



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

MATEUS OLIVEIRA COSTA

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

UBÁ – MG

2017

MATEUS OLIVEIRA COSTA

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

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: Dr.^a Érika Maria Carvalho Silva Gravina

UBÁ – MG

2017

Resumo

A sustentabilidade atualmente é um tema bastante abordado em todas as áreas da engenharia devido à urgência na conservação dos recursos naturais, cada vez mais escassos em nossa biosfera. Pensando nisso, várias medidas cautelares são tomadas em diversas áreas de pesquisa no intuito de garantir um futuro de qualidade para as próximas gerações. Surgem então, materiais capazes de contribuir para a durabilidade das edificações, preservando a manutenção do meio ambiente. Desde materiais ecologicamente corretos para elevação, como blocos de solo-cimento até concretos produzidos com agregados provenientes de resíduo de obras reciclados, tem-se atualmente uma gama de possibilidades que visam a sustentabilidade. Como resultado, a construção civil potencializa suas opções com várias opções de materiais sustentáveis e sistemas construtivos ecologicamente corretos, capazes de edificar obras funcionais e tão atrativas quanto as construções concebidas pelos métodos tradicionais. Entendendo ser extremamente importante uma obra pensada de forma a garantir a manutenção do meio ambiente, tem-se como resultado engenheiros civis e arquitetos buscando qualificação profissional capaz de gerar bem-estar aos habitantes das edificações adotando uma exploração racional do meio ambiente. Portanto, o objetivo desse trabalho de conclusão de curso é apresentar algumas práticas da construção sustentável utilizadas atualmente, popularizando esse modelo de construção, difundindo o conceito de construção sustentável em contraponto à construção convencional, apresentando formas de minimizar desperdícios e buscando a conscientização dos construtores.

Palavras-chave: Materiais de construção. Materiais ecológicos. Sustentabilidade.

Abstract

Sustainability is currently a well-considered theme in all engineering areas due to the urgency of conserving the increasingly scarce resources in our biosphere. With this in mind, several precautionary measures are taken in several areas of research in order to guarantee a future of quality for the next generations. They arise, materials that contribute to the durability of the buildings, preserving the maintenance of the environment. From ecologically correct material for lifting, such as soil-cement blocks to concrete produced with aggregates from waste from recycled works, there is now a range of possibilities that aim at sustainability. As a result, civil construction empowers its options with a range of sustainable materials and ecologically sound construction systems capable of building functional works that are as attractive as constructions designed by traditional methods. Understanding to be extremely important a work thought to ensure the maintenance of the environment, we have as a result civil engineers and architects seeking professional qualification capable of generating well-being to the inhabitants of the buildings adopting a rational exploration of the environment. Therefore, the objective of this work is to present some sustainable construction practices used today, popularizing this construction model, spreading the concept of sustainable construction as a counterpoint to conventional construction, presenting ways to minimize waste and seeking the builders' awareness.

Keywords: Construction materials. Ecological materials. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade atualmente é um tema bastante abordado em todas as áreas da engenharia devido à urgência na conservação dos recursos naturais, cada vez mais escassos em nossa biosfera. O termo sustentabilidade representa o incentivo ao progresso social e econômico sem, no entanto, degradar o meio ambiente e os elementos que dele decorrem. Sua aplicabilidade está relacionada em não degradar o meio ambiente, mantendo e construindo um ecossistema equilibrado ao mesmo tempo que a sociedade inserida nesse contexto evolui economicamente.

Pensando nisso, várias medidas cautelares são tomadas em diversas áreas de pesquisa no intuito de garantir um futuro de qualidade para as próximas gerações. Aplicando o tema à construção civil, pode-se obter o conceito de “construção sustentável”, termo utilizado por pesquisadores que buscam minimizar os impactos ambientais causados pelos processos de construção.

Para isso, a construção civil conta atualmente com várias opções de materiais sustentáveis e sistemas construtivos ecologicamente corretos, capazes de edificar obras funcionais e tão atrativas quanto as construções concebidas pelos métodos tradicionais.

Nesses moldes, as construções sustentáveis visam essencialmente utilizar materiais ecologicamente corretos que também possam contribuir para a redução de entulho no canteiro de obras e promovam a redução de descarte de resíduos no meio ambiente, redução do consumo de energia elétrica e a promoção e conservação de áreas verdes, além do reaproveitamento das águas da chuva.

Desta forma, o objetivo desse trabalho de conclusão de curso é apresentar algumas práticas da construção sustentável utilizadas atualmente, popularizando esse modelo de construção, difundindo o conceito de construção sustentável, em contraponto à construção convencional, apresentando formas de minimizar desperdícios e buscando a conscientização dos construtores.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Construção Civil e Sustentabilidade

2.1.1 Sustentabilidade

O termo “desenvolvimento sustentável” foi usado pela primeira vez em 1987, por Gro Harlem Brundtland, ex-primeira-ministra da Noruega que atuou como presidente de uma das comissões da Organização das Nações Unidas. Em sua publicação a ex-primeira-ministra descreve: “Desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades” (BRASIL ESCOLA, 2017)¹.

De acordo com Gore (2010), sustentabilidade é a capacidade de o ser humano suprir suas necessidades, sem afetar que gerações futuras supram as suas, ou seja, é a exploração do meio ambiente de forma correta, estruturada em três bases: econômica, ambiental e social.

Gore (2010) ainda afirma que é possível 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.

Com base neste cenário, diversas políticas públicas têm sido aprovadas com a intensão de gerar uma economia mais sustentável, como a produção de energia elétrica a partir de outras fontes renováveis, a utilização de madeiras reflorestadas, a reciclagem de resíduos, entre outros. Contudo, a melhor política pública é a influência estatal no uso do poder de compra para a melhoria do meio ambiente: a rotulagem ambiental, a “consciência verde” e conseqüentemente o “consumidor verde”.

Segundo Pereira e Guimarães (2009) o “consumidor verde” é o consumidor dotado de “consciência verde”, atento às questões ambientais relacionadas à gestão empresarial, buscando consumir produtos fornecidos por empresas que possuam uma política ambiental transparente. Atualmente, o Estado caracteriza-se como um “consumidor verde”, adotando uma série de exigências para a compra de insumos utilizados pelos órgãos estatais.

¹ <http://brasilescola.uol.com.br>

Segundo Pereira e Guimarães (2009), a preocupação já é tamanha que existem certificações para classificar um empreendimento sustentável, como o selo *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e o selo “AQUA” (FIG. 1). Estas certificações visam apoiar as práticas consideradas eficientes diminuindo os impactos ambientais delas decorrentes. O foco é o consumo de energia e água sem deixar de lado o gerenciamento de resíduos.

Figura 1 – Selos LEED e AQUA



Fonte: Ecodesenvolvimento, 2017²

Construções economicamente sustentáveis estão se popularizando cada vez mais, e no futuro certamente ditarão as regras do setor. Produtos corretos em termos ecológicos, melhores e sempre mais inovadores têm sido vistos com frequência no mercado, fazendo com que se consiga juntar a eficiência ambiental com ainda mais conforto a quem opta por este tipo de construção (GREENDOMUS, 2017)³.

