



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

LIZANDRA BENVENUTI DE OLIVEIRA COUTO

MÉTODOS E MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

UBÁ-MG

2013

LIZANDRA BENVENUTI DE OLIVEIRA COUTO

MÉTODOS E MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

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.

Orientador: Msc Israel Iasbik.

UBÁ-MG

2013

LIZANDRA BENVENUTI DE OLIVEIRA COUTO

MÉTODOS E MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

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.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Carlos Augusto Ramos Reis
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FAPAC
Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC

Érika Maria Carvalho Silva Gravina
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FAPAC
Fundação Presidente Antônio Carlos - FUPAC

Iracema Mauro Batista Iasbik
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FAPAC
Fundação Presidente Antônio Carlos - FUPAC

MÉTODOS E MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

RESUMO

O termo sustentabilidade está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas e também no ramo da engenharia civil. Isso se dá pela crescente conscientização da população que anda preocupada com os desastrosos fenômenos ambientais ocorridos atualmente e tais danos são ocasionados pela exploração inadequada da natureza pelo homem. O objetivo deste trabalho é apresentar, através das revisões bibliográficas realizadas, os métodos e materiais utilizados em edificações ecologicamente corretas, mostrando algumas vantagens de usar mais certos materiais ecológicos e comparando as construções que possuem os sistemas sustentáveis com as construções que não os possuem. Verificou-se que os adeptos das construções ecológicas são poucos, porém estão em constante crescimento, e também que essas edificações utilizam alternativas para economizar água e energia e faz uso de produtos que tornem a construção mais confortável e durável. Isso resulta em economia para o usuário, em uma grande contribuição para o meio ambiente e na preservação dos recursos naturais formando um planeta sustentável para seus habitantes.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Conscientização. Construções ecológicas. Economia. Preservação.

METHODS AND MATERIALS SUSTAINABLE IN CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT

The term sustainability is increasingly present in daily routine of peoples and in the field of civil engineering. This takes place by the growing awareness of the population who walks concerned about the disastrous environmental phenomena that currently occur, and such damages are caused by inappropriate exploitation of nature by man. The objective of this paper is to present, through the literature review conducted, the methods and materials used in buildings environmentally friendly, showing some advantages of using more certain materials and comparing the ecological buildings that have sustainable systems with buildings that do not have. It was found that adherents of green buildings are few, but are in constant growth, and also that these buildings employ alternatives to save water and energy and makes use of products that make the building more comfortable and durable. This results in savings for the user, in a large contribution to the environment and the preservation of natural resources forming a sustainable planet for their inhabitants.

Key words: Sustainability. Awareness. Green building. Economy. Preservation.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido à escassez dos recursos naturais e às grandes conferências mundiais que promovem planos de ações para preservação do meio ambiente, a sociedade vem se mostrando cada vez mais preocupada com os efeitos provocados pelo desenvolvimento habitacional na natureza e procurando por produtos que não agridam o meio ambiente. Esse estímulo pelo consumo consciente também é mostrado através do reúso de recursos naturais e da reciclagem de materiais.

Pode-se citar como efeitos dessa exploração inadequada, a escassez de produtos naturais, os buracos na camada de ozônio, a devastação de florestas tropicais ocasionados por queimadas, dentre outros.

De acordo com Matos (2008 *apud* SCHMIDT, 2009, p.3), a sociedade consome mais do que o planeta é capaz de renovar, isso mostra que o mundo não vive de forma sustentável. O atual cenário leva à existência de centros urbanos extremamente poluídos, aumentando as chances da ocorrência de doenças respiratórias nas gerações futuras. Os recursos naturais vitais para a existência humana, como a água, podem tornar-se tão escassos que apenas pessoas que possuem condições financeiras diferenciadas poderão pagar por eles.

A solução para essa questão é promover a sustentabilidade, e apesar de não ser uma tarefa fácil, o primeiro passo é conscientizar e convencer a sociedade a optar por meios sustentáveis em prol de tentar salvar a espécie humana.

De uma forma simples, podemos afirmar que garantir a sustentabilidade de um projeto ou de uma região determinada, é dar garantias de que mesmo explorada essa área continuará a prover recursos e bem-estar econômico e social para as comunidades que nela vivem por muitas e muitas gerações. (ABREU, 2007) ¹.

Segundo Santucci (2007, p.15), um dos grandes vilões do meio ambiente é o ramo da construção civil, devido à execução de obras e fabricação de materiais. Em contrapartida, o mesmo setor vem oferecendo soluções sustentáveis práticas e econômicas para que as construções sejam ecologicamente corretas e não devastem a natureza.

¹ <http://asadobem.wordpress.com/page/2/>

A construção sustentável possui um sistema que promove intervenções sobre o meio ambiente adaptando-o para as suas necessidades de uso sem que esgote os recursos naturais. Além disso, uma edificação ecológica faz uso de materiais e de soluções tecnológicas que visa ao conforto e à economia financeira para os usuários.

As medidas ecológicas se iniciam no planejamento da obra, fazendo o estudo do impacto ambiental que será gerado pela implantação do projeto e analisando a melhor forma de consumir energia durante a construção e destinar os resíduos. Posteriormente projetam-se os meios de aproveitar os recursos naturais, como o uso de águas pluviais, a reutilização de água potável, o uso da iluminação e do aquecimento solar capaz de fornecer conforto térmico e acústico e ainda a utilização de materiais naturais que não liberem substâncias químicas prejudiciais à saúde. O resultado dessas medidas é a criação de um ambiente saudável e isento de poluentes. (ARAÚJO, 2006 *apud* SCHMIDT, 2009, p.20).

Entre os materiais considerados ecológicos na construção os mais utilizados são o solo cimento, as madeiras alternativas (de reflorestamento e certificadas), a “ecotelha” que substitui as telhas convencionais por vegetação, as telhas de tubos de pasta de dente, entre vários outros. Existem também opções de materiais que visam diminuir o desperdício de água, como torneiras mecânicas e bacias sanitárias econômicas.

