25</sup> Disponível em: <<http://portalarquitetonico.com.br/casa-eficiente/>>. Acesso em 10 nov. 2016.

### 3 CONCLUSÃO

A sustentabilidade está diretamente ligada às ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais sem comprometer gerações futuras, usando recursos naturais de forma inteligente. A construção civil é vista como uma das principais responsáveis pela degradação do meio ambiente e pelo maior consumo de recursos naturais e descarte inadequado dos resíduos.

A casa sustentável procura conciliar a sustentabilidade com a construção civil. Para isso ela usa como base três dimensões básicas relacionadas entre si: a ambiental, a social e a econômica, para propor alternativas e estratégias que contribuam para a construção sustentável.

Com a aderência das alternativas e estratégias adequadas, gasta-se mais durante a construção, mas recupera-se o valor investido a longo prazo. A casa sustentável é cerca de 10% mais cara que a casa convencional. Contudo, consegue-se recuperar esse investimento num prazo médio de 7 anos. A partir deste momento o investimento torna-se um fator de economia para o investidor e os usuários do edifício.

Entende-se ser indispensável a aplicação dos conceitos teóricos relacionados à sustentabilidade, juntamente com experiências práticas, que irão contribuir para a construção de residências mais sustentáveis, que não agredem tanto o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A.V.. **Edifícios públicos**: caminhos para a concepção de projetos sustentáveis. 2013. 20 p. (Graduanda em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307/02**: Dispõe sobre a gestão de resíduos e produtos perigosos. Publicação DOU nº 136, de 17/07/2002.

**Construção Verde**: desenvolvimento com sustentabilidade. Brasília: CNI – Confederação Nacional da Indústria, 2012. 73 p.

GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água da chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2010. 132 p. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GORE, A. **Nossa escolha**: um plano para solucionar a crise climática. Barueri, SP: Manole, 2010.

KATS, G. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável**: custos, benefícios e estratégias. São Paulo: Washington, 2014. 279 p.

KEELER, M; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 362 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577807338/cfi/356!/4/2@100:0.00>>. Acesso em 22 set. 2016.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=ebcWDAAAQBAJ&pg=PT75&dq=sustentabilidade+na+constru%C3%A7%C3%A3o+civil&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiAkNXwmY3QAhVEQpAKHQAdAYAQ6AEIPDAC#v=onepage&q=sustentabilidade%20na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil&f=false>>. Acesso em 03 nov. 2016.

NAGALLI, A.; TEIXEIRA, C. A.; OKRASKA, F. L. Comparativo técnico e econômico entre obras comerciais com características sustentáveis e convencionais. **Revista Técnica**. Edição 179, dezembro 2011.

**NBR 15527/2007**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

REIS, L. B. D.; SANTOS, E. C. **Energia elétrica e sustentabilidade**: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2014. 262 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520443033/cfi/0>>. Acesso em 20 out. 2016.

ROAF, S; FUENTES, M; THOMAS-REES, S. **Ecohouse**: a casa ambientalmente sustentável. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 456 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582601778/cfi/0!/4/2@100:0.00>>. Acesso em 15 out. 2016.

SANTANA, G. **Marketing da sustentabilidade habitacional**. Rio de Janeiro, 2013. 240 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=HIQQBAAAQBAJ&pg=PT87&dq=sustentabilidade+na+constru%C3%A7%C3%A3o+civil&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjQwNSCmo3QAhXEEpAKHRH7AkkQ6AEIOzAB#v=onepage&q=sustentabilidade%20na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil&f=false>>. Acesso em 27 set. 2016.

SANT'ANNA, S. S.; MITNE, C. **Vidro serigrafado é solução sustentável para fachadas**. 2016. Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/vidro-serigrafado-e-solucao-sustentavel-para-fachadas\\_6678\\_0\\_0](http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/vidro-serigrafado-e-solucao-sustentavel-para-fachadas_6678_0_0)>. Acesso em 25 out. 2016.

VIGGIANO, M. H. S. **Edifícios públicos sustentáveis**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edificações Técnicas, 2010. 87 p.