2.1.2 Impactos da construção civil no meio ambiente

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente⁴ (MMA), a melhoria nas diretrizes da construção civil está intimamente ligada ao contato direto com o desenvolvimento humano. Segundo o *website*, “o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável”. Com base nesse cenário, as melhorias experimentadas nas últimas décadas visam combater a

² <http://www.ecodesenvolvimento.org>

³ <http://greendomus.com.br>

⁴ www.mma.gov.br

degradação do meio ambiente provocada pelo setor, visto que a construção civil hoje está entre as principais causadoras de impactos ambientais no mundo, consumindo em média 75% dos recursos naturais, 20% da água potável das cidades, além de gerar 80 milhões de toneladas por ano em resíduos, de acordo com dados coletados no *website* do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável⁵ (CBCS). O próprio termo, “construção sustentável”, surge com o intuito de estudar as ações negativas nos canteiros de obra, sugerindo melhorias que possam contribuir para a conservação ambiental.

2.1.2.1 Produção de resíduos

Usando uma gama de recursos naturais, a área da construção é uma das maiores geradoras de resíduos, de acordo com Diana Scillag, diretora do CBCS. Extraídas para a utilização na construção civil, apenas entre 20% e 50% das matérias-primas naturais são realmente consumidas para a produção das obras, segundo aponta a revista digital AECweb⁶. O economista e mestre em tecnologia ambiental Élcio Carelli, membro da Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON)⁷, menciona que mais da metade dos resíduos que vem das cidades são produzidos pela construção civil (FIG.2) de acordo com a mesma matéria publicada pela AECweb.

⁵ www.cbcs.org.br/website/

⁶ www.aecweb.com.br

⁷ abrecon.org.br

Figura 2 – Resíduos da construção civil no canteiro de obras



Fonte: Portal Resíduos Sólidos, 2017⁸

Os materiais produzidos nas obras são os que mais geram poluição, em termos de poeira e dióxido de carbono (CO₂). O cimento, quando produzido, libera gás carbônico, principal causador do efeito estufa. Ainda de acordo com o *website*,

a reciclagem é prática ideal de transformação para reduzir o volume de extração de matérias-primas, através da substituição por resíduos reciclados, redução de áreas destinadas a aterros, redução de energia referente ao processo de extração, além de possibilitar o surgimento de novos negócios. (AECweb, 2017)⁹.

No Brasil, é possível a utilização de reciclagem de resíduos da construção civil de maneira padronizada. A NBR 15115 (ABNT, 2004) regulamenta os ensaios específicos para a utilização de agregados reciclados a partir de resíduos da construção civil para a execução de pavimentação, exigindo inclusive alguns controles tecnológicos para os agregados reciclados, como os ensaios de granulometria, normatizados pela NBR 7181 (ABNT, 2016) e Índice de Suporte Califórnia (CBR)¹⁰, regulamentado pela NBR 7185 (ABNT, 2016), além dos teores de umidade e massa específica, também regulamentados por normas brasileiras recomendadas próprias. Também é possível produzir concreto a partir de resíduos reciclados, obedecendo os critérios especificados pela NBR NM 248 (ABNT, 2003), que determina a composição

⁸ <http://www.portalresiduossolidos.com>

⁹ www.aecweb.com.br

¹⁰ Sigla originária do inglês: *California Bearing Ratio*.

granulométrica dos agregados utilizados para sua produção e a NBR NM 53 (ABNT, 2003), que determina os limites aceitáveis de massa específica, massa específica aparente e absorção de água para agregados graúdos utilizados na produção de concreto estrutural.

2.1.2.2 Energia e água

De acordo com a AECweb¹¹, aproximadamente 40% da energia mundial são consumidas pelos edifícios, durante sua ocupação, manutenção e demolição. Embora o gasto de energia mude conforme o setor, estima-se que o setor residencial consome a mesma quantidade de energia elétrica que os setores público e comercial juntos.

Uma das maiores oportunidades para a construção civil mundial no combate às mudanças climáticas está no emprego de um consumo energético mais eficiente, por meio de investimentos em projetos de uso de energias renováveis, como a utilização da energia solar transformada em energia elétrica, por exemplo. Adotando um ponto de vista mais urgente, apenas a adoção de um consumo mais racional e consciente já seria suficiente para a diminuição do consumo de energia elétrica.

Grande parte do uso da água potável do planeta é responsabilidade da construção civil. Atualmente, o concreto é o material construtivo mais utilizado no mundo, segundo aponta o Instituto Brasileiro de Concreto (IBRACON)¹² e uma grande parcela do produto é composto por água. A captação de águas pluviais ou até mesmo a reutilização de água para a produção de concreto segundo as diretrizes da NBR 15900-1 (ABNT, 2009) também auxiliaria na redução dos impactos causados pela construção civil no consumo global de água potável.

2.1.2.3 Informalidade

De acordo com os conceitos de sustentabilidade, a qualidade de vida, um dos principais fundamentos do termo, é amplamente desrespeitada pela construção, utilizando a informalidade dos contratos laborais em larga escala e a sonegação de impostos para a obtenção de lucros substanciais. Segundo a revista digital Piniweb,

¹¹ www.aecweb.com.br

¹² <http://www.ibracon.org.br>

Um estudo elaborado pela FGV Projetos, a pedido da Abrammat (Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção) e Etco (Instituto Brasileiro de Ética Concorrencial), revelou que a informalidade é de 27,6% no setor de material de construção e 60,8% na indústria da construção. De acordo com a pesquisa, utilizando dados de 2003, as despesas com esses materiais nas famílias brasileiras somaram R\$ 26,5 bilhões. Já a demanda das empresas formais de construção foi inferior: R\$ 19,5 bilhões (PINIWEB, 2006)¹³.

Os resultados vão de perdas de arrecadação fiscal, até materiais desperdiçados. Segundo Vanderley John, professor-doutor em engenharia civil da Escola Politécnica da USP e conselheiro do CBCS, 72% dos trabalhadores são colocados na construção informal, sem nenhum direito social e com apenas 25% da produtividade dos trabalhadores da construção formal, e apenas 44% da produtividade média dos trabalhadores brasileiros (AECWEB, 2017).

Certamente a informalidade é um percalço para a introdução de práticas sustentáveis, uma vez que não é possível falar em sustentabilidade sem respeito ao contrato social. Ao assumir a informalidade, o setor da construção civil diminui seu potencial em fomentar o progresso social, limitando o alcance de políticas públicas. O CBCS¹⁴ incentiva a adoção do vínculo empregatício nas obras e aponta seis passos fundamentais na escolha de fornecedores que atuam formalmente:

- 1) Verificação da formalidade da empresa fornecedora;
- 2) Verificação da formalidade da empresa: licença ambiental da unidade fabril;
- 3) Legalidade e regularidade da mão de obra;
- 4) Qualidade do produto – respeito às normas técnicas;
- 5) Analisar o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa;
- 6) Cuidado com a propaganda enganosa.