De acordo com relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), divulgado no site da Procel, o uso mais eficiente de concreto, metais e madeira na construção e um menor consumo de energia em aparelhos de ar-condicionado e pela iluminação poderiam economizar bilhões de dólares em um setor responsável por 30% a 40% do consumo mundial de energia. Destaca, ainda, que o setor de construção em todo o mundo poderia promover a redução da emissão de 1,8 bilhões de toneladas de dióxido de carbono. (SANTUCCI, 2007, p.15).

Nos Estados Unidos, os prédios ecológicos possuem o consumo de energia até 50% menor que os convencionais, o investimento para construí-los é baixo e o retorno rápido. (WENZEL, COSTA, 2007 *apud* SCHMIDT, 2009, p.14). Já no Brasil existe um mito que a construção de casas ecologicamente corretas sejam caras, e que seria uma opção inviável para grande parte da população.

Edificações que geram a própria energia e aproveitam à água das chuvas são cada vez mais cobiçadas por grandes empresas no mundo todo. As buscas incessantes por lucro de certas empresas exploram de forma desordenada os recursos naturais causando impacto

negativo, num período em que investidores valorizam a responsabilidade ambiental. Assim, grande parte dos empreendedores adeptos à sustentabilidade busca tornar visíveis suas ações ecológicas através de sistemas de certificação ambiental como forma de promover seus produtos.

O mercado de certificações de edifício brasileiro conta com duas certificações importadas que foram adaptadas para o Brasil, o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) conhecido por ser o maior sistema de certificação de edifícios e o *Haute Qualité Environnementale* (HQE).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O trabalho busca mostrar algumas soluções tecnológicas sustentáveis para a execução de casas ecologicamente corretas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentação de alguns dos materiais e métodos que são utilizados na construção de uma casa ecológica;
- Análise das vantagens de construir uma residência utilizando materiais recicláveis que causam impacto ambiental menor que as residências convencionais;
- Comparação geral entre as edificações comuns e as edificações que possuem sistemas ecológicos.

2 DESENVOLVIMENTO

Os estudos foram realizados com base em revisões bibliográficas relacionadas à métodos construtivos utilizados em uma edificação sustentável.

As casas ecologicamente corretas têm responsabilidades com o meio ambiente, suas principais prioridades são:

- Diminuir o desperdício de construção e demolição;

- Economizar água, tendo sistemas que utilizem a água da chuva, reutilizem águas cinzas para irrigação de jardins e obtendo equipamentos de baixo consumo;
- Deixar que a luz do dia penetre no maior número possível de ambientes;
- Economizar energia através de iluminação natural, isolamento térmico, recursos renováveis de geração de energia e equipamentos de baixo consumo;
- Procurar readaptar espécies nativas em áreas ecologicamente danificadas;
- Aproveitar a infraestrutura de construções já existentes reduzindo a ocupação de novos espaços;
- Utilizar materiais de baixo impacto e com maior durabilidade, além de procurar diminuir o consumo dos mesmos.

Segundo Ercole (2007 *apud* SANTUCCI, 2007, p.16), é necessária muita atenção para não vulgarizar o termo sustentabilidade, da mesma forma que aconteceu com a ecologia. As práticas ecológicas devem ser realizadas com profissionalismo e a atitude do engenheiro interfere de forma significativa no meio ambiente, sendo assim, ele deve assumir a o dever de proteger a natureza, analisando o que é sustentabilidade e o que são práticas sustentáveis para poder colocá-las em uso. “Se alguém pinta um tubo de PVC de verde, pode se achar no direito de usar a denominação de ecotubo.” (ERCOLE, 2007 *apud* SANTUCCI, 2007, p.16).

2.1 Tecnologias sustentáveis

2.1.1 Projeto arquitetônico

Ao esboçar o projeto arquitetônico, é necessário visualizar uma série de fatores que irá influenciar no conforto dos usuários e na economia de energia da edificação.