Para Silvia Manfredi, segundo o MMA¹⁵, um dos caminhos apontados para tornar a obra mais sustentável é a industrialização da construção, a fim de eliminar desperdícios nas obras, otimizando o uso dos materiais, aumentando a produtividade e reduzindo a informalidade da mão-de-obra.

¹³ <http://piniweb.pini.com.br>

¹⁴ <http://cbcsnoticias.com.br>

¹⁵ www.mma.gov.br

2.2 Construção Sustentável

Cunha e Siqueira (2013) apontam que a construção sustentável é um sistema construtivo que promove intervenções no meio ambiente de forma a atender as necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações atuais e futuras.

De acordo com o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA), foram criados nove passos para a criação de uma construção sustentável, e com base nestes dados, em 2008 a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do estado de Minas Gerais elaborou um Manual de Obras Públicas Sustentáveis¹⁶, onde identificou os passos para a concepção e planejamento de construções sustentáveis, assim identificados:

- 1) Planejamento sustentável da obra;
- 2) Aproveitamento passivo dos recursos naturais;
- 3) Eficiência energética;
- 4) Gestão e economia de água;
- 5) Gestão dos resíduos na edificação;
- 6) Qualidade do ar e do ambiente interior;
- 7) Conforto termo acústico;
- 8) Uso racional de materiais;
- 9) Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Sendo assim, a construção sustentável tem por objetivo empregar materiais ecológicos e soluções tecnológicas para promover o bom uso e a economia de recursos finitos, a redução da poluição e o conforto dos moradores das edificações (CUNHA; SIQUEIRA, 2013).

Portanto, não só a construção deve ser sustentável, mas planejada de maneira que sua construção aproveite de forma racional e econômica os recursos naturais disponíveis, além de utilizar materiais que não poluam o meio ambiente nem o degradem. Todos estes termos se entrelaçam, formando um conceito mais amplo de sustentabilidade.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), o Conselho

¹⁶ www.semad.mg.gov.br

Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA), apresentam diversos princípios básicos para a construção sustentável, conforme apontam Cunha e Siqueira (2013). São eles:

- a) Redução do consumo de recursos;
- b) Reutilização de recursos;
- c) Utilização de recursos recicláveis;
- d) Proteção da natureza;
- e) Eliminação de produtos tóxicos;
- f) Aplicação de análises de ciclo de vida em termos econômicos;
- g) Assegurar a qualidade.

Os conceitos citados acima seguem a conceptualização do Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB)¹⁷, que trata a construção sustentável como o “processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes construídos e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CUNHA; SIQUEIRA, 2013, p. 3).

Baseado na definição do CIB, é possível perceber que a questão do restabelecimento da harmonia retoma uma preocupação que foi desaprendida com os aperfeiçoamentos tecnológicos, em que o aproveitamento passivo de fontes naturais, como luminosidade, calor, ventilação, entre outros, foram substituídos por sistemas elétricos, como, por exemplo, os aparelhos para aquecimentos e resfriamento artificiais (CUNHA, 2016).

O Comitê Técnico da *International Standard Organization* (ISO) definiu a edificação sustentável,

como aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício (ARAÚJO, 2002, p. 2).

Conforme o Guia da Sustentabilidade na Construção e o Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social, para a construção ser sustentável deve ser

¹⁷ www.pcc.poli.usp.br/latinamericancib/

priorizado no desenvolvimento dos projetos as seguintes condições:

- a) Pré-condição 1 – Projeto de sustentabilidade tem que ter qualidade, pois será ele que irá garantir os níveis de excelência disseminados. Com isso, deve-se buscar um processo de gestão de qualidade, pois através da gestão será possível buscar melhoria nos processos, que estão ligados ao consumo de recursos naturais, produtividade, desperdício e durabilidade.
- b) Pré-condição 2 – Sustentabilidade não combina com informalidade. Por isso, é necessário selecionar fornecedores de materiais e serviços, assim como a equipe de mão de obra, formais.
- c) Pré-condição 3 – Busca constante pela inovação, pois através de tecnologias e inovações podem ser desenvolvidos projetos que usam racionalmente os recursos naturais. O apoio para a sustentabilidade na construção, é alinhar ganhos ambientais e sociais com os econômicos, daí a necessidade e importância de inovações. (GUIA DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO, 2008, p. 16)¹⁸.

O QUADRO 1 apresenta os principais materiais sustentáveis disponíveis atualmente no Brasil.

¹⁸ <http://www.sinduscondf.org.br>

QUADRO 1 – Principais materiais sustentáveis disponíveis no Brasil

Materiais	Benefícios
Tubulações e reservatórios para captação de águas pluviais	Reduzem o valor da conta de água; Reservam água para períodos de estiagem; Reduzem o consumo de água para fins não-potáveis, como regas de jardim, lavagem de automóveis e descargas de vasos sanitários; Promovem educação ambiental.
Cal	Pode ser utilizada como tinta natural; Isenta de substâncias derivadas do petróleo; Lavável e hidrorrepelente; Pode ser armazenada por longos períodos; Ideal para obras sustentáveis.
Ecotinta Mineral	Produzida com solo e solução aquosa, pode ser utilizada como pintura sustentável, sem compostos orgânicos voláteis (COV) ou substâncias derivadas do petróleo.
Miniestação de Tratamento de Água	Indicada para qualquer tipo de imóvel, visando o reuso da água tratada e correto destino para os resíduos.
Tijolos de solo-cimento	Diferentemente dos tijolos tradicionais, não são cozidos, evitando a derrubada de árvores para a utilização de lenhas e exploração de jazidas de argila.
Telas Tetra-Pak	São anti-mofo, anti-fúngicas, não trincam e não quebram; Possuem máxima resistência à chuva de granizos e são 100% impermeáveis; Protegem a temperatura solar em até 85%; Não propagam chamas; Suportam cargas de até 150 kgf/m ² .
Concreto Verde	Em fase de desenvolvimento pela Universidade de São Paulo (USP), a mistura emprega resíduos agrícolas para reduzir o consumo de cimento, quando comparado aos concretos convencionais.
Piso Reciclado	Desenvolvido pela Locaville, o piso reciclado é composto por uma fibra de aço reciclada incorporada ao concreto para a produção de pisos industriais.
Tubulação Verde	Desenvolvido pela Braskem, as tubulações são produzidas com plástico extraído do etanol da cana-de-açúcar, uma fonte 100% renovável.
Madeira Plástica	Opção sustentável altamente resistente, é produzida com plásticos reciclados e resíduos vegetais de agroindústrias, são altamente resistentes a insetos e roedores.

Fonte: Wieczynski, 2015, p. 9, adaptado pelo autor.

Como demonstra Wieczynski (2015), a possibilidade de utilização de matérias primas que estão atualmente no mercado e não agredam o meio ambiente é vasta.

Além disso, ainda podem proporcionar o bem-estar dos moradores das edificações com esses materiais construídas. Novas tecnologias surgem diariamente e hoje é visível a preocupação com a temática em vários setores da construção civil. As construtoras já começam a se voltar aos princípios sustentáveis, buscando alternativas para não degradar o meio ambiente. Cabe agora uma conscientização dos profissionais para o entendimento desta nova necessidade e consequente adaptação.

2.2.1 Materiais sustentáveis para elevação de alvenaria de vedação

Conforme orienta Sousa (2010), os materiais sustentáveis para elevação de alvenaria de vedação devem ser duráveis, o que aponta para uma vida útil longa e consequentemente, com menor impacto ambiental. Esses materiais poderão ser obtidos por meio da extração racional de recursos naturais, como é o caso dos blocos produzidos com solo e cimento (FIG. 3) ou por meio da incorporação da reciclagem de resíduos de outras indústrias ou materiais de construção como, por exemplo, os blocos de construção obtidos a partir da moagem de blocos quebrados no processo cotidiano de construção.

Os blocos de solo-cimento são uma excelente alternativa ao uso dos blocos cerâmicos, pois não há a necessidade de exploração de jazidas de argila. O solo-cimento é um “material de baixo custo, obtido pela mistura de solo, água e um pouco de cimento. A massa compactada endurece com o tempo, em poucos dias ganha consistência e durabilidade suficientes para diversas aplicações na construção civil”¹⁹.

¹⁹ www.forumdaconstrucao.com.br

Figura 4 – Blocos Solo-cimento



Fonte: Fórum da Construção, 2017²⁰

Os materiais sustentáveis para elevação também podem ser obtidos a partir de fontes renováveis, como madeira e bambu, consumidos de forma consciente, ou seja, não superior à sua taxa de renovação ou confeccionados a partir da reciclagem de resíduos, como é o caso dos blocos de concreto com agregados reciclados. Além disso esses materiais deverão ter disponibilidade próxima ao local de utilização, o que reduz os gastos com transporte, diminuindo a emissão de gases promovidos pelos combustíveis dos veículos. Sousa (2010) ainda aponta que esses materiais deverão exigir pouca manutenção e deverão ser livres de agentes tóxicos, não liberando substâncias nocivas à saúde dos moradores das edificações construídas com esses materiais.

2.2.2 Sistemas de reaproveitamento de água

Segundo Telles e Costa (2010), toda e qualquer técnica aplicada estará sempre condicionada à relação custo-benefício. A tecnologia ambiental ultrapassa este conceito e ratifica a vivência sustentável como o único caminho de continuidade do desenvolvimento humano, ou seja, de uma forma ou de outra o próprio meio ambiente manifestará, e já está manifestando, uma renovada condição de subsistência de qualquer atividade.

A conscientização ocorre em escalas múltiplas e a realização ainda é limitada a contextos políticos, culturais, sociais, geográficos e econômicos. A técnica do reuso

²⁰ <http://www.forumdaconstrucao.com.br>

da água não foge à regra. Embora ela seja cada vez mais reconhecida como uma das opções mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos, depende da aceitação popular, aprovação mercadológica e vontade política para se efetivar como tecnologia sistemática. Em suas várias formas de aplicação, revela-se uma técnica segura e confiável, atraindo investimentos que tendem a ser cada vez menores e que, por isso mesmo, incentivam uma prática cada vez mais acessível (TELLES; COSTA, 2010).

O Brasil caminha lentamente na direção da sustentabilidade já adotada mundialmente, principalmente no que se refere ao uso inteligente da água, ao controle ambiental e consequentes vantagens socioeconômicas. Neste contexto, é requisito básico a coerência das normas burocráticas, agilidade da política institucional e integração nas organizações públicas e privadas, em empenho conjunto ao setor educacional, numa ampla ação que vai se refletir na conduta de cada indivíduo e consequente adequação mercadológica (TELLES; COSTA, 2010).

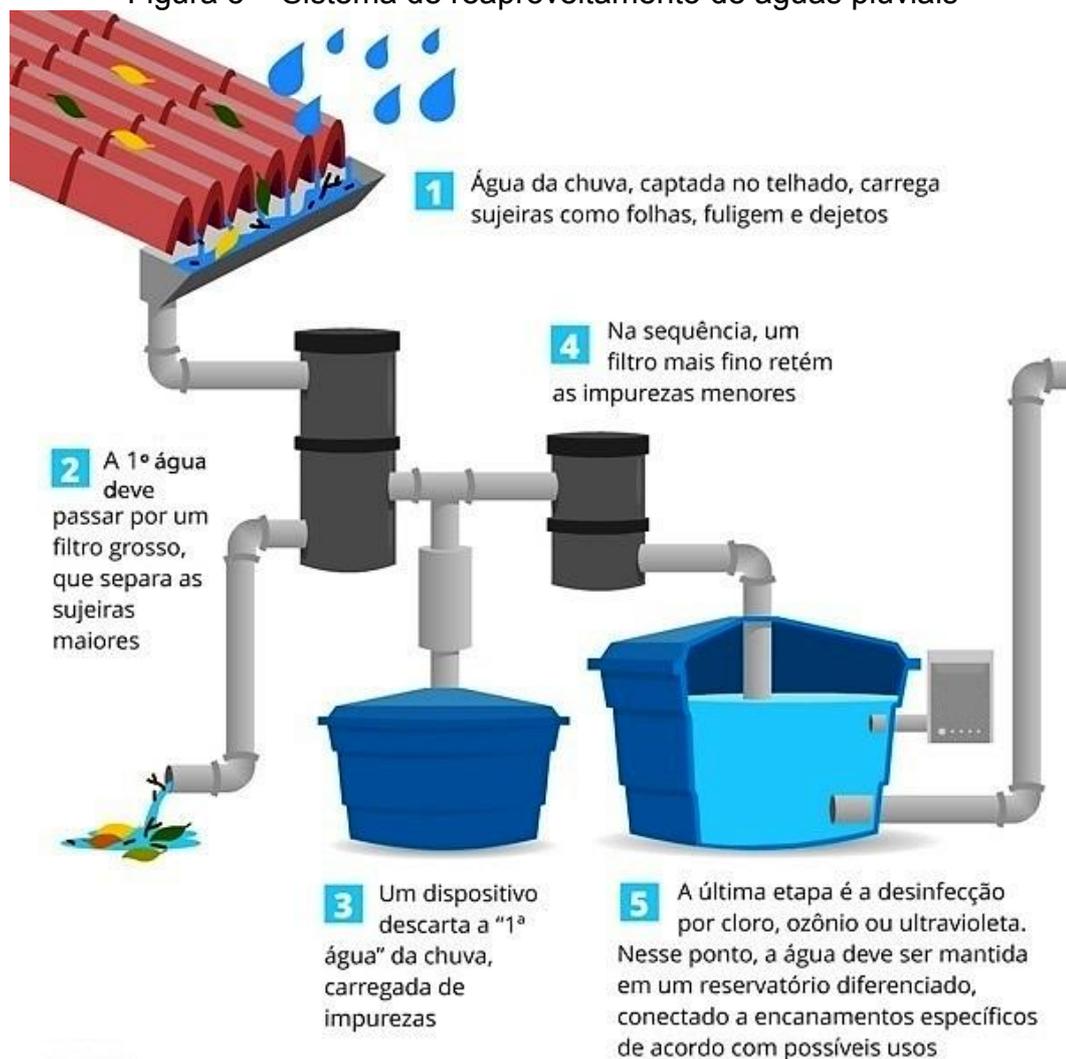
A água que é armazenada de captação para fins não potáveis tem várias utilidades, seja na indústria, uso doméstico, meio ambiente, na construção ou agricultura. Dentre elas estão, de acordo com Telles e Costa, (2010):