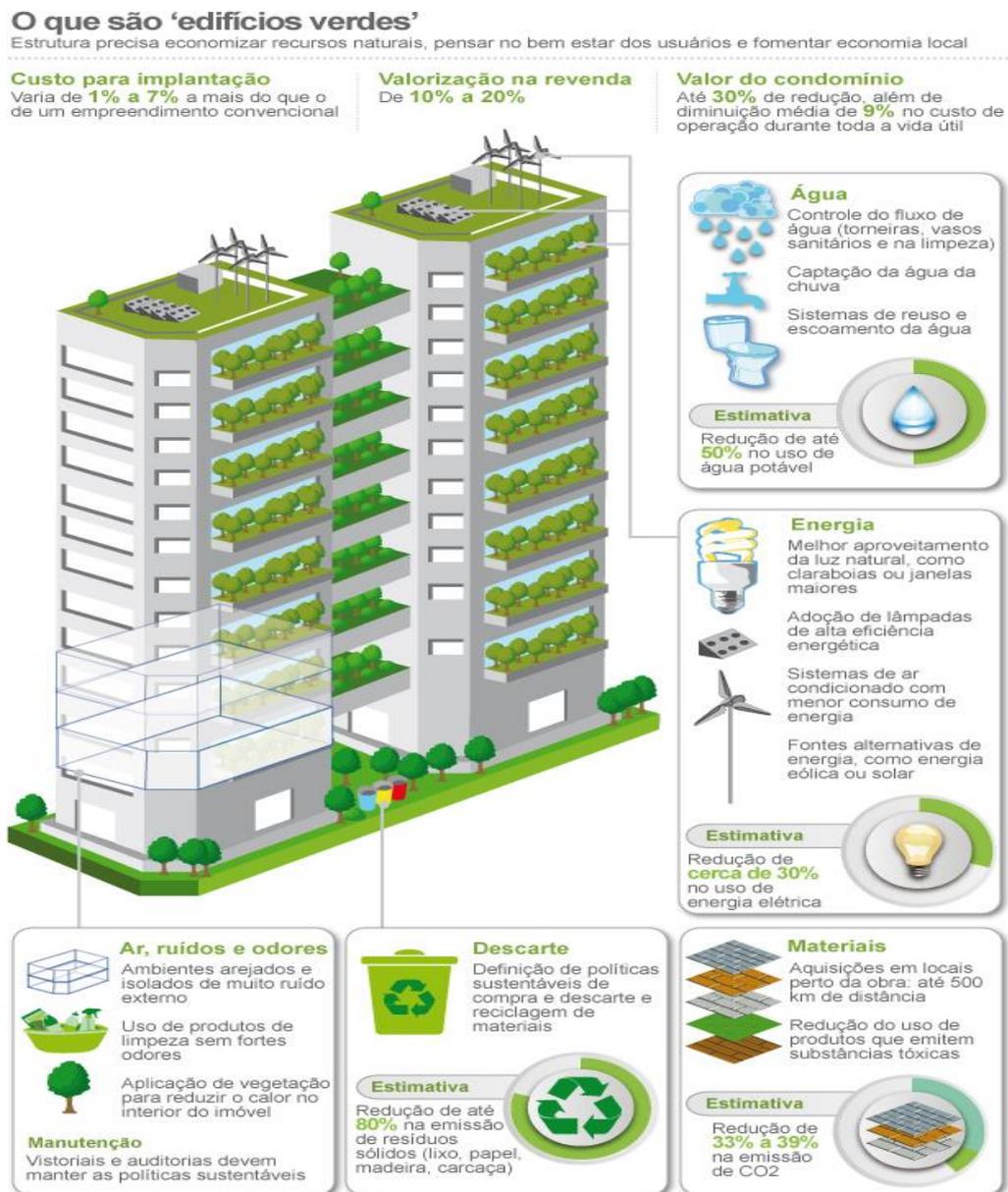
Deve-se locar a construção em um local apropriado do terreno de modo que facilite os escoamentos e a drenagem. Também é necessário considerar a influência das construções vizinhas, pois o bom direcionamento dos vãos de abertura evita que os mesmos necessitem ser fechados, trazendo o benefício de obter maior privacidade e menos gastos com energia para climatização e iluminação.

Tecnologicamente são muitas as opções disponíveis para minimizar os impactos e que devem fazer parte do desenvolvimento do projeto, como sistemas de reaproveitamento de águas, captação de água pluvial e o uso de painéis solares para aquecimento da água e

fornecimento de energia. “A introdução dessas soluções tem que acontecer junto com o projeto. Se deixar para depois, torna-se inviável.” (BÓAS, 2013, p.41).

A FIG. 1 nos mostra uma planta de um edifício sustentável que contempla todas as funções de um edifício convencional. O projeto utiliza recursos arquitetônicos que conseguem extrair a máxima eficiência em espaços mínimos.

FIGURA 1 – Projeto de um edifício sustentável



Fonte: (GASPARIN, 2012)²

² <http://g1.globo.com/>

2.1.2 Energia

A utilização racional de energia também pode ser chamada de eficiência energética e é definida como a relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela que está disponibilizada para a sua realização.

Segundo Schmidt (2009, p.58), as fontes de energia são originadas de combustíveis fósseis, como o petróleo, o carvão, o gás natural e o urânio. A utilização abusiva dessas fontes contribui para a liberação de dióxido de carbono na atmosfera e, conseqüentemente, acarreta fenômenos desastrosos ao planeta, como as chuvas ácidas, o aquecimento global e a redução da camada de ozônio.

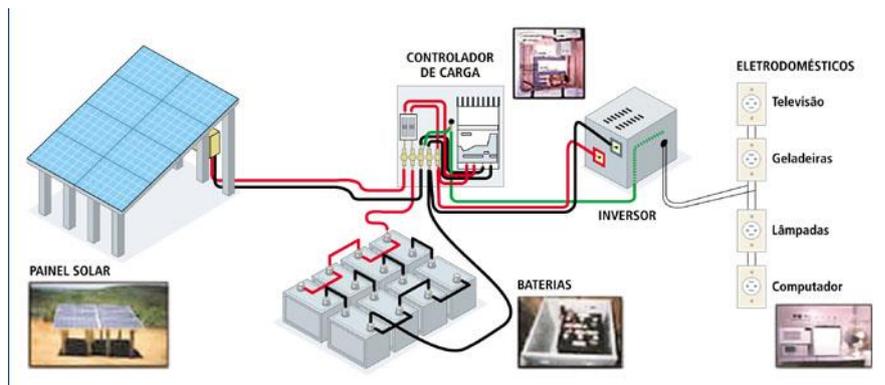
Conforme Sala (2006, *apud* SCHMIDT, 2009, p.58), a minimização do consumo de energia em edificações depende primeiramente do conhecimento de engenheiros e arquitetos sobre a eficiência energética, para assim terem condições de projetarem e especificarem quais serão os materiais e equipamentos empregados na edificação. Abaixo estão listados alguns métodos capazes de economizar energia:

- Utilizar lâmpadas fluorescentes sempre que possível. Esse tipo de lâmpada é mais durável e consome menos energia;
- Projetar vãos de iluminação e ventilação de forma adequada ao sentido do vento e da luz natural;
- Fazer a pintura de paredes e tetos utilizando cores claras, que refletem melhor a luz e necessita a necessidade de usar iluminação artificial;
- Ao comprar geladeiras ou freezers, verificar se o produto tem o Selo Procel de Economia de Energia e instalar o aparelho em local ventilado;
- Utilizar sensores, que podem ser de ocupação, de controle fotoelétrico e de programação de tempo. Os de ocupação possuem um sensor capaz de identificar a presença e ausência de pessoas no local, os de controle fotoelétrico identificam a presença de luz natural fazendo o bloqueio da luz artificial quando se faz necessário e os de programação de tempo possuem a alternativa de gerenciar o ligar e desligar dos sistemas de iluminação e ventilação artificiais.