- a) Descarga de vasos sanitários;
- b) Lavagem de pisos, calçadas e veículos automotores;
- c) Irrigação dos jardins;
- d) Produção de concreto e de sua cura;
- e) Umidificação prévia de superfícies a receberem chapisco, emboço, reboco, argamassa e concreto;
- f) Reservatórios para combate a incêndios;
- g) Execução de furos no solo para testes de sondagens e poços semiartesianos e artesianos;
- h) Compactação de solo;
- i) Lavagem de agregados;
- j) Controle de poeira;
- k) Sistemas de refrigeração.

O sistema de reaproveitamento de água de chuva vem de um conjunto de ações que visam aproveitá-la quando chegam às casas e antes que sigam para a rede de drenagem sem que consiga retirar partido de suas potencialidades.

Basicamente, o sistema de reaproveitamento de águas pluviais é composto pela captação das águas de chuva por calhas e direcionadas para um filtro que rejeita os resíduos maiores e direciona a água previamente filtrada para um reservatório que rejeita essa água, chamada de primeira água. Em seguida, um filtro mais fino retém as impurezas menores e direciona a água para um reservatório que receberá o devido tratamento, como indica a FIG. 5.

Figura 5 – Sistema de reaproveitamento de águas pluviais



Fonte: TEM Sustentável, 2017²¹

O ideal seria poder utilizar esta água nas tarefas domésticas evitando, assim, o consumo de água potável fornecida pelo município, onde se investe tratamento e energia para que chegue ao consumidor (VERDADE, 2008). Entretanto, a água cinza,

²¹ www.temsustentavel.com.br

ou *grey water*, como também é denominada, não possui o tratamento adequado para se tornar potável, pois não se enquadra nas principais características de potabilidade: ser insípida, inodora e incolor.

Um sistema eficaz de captação de água de chuva deve garantir o máximo de eficiência, tal como uma qualidade de água aceitável. Neste sentido, a descrição do sistema abrange todas os componentes desde a superfície de recolha ao reservatório de armazenamento, passando também pelos órgãos de transporte, filtragem e rejeição de água de lavagem das superfícies de recolha, denominada de *first-flush*. (VERDADE, 2008).

2.2.3 Sistema de aproveitamento de energia solar

A energia solar fotovoltaica foi criada para atender a sistemas de pequeno porte, ou locais que ainda não contavam com energia elétrica, porém com o passar do tempo ela passou a ser um meio promissor de investimentos em termos de energia alternativa, pois seu fornecimento é feito de forma mais regular que os demais meios de produção, e pode ser utilizado em qualquer parte do país.

A Alemanha produz, hoje, 20 Gigawatts (GW), representando 50% da eletricidade produzida no país, com uma taxa de insolação não superior a 3500 watt/hora por metro quadrado (Wh/m²) por dia. Comparativamente, com uma taxa de insolação variável entre 4500 e 6000 Wh/m², o Brasil poderia produzir até 200 GW de eletricidade a partir da luz solar, segundo afirma Villalva (2015).

O interesse pela produção de energia solar fotovoltaica ganhou ainda maior notoriedade após os constantes aumentos nos preços da energia elétrica fornecida pelas concessionárias, “acumulando inflação de 60,42% no período de 12 meses, segundo dados de março do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)” (ABDALA, 2015)²².

Nos dias atuais a energia elétrica tem sofrido diversos aumentos de tarifação²³,

²² <http://agenciabrasil.ebc.com.br>

²³ Segundo o website da Aneel (2017), a tarifação de energia elétrica visa assegurar aos prestadores dos serviços receita suficiente para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir o atendimento com qualidade. O reajuste tarifário é um dos mecanismos de atualização do valor da energia paga pelo consumidor, aplicado anualmente, de acordo com fórmula prevista no contrato de concessão. Seu objetivo é restabelecer o poder de compra da concessionária. No reajuste, os custos com a atividade de distribuição, esses sob completa gestão da distribuidora são corrigidos pelo índice de inflação constante no contrato de concessão que varia de acordo com o índice de inflação da economia brasileira.

e de acordo com os avanços no setor de energia solar, tem-se visto o surgimento da produção desta energia limpa no país, e está cada vez mais comum sua utilização em obras, visto que é grande o interesse populacional nas questões que envolvem preservação do meio ambiente.

Diante do crescente encarecimento da energia elétrica e após constantes avanços na regulamentação do setor de energia fotovoltaico no Brasil, hoje se pode falar no surgimento de uma cultura de produção de eletricidade a partir da luz solar, de grande interesse para a sociedade brasileira e para as questões que envolvem a conservação do meio ambiente, de acordo com Villalva (2015).

Além disso, no lugar de grandes investimentos concentrados, a geração distribuída de eletricidade com sistemas fotovoltaicos tem a possibilidade de pulverizar investimentos e recursos, criando milhares de empregos diretos e indiretos em todas as regiões do país (VILLALVA, 2015, p. 35).

Conforme orienta Villalva (2015), 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.

O sistema de transformação da energia solar em fotovoltaica é constituída de cabos, painéis fotovoltaicos e inversores de tensão, dentre outros, conforme ilustra a FIG. 6. Estes painéis são compostos de células fotovoltaicas, em sua maior parte de silício, que convertem imediatamente a energia proveniente do sol em elétrica (VILLALVA, 2015).

Figura 6 – Sistema de geração de energia solar fotovoltaica



Fonte: Tesni, 2017²⁴

Dentre as vantagens do aproveitamento de energia solar, podem ser citados, de acordo com o Portal Energia²⁵:

- É um tipo de energia que não agride o meio ambiente;
- É um sistema que raramente necessita de manutenção;
- É economicamente viável visto que com o aumento da tecnologia, os painéis se tornam mais potentes ao mesmo tempo que seu valor de custo vem decaindo, além da economia de energia elétrica;
- É excelente opção em lugares remotos, pois a instalação em pequena escala faz com que investimentos em transmissão sejam mínimos;
- No Brasil, por exemplo, que é um país predominantemente tropical, seu uso é viável em todo o território.

Entretanto, algumas desvantagens podem ser apontadas, ao ser utilizado, como aponta o Portal Energia²⁶:

- Não há produção a noite, portanto há necessidade de meios que armazenem

²⁴ www.tesni.com.br

²⁵ www.portal-energia.com

²⁶ www.portal-energia.com

- energia onde os painéis não estejam ligados a rede elétrica.
- b) Os meios de armazenamento deste tipo de energia não são tão eficientes quanto os demais;
 - c) O rendimento dos painéis são de aproximadamente um quarto de sua capacidade.