A energia solar pode ser usada para a geração de energia elétrica ou para o aquecimento de água e é uma das alternativas renováveis de abastecimentos energéticos mais eficientes.

Para a geração de eletricidade existe o sistema fotovoltaico que converte energia solar em energia elétrica por meio de painéis de captação, que geralmente são implantados nas coberturas dos edifícios. Os módulos fotovoltaicos possuem células de silício que, quando expostas à luz, são capazes de produzir eletricidade. A FIG. 2 mostra como funciona o sistema fotovoltaico.

FIGURA 2 – Sistema Fotovoltaico



Fonte: (REVISTA ESCOLA, 2013)³

O sistema de energia solar para aquecimento de água utiliza um painel coletor ligado a um reservatório através de tubulações. O painel irá captar a energia e direcionar o fluido aquecido para o reservatório termicamente isolado que irá condicionar o líquido até seu uso final.

O painel coletor é uma caixa retangular fechada, no seu interior há uma chapa ondulada ou plana com pintura preta fosca e na sua superfície possui uma lâmina de vidro liso. A cor da chapa deve ser preta, pois é a cor que mais absorve a insolação.

Geralmente esses painéis estão colocados nas coberturas das construções em contato direto com a radiação solar. A FIG. 3 representa o sistema de energia solar para aquecimento de água.

³ <http://revistaescola.abril.com.br/>

FIGURA 3 – Sistema de Energia Solar para Aquecimento da Água



Fonte: (FARIA, 2013)⁴

O uso da energia solar atende ao princípio de não gerar poluentes ao meio ambiente, sendo sua fonte inesgotável e possuindo baixo custo de manutenção dos equipamentos usados. Porém a maior vantagem para o usuário é a economia na conta de energia elétrica.

2.1.3 A água

A água é um dos recursos naturais mais abundantes no planeta, considerando que três quartos da superfície da Terra são recobertos por ela. Dessa forma parece impossível afirmar que o mundo está prestes a sofrer uma crise de abastecimento de água, mas é o que está para acontecer, visto que apenas uma pequena parte de toda a água do planeta é capaz de abastecer a população, pois grande parte da água é salgada e é impossível para o consumo.

A água doce é utilizada no cultivo das plantas, na produção de alimentos, no insumo de produção das indústrias e no abastecimento doméstico onde estão incluídas as necessidades do homem no consumo próprio e na higiene.

Vários países têm problemas com a falta de água, por isso é necessário refletir, discutir e buscar soluções para a poluição, o desperdício e escassez de água no mundo. Além disso, deve-se saber usá-la de maneira racional e tirar dela o máximo proveito possível.

Existem no mercado vários equipamentos que diminuem o desperdício de água, como torneiras mecânicas e bacias sanitárias do tipo econômicas, que podem ser adaptadas a vários tipos de descargas que economizam água se comparada às tradicionais.

⁴ <http://www.infoescola.com/>

Em 2007, passou a ser comercializada uma bacia equipada com sistema de descarga com duplo botão de acionamento. Dessa forma é possível acionar um fluxo de 03 ou de 06 litros. Segundo cálculos da empresa fabricante, a economia poderá chegar a 60% dos gastos cotidianos de água nessa tarefa. O produto recebeu o Prêmio Planeta Casa 2007, promovido pela Revista Casa Cláudia, que seleciona inovações do setor de casa e construção que contribuam para a promoção da sustentabilidade e da conservação ambiental. (SCHMIDT, 2009, p.54).

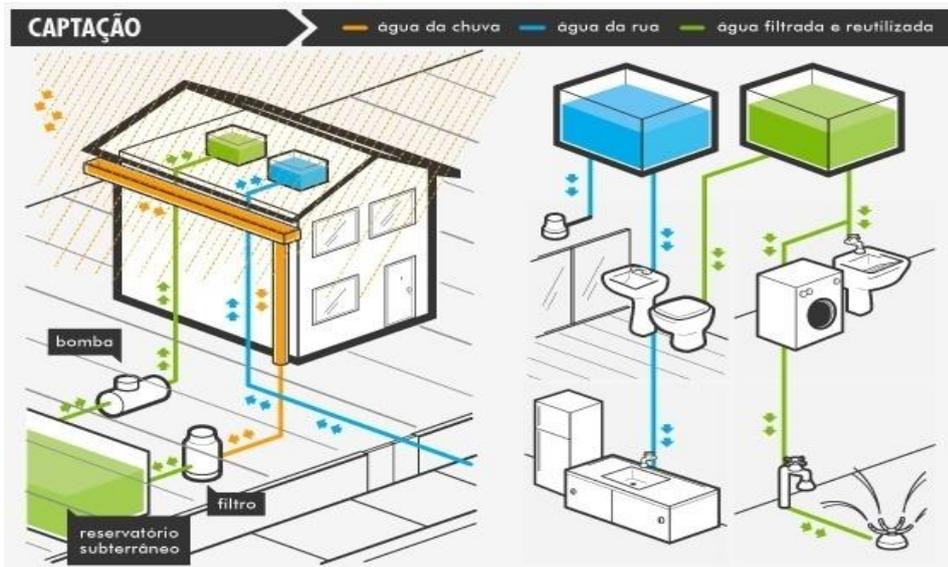
Existem equipamentos que possuem sensores para controlar o fluxo de água. Esses aparelhos possuem uma unidade eletrônica que fornece a leitura de informações e a emissão do comando de abertura do fluxo de água. O sensor emite um sinal contínuo até a chegada de um usuário, e quando o identifica, inicia-se o ciclo de funcionamento até não identificar mais a presença do mesmo.