2.2.4 Telhado verde

De acordo com Tomaz (2008), o Telhado Verde é uma opção de construção em que uma cobertura de grama ou plantas é instalada em telhados ou lajes para ampliar o conforto em relação à temperatura, e também para promover o conforto acústico dos ambientes no interior da obra (FIG. 7).

Figura 7 – Telhado Verde



Fonte: Web Ar Condicionado, 2017²⁷

Geralmente são aplicados em telhados praticamente planos com inclinação aproximadamente de 5° para permitir o escoamento não muito rápido da água. Para telhados acima de 20° deverão ser tomadas outras providências para deter o fluxo de água como barreiras ou outras estruturas (TOMAZ, 2008, p. 4).

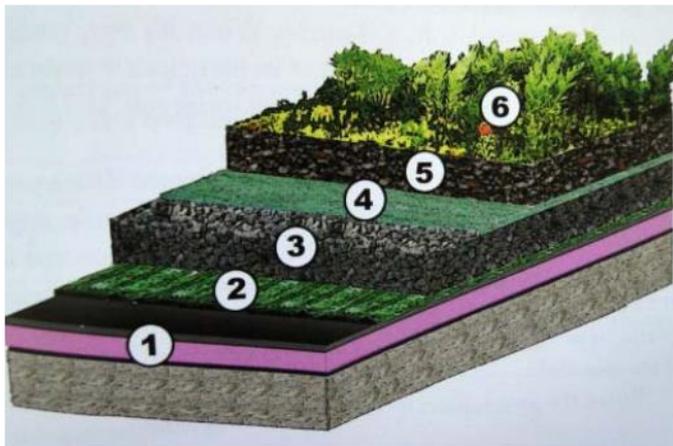
O intuito deste tipo de telhado é aumentar a área verde da construção, contribuindo para uma melhoria no meio, diminuindo as ilhas de calor.

Segundo Baldessar (2012), A utilização deste sistema pede a utilização de uma cobertura com estrutura específica. É necessário a impermeabilização no caso de uma laje e no caso de telhas, necessita-se colocar uma placa de madeira compensada

²⁷ <http://static.webarcondicionado.com.br>

que será utilizada como esteio para a vegetação. Posteriormente é aplicada uma proteção e camada de armazenamento e logo após, são aplicadas as camadas de drenagem, a camada anti-raiz e o filtro permeável. Em seguida, é aplicada a camada de substrato e finalmente a vegetação (FIG. 8).

Figura 8 – Componentes do Telhado Verde



1 - pavimento do telhado, isolamento e impermeabilização.

2 - proteção e camada de armazenamento.

3 - camada de drenagem.

4 - camada anti-raiz e filtro permeável.

5 - camada de substrato.

6 - vegetação.

Fonte: Baldessar, 2012, p. 38

Segundo Tomaz (2008), dá-se preferência a plantas locais mais resistentes à chuva e à estiagem e que exijam pouca rega e poda. Plantas de porte baixo e crescimento lento também podem facilitar a manutenção, que é parecida com a de um jardim comum.

No Brasil, esse sistema construtivo ainda não é muito usado e começam a surgir leis de incentivo por parte do governo como forma de disseminação desse sistema. O primeiro projeto de telhado verde no Brasil foi em 1936, no prédio do Ministério da Educação (MEC) e foi construído por Roberto Burle Marx, depois em 1988 no Banco Safra em São Paulo e em 1992, a arquiteta Rosa Grená Kliass e Jamil Kfoury projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú em São Paulo (TOMAZ, 2008).

Este tipo de telhado traz contribuições, desde acústicas até a melhoria em questões psicológicas para as pessoas. Servem para amenizar as paisagens do ambiente podendo fazer novas áreas verdes e jardins, onde na teoria não havia espaços, além de melhorar a qualidade do ar e contribuir para a diminuição das ilhas de calor. Em São Paulo e no Rio Grande do Sul, já existem empresas especializadas na aplicação e construção de telhados verdes, como a Sky Garden²⁸ e a Ecotelhado²⁹.

²⁸ <http://www.skygarden.com.br/>

²⁹ <https://ecotelhado.com/>

A cadeia da construção civil apresentou nos últimos anos um expressivo crescimento. Portanto, a diminuição das áreas verdes nas grandes cidades e o crescimento do número de construções com uso de materiais cerâmicos, tem como consequência o aumento da impermeabilização na superfície do solo.

O desenvolvimento da infraestrutura urbana tem sido realizado de forma inadequada, o que tem provocado impactos significativos na qualidade de vida da população. A drenagem urbana tem sido um dos principais veículos de deterioração deste ambiente, devido à própria concepção do sistema de drenagem pluvial e a ações externas, como a produção de resíduos sólidos e os padrões de ocupação urbana. Além disso, as soluções adotadas no âmbito de engenharia para a drenagem urbana às vezes têm produzido mais danos do que benefícios ao ambiente. Como precaução, o planejamento urbano deve desenvolver soluções para o problema, de maneira que no futuro, o que seria um aumento drástico do estresse térmico para pessoas nos ambientes exteriores e interiores, seja reduzido a um nível tolerável. (BALDESSAR, 2012).

2.2.5 Gerenciamento de resíduos

Hoje em dia o termo reciclagem vem ganhando força para resolver os problemas referentes ao não gerenciamento dos resíduos das obras de construção civil, além da busca incessante por materiais que substituam as matérias retiradas do meio ambiente devido à crise ambiental e a escassez de matéria prima.

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), também denominados como entulho, tem se tornado um dos alvos do meio técnico-científico, utilizando o mesmo como agregado para inúmeros usos na construção civil e também na pavimentação rodoviária, entrando como substituto às matérias-primas hoje utilizadas nestes setores, de acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON)³⁰, (2017).

Nas obras da construção civil há um desperdício de material enorme, desde sua extração até sua chegada na obra.

Na maioria das vezes, esse resíduo é retirado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das

³⁰ www.abrecon.com.br

periferias, gerando uma série de problemas ambientais e sociais, como a contaminação do solo por gesso, tintas e solvente; a proliferação de insetos e outros vetores contribuindo para o agravamento de problemas de saúde pública (OLIVEIRA; MENDES, 2008)³¹.

Um problema que ocorre hoje na construção civil é com a remoção e destino dado a estes resíduos das obras. O gasto público é enorme e como um ciclo, visto a necessidade de retirar estes entulhos e criar um local para sua disposição. Ao fazer uso deste material como matéria prima como agregado, esses resíduos podem passar de um incômodo para uma alternativa, referente a escassez de materiais usados para este fim. O uso desse tipo de resíduo diminui o uso de britas e areia artificial, sendo assim uma arma no combate à degradação do meio.

Segundo Oliveira e Mendes (2008), aliada a tal reação desses setores tem-se a dificuldade por parte das empresas e governos municipais em criar mecanismos de gerenciamento eficazes, capazes de:

- a) Nortear um uso mais inteligente dos materiais nas frentes de trabalho, visando com isso uma redução no volume de material a ser descartado mais tarde;
- b) Contribuir com a segregação desses resíduos in loco, de modo a facilitar o seu reuso posterior;
- c) Realizar e controlar a disposição do que não pode ser submetido a processos de reciclagem ou reuso direto em locais apropriados, diminuindo com isso o surgimento de áreas clandestinas de bota-fora, que ocorrem em muitas vezes em áreas de preservação.

Segundo a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2002), os resíduos de 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 etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliças ou metralha (CONAMA, 2002, p. 2).

Estes resíduos geralmente têm fins clandestinos, sem a destinação adequada. Segundo Oliveira e Mendes (2008), ocasiona proliferação de vetores de doenças,

³¹ <http://mac.arq.br/>

entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual.

A ausência ou ineficiência de políticas específicas para este resíduo tem criado condições para que os mesmos apresentem atualmente efeitos ambientais significativos sobre a malha urbana, como o surgimento de aterros clandestinos e o esgotamento de aterros (inertes ou sanitários).

Oliveira e Mendes (2008) ainda identificam algumas ações que direcionam para a redução da geração de menos resíduos na construção civil:

- a) Aperfeiçoamento e flexibilidade de projeto;
- b) Melhoria da qualidade de construção, de forma a reduzir a manutenção causada pela correção de defeitos;
- c) Seleção adequada de materiais, considerando, inclusive, o aumento da vida útil dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios;
- d) Capacitação de recursos humanos;
- e) Utilização de ferramentas adequadas;
- f) Melhoria da condição de estoque e transporte;
- g) Melhor gestão de processos;
- h) Incentivo para que os proprietários realizem modificações nas edificações e não demolições;
- i) Taxação sobre a geração de resíduos;
- j) Medidas de controle de disposição;
- k) Campanhas educativas.

No modelo atual de produção, os resíduos são gerados para bens de consumo duráveis (edifícios, pontes e estradas) ou não-duráveis (embalagens descartáveis). Neste processo, a produção quase sempre utiliza matérias-primas não-renováveis de origem natural. Este modelo de exploração de matéria prima não apresentava problemas até pouco tempo atrás, em razão da abundância de recursos naturais e menor público consumidor, cenário que está se invertendo com o passar dos anos.

A inexistência de marcas de qualidade ambiental de produtos demonstra que, diferente de outros países, as empresas brasileiras que eventualmente reciclam não utilizam sua contribuição ambiental como ferramenta de marketing, apesar do consumidor, mantido o preço e a qualidade, preferir produtos com menor impacto ambiental.

2.2.6 Utilização de madeiras certificadas

A madeira é um insumo extremamente importante para a construção civil. Desde os primórdios os seres humanos usam e moldam a construção de diversas obras desde as mais simples, como silos, até as mais complexas, como pontes, com esse material. As características únicas de beleza, charme, conforto térmico e acústico, fácil manuseio e usinagem, leveza, fonte renovável, grande resistência mecânica, estabilidade e durabilidade que só a madeira proporciona, fazem desde recurso uma opção indispensável em qualquer projeto.

2.2.6.1 Certificadoras

O uso contínuo da madeira como matéria prima na construção já é alvo de muitos estudos por parte das equipes ligadas a este processo. Diante do contexto atual, e buscando a sustentabilidade, várias empresas buscam os selos verdes em seus projetos, por isso a necessidade das unidades certificadoras, mostrando que além de qualidade, o meio em que a matéria foi retirada continua saudável.

O intuito da certificação é um meio de afirmar ao comprador que a madeira tem origem legal, ou seja, teve um trabalho executado de forma legal, sem prejudicar o meio ambiente. O consumidor precisa de uma empresa confiável que possa assegurar a procedência dos produtos adquiridos.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF),

A certificação é um processo voluntário ao qual se submetem algumas empresas para atestar que seus produtos e sua produção seguem determinados padrões de qualidade e sustentabilidade. A Certificação Florestal baseia-se nos três pilares da sustentabilidade: ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável. São passíveis de certificação o manejo florestal e a cadeia de custódia, que são os estágios da produção, distribuição e venda de um produto de origem florestal, sendo que nesse caso a madeira é rastreada de uma floresta certificada até o produto final (SNIF, 2017)³²

Os sistemas de certificação mais difundidos em todo o mundo são o *Forest Stewardship Council*³³ (FSC) e o *Program for Endorsement of Forest Certification*

³² <http://www.florestal.gov.br>

³³ Do inglês: Conselho de Manejo Florestal

*Schemes*³⁴ (PEFC) (FIG. 9). Ainda segundo a SNIF (2017), no Brasil, as primeiras ações ocorreram em 1994 e a primeira área certificada pelo FSC foi em 1995. Além da certificação FSC existe desde 2002 o Programa Brasileiro de Certificação Florestal CERFLOR reconhecido internacionalmente pelo PEFC.

Figura 9 – Principais selos mundiais de certificação de procedência da madeira



Fonte: Squarespace, 2017³⁵.

2.3 Estratégias para construção sustentável

Uma construção, para ser considerada sustentável, deve atender ao controle do clima ambiente, devendo atingir a zona de conforto que se forma entre calor e ventilação. Segundo Roaf, Fuentes e Thomas (2014), afastado dos trópicos, a melhor direção para aproveitamento de energia solar, seja para iluminação ou aquecimento, é paralela à 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, 2014, p. 21).

Como já mencionado, as obras da construção geram grandes impactos no meio ambiente, desde seu início, até depois de concluída, na fase de manutenção.

Para que as construções se tornem sustentáveis, é imprescindível diminuir os impactos ambientais e reduzir a interferência externa. Segundo Renato Júnior (2017)³⁶, existem diretrizes para diminuir estes impactos, citadas a seguir:

- a) Projetar a obra para usar a luz natural como fonte de iluminação principal durante o dia e proteger contra o excesso de calor;
- b) Usar o paisagismo para amenizar a temperatura dos arredores da construção;

³⁴ Do inglês: Programa de Endossamento de Planos de Certificação Florestal

³⁵ www.squarespace.com

³⁶ www.jrrio.com.br

- c) Estudar a instalação de portas e janelas afim de favorecer a ventilação do interior da obra;
- d) Usar materiais na obra que ajudem no conforto termoacústico da obra.
- e) Usar um sistema que favoreça a temperatura ambiente, como o telhado verde e paredes ventiladas. Usar o plantio para produção de sombras no local;
- f) Utilização de sistemas que diminuam o consumo da obra, em se tratando de consumo de energia, como exemplo, utilizar interruptores com luminosidade regulada e lâmpadas LED;
- g) Uso de matéria prima correta em termos ecológicos com certificação e recicláveis;
- h) Construção de pavimentação externa com materiais permeáveis;
- i) Uso de torneiras e equipamentos com consumo de água reduzido, com controle de vazão e fechamento automático.