Tratando-se de águas pluviais, em São Paulo e em alguns outros estados, a retenção de águas da chuva é obrigatória. A lei foi criada com o objetivo de reduzir os impactos das enchentes e dá a opção de destinar a água coletada de três formas: despejar no lençol freático, liberar na rede pública uma hora depois do fim da chuva ou usá-las para fins não potáveis. Para essa última forma, existem sistemas que fazem a captação da água da chuva de maneira que seja possível utilizá-la nas edificações.

Esses sistemas necessitam primeiramente de calhas, coletores, dispositivos que eliminem os sólidos da água e que desviem a água das primeiras chuvas e reservatórios.

O primeiro processo é descartar os resíduos sólidos através de filtros e desviar a água das primeiras chuvas para carregar as impurezas da atmosfera. Assim a água é direcionada para um primeiro reservatório e através de bombeamento é transferida para um reservatório superior que abastece os pontos com finalidade não potável. Tais pontos podem ser tanques, torneiras de irrigação ou lavagem de piso, bacias sanitárias entre outros. A FIG. 4 mostra o sistema de coleta e utilização das águas pluviais.

FIGURA 4 – Sistema de captação e utilização das águas pluviais



Fonte: (INNOCENTI, 2012)⁵

A água das primeiras chuvas pode ser descartada com o auxílio de dispositivos automáticos, conforme mostra na FIG. 05 abaixo.

FIGURA 5 – Dispositivo de desvio das águas dos primeiros escoamentos



Fonte: (ELETROSUL, 2011)⁶

As águas cinzas são as provenientes de chuveiros, tanques, ralos e lavatórios enquanto as águas negras são procedentes da pia da cozinha e vasos sanitários.

⁵ <http://arquiteturainnocenti.blogspot.com.br/>

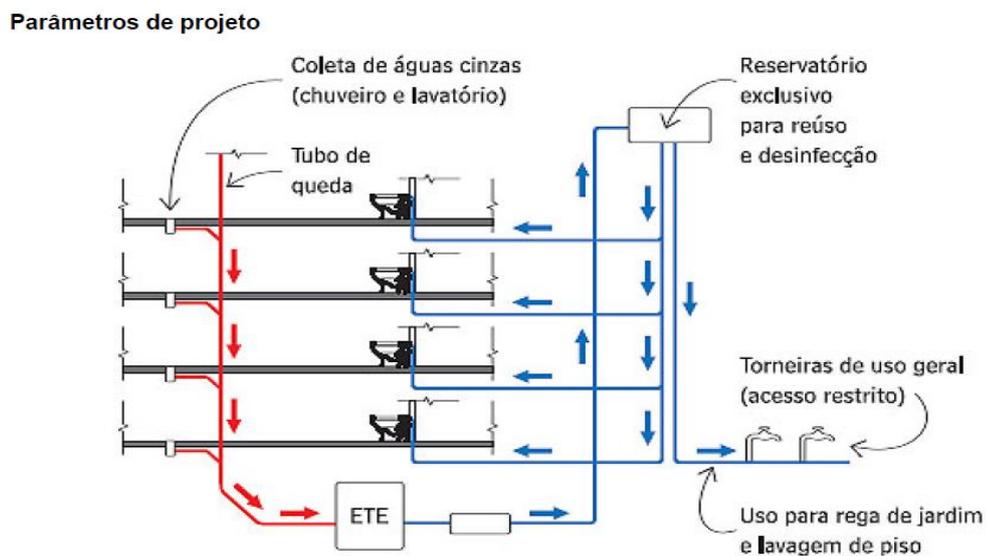
⁶ <http://www.eletrosul.gov.br/>

É possível tratar as duas juntas ou separadas, fornecendo uma água com padrões mínimos de qualidade para o reúso em atividades que não necessitem do contato manual.

Porém o tratamento individual das águas cinzas é mais simples devido à ausência de gorduras e matérias orgânicas. O tratamento de águas negras necessita de um sistema com câmaras de retenção de sabão e filtros de areia e o retorno do investimento ocorre em cerca de três a seis anos, enquanto para o sistema de águas cinzas este retorno é de cerca de um ano e meio.

As opções de tratamento variam, porém a mais comum consiste fazer em uma pequena Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), a sedimentação e a filtração para separar os sólidos, e posteriormente, passar pelo tratamento aerobiológico que remove a matéria orgânica, desinfeciona e elimina os agentes patogênicos. A desinfecção pode ser realizada com uso de cloro, aplicação de raios ultravioletas e ozônio. A FIG.06 nos mostra o sistema de reúso.

FIGURA 6 – Sistema de reúso das águas cinzas



Fonte: (BIOPROJECT, 2013)⁷

O Brasil ainda é carente de normas que definem plenamente os conceitos e restrições ao reúso das águas servidas. Porém, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) fornece alguns parâmetros das normas.

⁷ <http://www.bioproject.com.br/>

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem das pias e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc. (ABNT NBR 13969: 1997, p. 21).

Conforme mostra a TAB. 1, a mesma norma tem uma classificação para o reúso das águas cinzas.

TABELA 1 – Classificação e reúso previsto

Classe	Uso Previsto	Turbidez	Coliformes Fecais	Sólidos Dissolvidos Totais	pH	Cloro Residual
CLASSE 1	Lavagem de carro e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água	Inferior a 5	Inferior a 200 NMP/100 ml	Inferior a 200 mg/ L	Entre 6 e 8	Entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L
CLASSE 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.	Inferior a 5	Inferior a 500 NMP/100 ml	-	-	Superior a 0,5 mg/L
CLASSE 3	Reúso em descargas em vasos sanitários	Inferior a 10	Inferior a 500 NMP/100 ml	-	-	-
CLASSE 4	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos.	-	Inferior a 5000 NMP/100 ml	-	-	-

Fonte: ABNT NBR 13969: 1997

2.1.4 Resíduos da Construção Civil

A necessidade de destinar corretamente os resíduos gerados nas obras tem obrigado as construtoras a fazer esse descarte de forma apropriada.