No canteiro de obras, ainda de acordo com Renato Júnior (2017), é necessário o uso de metodologias que garantam a reutilização dos resíduos e economia na utilização de matéria prima, a fim de evitar desperdício na construção.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso procura apresentar a construção sustentável como premissa para construções civis ecologicamente corretas, contextualizando-se com a sustentabilidade, objetivando soluções limpas para o conforto local e a economia de recursos, a fim de minimizar diversas formas de agressão à natureza, procurando garantir que as gerações futuras possam ser autossuficientes em matéria prima, mantendo preservado o meio ambiente, além de aprimorar as técnicas de construção civil de maneira consciente por meio do conceito de construção sustentável apresentado.

Sendo assim, conclui-se ser extremamente importante uma obra pensada de forma à garantir a manutenção do meio ambiente, dotada de profissionais qualificados que não visem apenas o retorno financeiro, mas sim um ambiente capaz de gerar bem-estar aos habitantes com a exploração racional do meio ambiente, a fim de serem capazes de utilizar de meios para a preservação da natureza, proporcionando o bem para as pessoas que o utilizam, sem que deixem de lado a qualidade e o desenvolvimento das tecnologias da área da construção civil. Por meio deste trabalho, foi possível fornecer informações para popularizar as alternativas construtivas mais adequadas aos conceitos de sustentabilidade e difundir o modelo de construção sustentável como opção viável à construção convencional, apresentando formas de minimizar desperdícios e conscientizar os profissionais da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, V.. **Custo da energia elétrica aumenta 60% em 12 meses**. Brasília: Empresa Brasil de Comunicação – EBC, 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-04/custo-da-energia-eletrica-aumenta-60-em-12-meses>> Acesso em 12 nov. 2017.

AECWEB. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2256_0_1>. Acesso em 12 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/reajuste-tarifario-anual/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em 03 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**. Solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR 7185**. Solo: determinação da massa específica aparente, *in situ*, com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR 15115**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: execução de camadas de pavimentação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15900-1**. Água para amassamento do concreto: parte 1. Rio de Janeiro,

_____. **NBR NM 53**. Agregado graúdo: determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água Rio de Janeiro,

_____. **NBR NM 248**. Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. São Paulo: Artigos e entrevistas AECWeb, 2017. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>. Acesso em 12 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/>>. Acesso em 12 nov. 2017.

BALDESSAR, S. M. N.. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. 124f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0168.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 307/2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: CONAMA, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL ESCOLA. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-sustentabilidade.htm>>. Acesso em 12 nov. 2017.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/noticia/show.asp?npgCode=DBC0153A-072A-4A43-BB0C-2BA2E88BEBAE>>. Acesso em 12 nov. 2017.

CUNHA, I. B.. **Quantificação das emissões de CO₂ na construção de unidades residenciais unifamiliares com diferentes materiais**. 2016. 136 f. (Dissertação) – Faculdade de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CUNHA, J. R.; SILVA, T. C.. **Sistemas de certificação como instrumentos norteadores da sustentabilidade ambiental na construção civil**. 2010. 92 f. (Monografia) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, 2010.

CUNHA, L. C. C.; SIQUEIRA, R. A. C.. Aspectos sustentáveis da construção no interior da Bahia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, n. 4, 2013, Salvador. **Anais eletrônicos...** Slavador, ConGeA, 2013. p. 1-8.

ECODESENVOLVIMENTO. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/junho/ecod-basico-certificacoes-de-construcao-verde/imagens/selo-verde.jpg>>. Acesso em 12 nov. 2017.

GORE, A. **Nossa escolha**: um plano para solucionar a crise climática. São Paulo: Editora Manole, 2010. 416 p.

GREENDOMUS. Disponível em: <<http://greendomus.com.br/a-construcao-civil-e-seu-impacto-no-meio-ambiente/>>. Acesso em 12 nov. 2017.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60 p. Disponível em: <<http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/GuiadeSustentabilidadenaConstrucao.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=124>>. Acesso em 12 nov. 2017.

_____. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/materias/imagens/01539_06.jpg>. Acesso em 12 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO. Disponível em: <<http://www.ibracon.com.br/ibracon/Portugues/>>. Acesso em 12 nov. 2017.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. Disponível em: <<http://idheal.blogspot.com.br/>>. Acesso em 12 nov. 2017.

JRRIO. Disponível em: <www.jrrio.com.br>. Acesso em 12 nov. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em 12 nov. 2017.

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O.. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA**. 2008. Goiânia. Documento eletrônico. Disponível em: <<http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/estudo-de-caso-construtora-consciente.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2017.

PEREIRA, J. C. S; GUIMARÃES, R. D.. Consciência verde: uma avaliação das práticas ambientais. **Qualitas Revista Eletrônica**. Campina Grande v. 1, n. 8, 2009. 11 p. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/362/279>>. Acesso em 12 nov. 2017.

PINIWEB. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/informalidade-representa-608-do-setor-construcao-civil-79269-1.aspx>>. Acesso em 12 nov. 2017.

PORTAL ENERGIA. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar>>. Acesso em 12 nov. 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/wp-content/uploads/2015/03/ft17-09-2013_133550.jpg>. Acesso em 12 nov. 2017.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S.. **Ecohouse: a casa ambientalmente saudável**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2014. 488 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <http://www.semad.mg.gov.br/images/stories/manuais/manual_obras_sustentaveis.pdf>. Acesso em 12 nov. 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/certificacao-florestal>>. Acesso em 12 nov. 2017.

SOUSA, F. A. F.. **Otimização de métodos de escolha de materiais com base no desempenho sustentável**. 2010, 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59127/1/000144862.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2017.

SQUARESPACE. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/590b37f446c3c4b30424d998/t/59bfe6e08419c29f702772ac/1505748709241/FSC-PEFC-Blog.png>>. Acesso em 12 nov. 2017

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G.. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 408 p.

TESNI. Disponível em: <<http://tesni.com.br/wp-content/uploads/2016/02/processosolar1.png>>. Acesso em 12 nov. 2017.

TOMAZ, P.. **Curso de manejo de águas pluviais**. Notas de aula. São Paulo: 2008. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo51_telhado_verde.pdf>. Acesso em 12 nov. 2017.

VERDADE, J, H, O.. **Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas**. 2008, 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Hidráulica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, 2008. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57595/2/Texto%20integral.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2017.

VILLALVA, M. G.. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Editora Érica, 2015. 224 p.

WEB AR CONDICIONADO. Disponível em: <<http://static.webarcondicionado.com.br/blog/uploads/2012/05/telhadoverde01.jpg>>. Acesso em 12 nov. 2017.

WIECZYNSKI, V. J.. **Construções mais sustentáveis: alternativas para uma habitação de baixo custo, econômico**. In: PROGRAMA DE BOLSAS UNIVERSITÁRIAS DE SANTA CATARINA, 2015, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UNIEDU, 2015. 13 p. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo-Vlademir-Jos%C3%A9-Wieczynski.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2017.