Dar um destino correto aos resíduos é às vezes algo difícil, uma vez que faltam profissionais aptos a fazerem esse descarte e há uma dificuldade de encontrar locais que recebam esses resíduos, sobretudo se o resíduo não tiver valor comercial. Como a oferta de locais para destinação desse material é baixa, a saída mais inteligente é reduzir ao máximo a geração.

Para reduzir os riscos de contratar caçambeiros que poderiam despejar os resíduos em lugares impróprios, denegrindo a imagem da empresa, a construtora deve utilizar o Controle de Transporte de Resíduos (CTR). Este documento define a especificação do material retirado, a quantidade e o local para o qual será destinado. A empresa deve guardar uma via desse documento assinado pelo transportador e destinatário dos resíduos como uma garantia de que destinou adequadamente seus resíduos.

Outra recomendação às construtoras é verificar se os resíduos de fato estão sendo destinados ao local combinado.

2.1.5 Lixos Residenciais

Os municípios possuem poucos recursos para investir na coleta e no processamento do lixo, visto que o destino dele é um problema constante em quase todas as cidades, trazendo prejuízos ao meio ambiente e à saúde da população.

A grande solução encontra-se na coleta seletiva do lixo e na reciclagem. A coleta de lixo deve ser de responsabilidade da população, separando através de lixeiras diferenciadas os materiais recicláveis (plásticos, metais, vidros e papéis) do lixo que vai para o aterro ou usinas de compostagem. Os lixos adequadamente tratados e reciclados contribuem para a redução da demanda de matéria prima e energia, além de aumentar a vida útil dos aterros e preservar o meio ambiente. A FIG. 07 representa as lixeiras tradicionais usadas nas edificações para a coleta seletiva de lixo.

FIGURA 7 – Lixeiras para coleta seletiva de lixo.



Fonte: (JOHNLINE, 2013)⁸

2.2 Escolhas dos materiais

Ao iniciar uma construção, é essencial considerar se os tipos de materiais guardam relação direta com o estilo de vida do local e do usuário. Além disso, uma construção sustentável deve privilegiar os materiais que possuam as seguintes características: sejam de locais próximos à construção, sejam recicláveis e reutilizáveis, não possuam em sua composição substâncias tóxicas ou nocivas e que tenham origens naturais e renováveis.

Segundo Araújo (2007 *apud* SCHMIDT, 2009, p.27), os materiais ecológicos são aqueles que têm todos os processos produtivos adequados em termos ambientais, tendo sido planejados desde onde os forneceram até onde irão consumi-los.

Aconselha-se evitar materiais que estão envolvidos com problemas ambientais, como o PVC, que causa impactos na sua produção, uso e descarte, e o alumínio, que gasta grande quantidade de energia para ser produzido.

Segundo Colaço (2008 *apud* SCHMIDT, 2009, p.27), existe uma grande vantagem em usar materiais que possuem o ciclo de vida maior, permitindo assim que os edifícios sejam mais duráveis. Em um produto que tenha uma vida útil maior, podem-se tolerar maiores impactos ambientais do que em produtos de menor vida útil, uma vez que o ciclo de renovação dos produtos mais duráveis será inferior.

É possível considerar o tempo de vida útil de um produto pelos seguintes fatores: o material e sua composição química e física, a execução, como ele é colocado no edifício, o ambiente e o clima local, onde ele está instalado.

Seguem abaixo alguns materiais e produtos para a utilização em casas ecológicas.

⁸ <http://www.johnline.com.br/>

2.2.1 Solo cimento

O solo cimento é a mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em medidas adequadas. O cimento compõe cerca de apenas 5% a 10% do peso do solo e se faz necessário para atingir as propriedades de resistência e dar estabilidade à mistura que possui baixo teor de água e o solo como seu maior integrante.

Praticamente qualquer tipo de solo pode ser utilizado, entretanto os solos mais apropriados são os que possuem teor de areia entre 45% e 50%. Somente os solos que contêm matéria orgânica em sua composição (solo de cor preta) não podem ser utilizados. O solo a ser utilizado na mistura pode ser extraído do próprio local da obra. (Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, 2013) ⁹.

Nas habitações, destaca-se a utilização de solo cimento na construção de paredes monolíticas e na produção de tijolos ou blocos prensados, também é considerado seu uso em fundações, passeios, contrapisos e em subcamadas de pavimentos como bases e sub-bases.

Nas paredes monolíticas o solo cimento é compactado no próprio local em várias camadas no sentido vertical, com a ajuda de fôrmas. O processo de produção forma painéis inteiriços e é semelhante ao sistema de taipas. Já os tijolos são produzidos em prensas e dispensa a queima em fornos, precisando apenas ser umedecidos para alcançarem à resistência necessária.

O solo cimento é considerado uma alternativa ecológica, pois o solo, elemento mais abundante da mistura, é facilmente encontrado na natureza e, geralmente está disponível no local da obra ou próximo a ela. Entre as outras vantagens, é possível dizer que o material oferece situações de conforto térmico comparável com a alvenaria de blocos cerâmicos e ou tijolos convencionais, não oferece condições de proliferações de insetos nocivos à saúde e possui uma boa resistência e baixa umidade, o que torna o material mais durável. A FIG.8 mostra a imagem de um tijolo de solo cimento também conhecido como tijolo ecológico.

⁹ <http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento>

FIGURA 8 – Tijolo de solo cimento



Fonte: (AMBELA, 2011)¹⁰

2.2.2 Telhas de tubos de pasta de dente

O telhado de tubos de pasta de dente possui material 100% reciclado, sua composição é feita de alumínio e plástico e não necessita de nenhum produto químico para aglutinar o material.

O tubo de creme dental era um produto considerado problemático para o meio ambiente, pois depois de usado, praticamente não encontrava interessados em reutilizá-lo e acabava entulhando ainda mais os aterros sanitários e lixões das cidades. Através de estudos, tornou-se possível a utilização do mesmo para fabricação de telhas. (SCHMIDT, 2009, p.38).

As telhas são capazes de refrescar a casa no verão, são leves, possui um custo acessível, não é afetado pela luz do sol, são resistentes e de fácil fixação.

2.2.3 Ecotelha

Os telhados verdes são caracterizados pela cobertura vegetal, e foram criados para direcionar melhor o escoamento das chuvas e aumentar a cobertura vegetal das cidades.

A ecotelha é um sistema modular, vem plantado, enraizado e é composto de um substrato rígido e outro leve. Considera-se que este tipo de telha pode ser instalada em qualquer telhado, seja de fibrocimento com no mínimo 6 mm de espessura, telhas cerâmicas, telhas de concreto ou laje pré-moldada com resistência para suportar seu peso.

¹⁰ <http://vamosconstruir.com/>

É fácil de ser transportada, quando saturado de água, cada módulo pesa cerca de 12,5 Kg. Considerando que em cada metro de cobertura serão utilizados quatro unidades de ecotelha, pode-se dizer que a cobertura vegetal terá em média um peso de 50Kg/m².

As vantagens da utilização da ecotelha variam entre a melhora da qualidade do ar, a eliminação da concentração de calor fazendo a proteção do prédio, a contribuição no escoamento de água da chuva, o fato de ser um bom isolador de ruídos, a inovação de design arquitetônico, o fornecimento de área de lazer quando aplicada em lajes e ainda o seu aproveitamento para produção de alimentos.

A FIG. 9 e a FIG. 10 abaixo representam a utilização da ecotelha na cobertura da edificação.

FIGURA 9 – Utilização de ecotelha na cobertura da edificação



Fonte: (PLANETA VIÁVEL, 2013)¹¹

¹¹ <http://www.planetaviavel.com.br/>

FIGURA 10 – Utilização de ecotelha na cobertura no projeto da edificação



Fonte: (CLIMEX, 2011)¹²

2.2.4 Madeiras Alternativas

A madeira é considerada um ótimo material, pois se adapta às condições do clima, é um bom isolador térmico, evita a condensação de umidade em sua superfície, possibilita vários desenhos de acabamentos e dependendo do tipo, possui um custo geralmente menor que o de outros materiais.

Podem ser usadas na construção civil em usos temporários em fôrmas, andaimes e escoramentos ou em usos definitivos em estruturas de coberturas, forros, esquadrias e piso. Todavia é importante pensar nos riscos ambientais da extração da madeira em larga escala e utilizar somente madeiras alternativas (de reflorestamento e certificadas) ao construir.

Essa atividade prevê a preservação de matas enquanto sustenta o ritmo da extração, além de conseguir comprovar a verdadeira origem de onde foram retiradas, através de selos concedidos por órgãos competentes.

2.3 Análises e comparações

As vantagens apresentadas no uso de materiais ecologicamente corretos foram relacionadas e comparadas aos materiais convencionais (QUADRO 1).

¹² <http://blog.climex.com.br/>

QUADRO 1 – Análise das vantagens do material ecológico

Relação das vantagens do uso dos materiais ecológicos comparados aos materiais convencionais		
Material ecológico	Material convencional	Vantagens do material ecológico
Tijolos de solo cimento	Blocos cerâmicos e tijolos convencionais	Dispensa a queima em fornos para a sua produção O elemento mais abundante na mistura é o solo Possui o custo baixo Mais durável
Telhas feitas de tubo de pasta de dente	Telhas de fibrocimento	Material 100% reciclado Não possui produtos químicos para aglutinação Bom isolante térmico São leves A luz solar não afeta sua durabilidade Mais resistentes, o que as torna mais duráveis Geralmente possuem baixo custo
Ecotelha	Telhas cerâmicas, de fibrocimento, metálicas e lajes	Direciona melhor o escoamento de águas pluviais Maior contribuição para a redução de enchentes Contribui para a melhor qualidade do ar Eliminação da concentração de calor (fornece conforto térmico) Melhor isolador de ruídos Design inovador Fornecimento de área de lazer (nos casos de instalações em lajes) com o aproveitamento para a produção de alimentos

Ao comparar as vantagens da utilização dos sistemas para aproveitamento de recursos naturais em uma edificação, foi possível relacionar as vantagens das edificações que possuem os sistemas com as desvantagens das edificações que não os possuem. O QUADRO 2 mostra essas comparações.

QUADRO 2 – Casas com tecnologias ecológicas x Casas sem tecnologias ecológicas

Relação das vantagens do uso de tecnologias sustentáveis em edificações comparadas às edificações que não possuem as tecnologias sustentáveis		
Tecnologia sustentável	Vantagens	Desvantagens das edificações que não utilizam as tecnologias sustentáveis
Projeto arquitetônico	Melhor condição de analisar como propiciar maior conforto e economia aos usuários Capacidade de locar a construção de forma que facilite escoamentos Capacidade de direcionar melhor os vãos de abertura Maior facilidade em esquematizar os sistemas de aproveitamento de água e energia solar Torna a idéia de utilizar as alternativas sustentáveis mais viáveis	Mau planejamento da utilização de sistemas de aproveitamento de água e energia solar Má execução dos sistemas Maiores gastos, pois a falta de planejamento acarreta gastos adicionais Riscos de construir edificações que não forneçam conforto aos usuários Riscos de construir edificações que não direcionem bem as águas pluviais facilitando a ocorrência de enchentes
Captação de energia solar	Muito eficiente Sem custos com taxas (apenas custo inicial) Fonte inesgotável Não emite poluentes para a atmosfera Redução na conta de luz	Dependência de empresas do setor elétrico para o fornecimento de energia Necessidade de pagamentos de altas taxas mensais Emissão de poluentes que causam fenômenos desastrosos ao planeta
Captação de águas pluviais e o aproveitamento de águas cinzas	Economia na água que seria utilizada da companhia de saneamento Evita o desperdício de utilizar água potável para fins que não necessitam ser potáveis Redução da conta de água	Desperdício de água potável
Destinação de resíduos da construção civil e coleta seletiva de lixos residenciais	Reaproveitamento de materiais Diminuição de aterros sanitários Preservação do meio ambiente Lucro com materiais que possuem valor comercial	Contribuição constante para o aumento da poluição Aumento de aterros sanitários Contribuição constante para o aumento da poluição

3 CONCLUSÃO

O setor da construção civil tem papel fundamental no desenvolvimento sustentável. As alternativas para esse desenvolvimento crescem na mesma medida em que a população torna-se mais disposta a proteger o meio ambiente.

A nova engenharia está voltada para soluções que estejam harmonizadas com o meio ambiente. A finalidade é fornecer opções para que seja possível construir uma edificação que gere menos poluentes, evite desperdícios de recursos naturais, tenha maior durabilidade que as edificações tradicionais e que seja totalmente segura.

Os métodos sustentáveis possuem execuções simples e economicamente viáveis. Os materiais ecológicos, como o solo cimento e as telhas de tubos de pasta de dente, têm baixo custo além de serem mais resistentes e duráveis que os materiais convencionais.

Já as edificações que possuem sistemas de captação de águas pluviais, de águas cinzas e de energia solar possuem o custo inicial alto e o retorno financeiro ocorre em cerca de um ano e meio à três anos, devido à redução nas contas mensais de água e luz dos usuários. Além disso, essas edificações têm algumas vantagens em relação às edificações convencionais como; não depender de empresas especializadas no fornecimento de água e energia, não desperdiçar água potável e não emitir poluentes à atmosfera.

A utilização de métodos e materiais sustentáveis ao construir gera economia financeira, conforto e a satisfação dos habitantes por contribuir com o meio ambiente, resultando em um novo aprendizado para as gerações futuras. Assim, verifica-se que a melhor consequência no emprego desses métodos sustentáveis é a prevenção do meio ambiente, juntamente com a melhoria da saúde e estilo de vida dos seres vivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. **Sustentabilidade**. Disponível em:
<<http://asadobem.wordpress.com/page/2/>>. Acesso em 27 set. 2013.
- AMBELA. Tijolo Solo-cimento. Disponível em:
<<http://vamosconstruir.com/materiais/tijolo-solo-cimento>>. Acesso em 03 out. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Solo-cimento**. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento>>. Acesso em 15 out. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**. Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. 1997.
- BIOPROJECT. **Reuso de água**. 27 ed. 6 p. Disponível em:
<<http://www.bioproject.com.br/Edital/BioProject%20-%20Edital%20N%2027.pdf>>. Acesso em 15 set. 2013.
- BÔAS, V. Casa do futuro. **Téchne**. 198. ed., p. 38-43, set. 2013.
- CLIMEX. **Arquitetura sustentável: um conceito para mudar o mundo**. Disponível em: <<http://blog.climex.com.br/index.php/arquitetura-sustentavel>>. Acesso em 17 out. 2013.
- DA SILVA, C.; DA SILVA, D. F. T. **Casas Ecológicas**. 2011. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do Curso de Engenharia Civil) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2011.
- ELETROSUL. **Sistema de aproveitamento de água pluvial**. Disponível em:
<<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=51>>. Acesso em 03 set. 2013.
- FARIA, C. **Energia solar: Fotovoltaica x Fototérmica**. Disponível em:
<<http://www.infoescola.com/desenvolvimento-sustentavel/energia-solar-fototermica-x-fotovoltaica/>>. Acesso em 15 out. 2013.
- FERNANDES, A. L. G. **Sustentabilidade das construções**: Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento de água. 2009. 45 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FILHO, E. M. F. **Construção com solo cimento**. Disponível em:
<<http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/solocimento.htm>>. Acesso em 23 set. 2013.
- GASPARIN. **Com atrativo ambiental e econômico, sobe busca de 'selo verde' em prédios**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2012/03/com-atrativo-ambiental-e-economico-sobe-busca-de-selo-verde-em-predios.html>>. Acesso em 20 out. 2013.

INNOCENTI. **Sistema de captação de água pluvial.** Disponível em: <<http://arquiteturainnocenti.blogspot.com.br/2012/01/sistema-de-captacao-de-agua-pluvial.html>>. Acesso em 01 out. 2013.

JOHNLINE. **Coleta seletiva.** Disponível em: <<http://www.johnline.com.br/index.asp?id=4>>. Acesso em 24 out. 2013.

PLANETA VIÁVEL. **Ecotelhado.** Disponível em: <<http://www.planetaviavel.com.br/site/2013/08/5071/>>. Acesso em 21 out. 2013.

REVISTA ESCOLA. **Série sobre energia: Plano de aula 3 - Uso da energia solar.** Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/pratica-pedagogica/aproveitamento-energia-solar-513596.shtml>>. Acesso em 18 set. 2013.

SATTLER. M. A. **Habitacões de baixo custo mais sustentáveis:** A casa alvorada e o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis.8.ed. Porto Alegre: 2007.

SANTUCCI, J. Sustentabilidade e harmonia entre o homem e o meio ambiente. **Conselho em revista.** Rio Grande do Sul. 33. ed. , p. 1-36, maio 2007.

SCHMIDT, F. T. M. **Aplicação do conceito de sustentabilidade em uma edificação residencial unifamiliar.**2007. 97 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do Curso de Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.