

# 9

Cadernos de Educação Ambiental

## HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL

*Autores*

Christiane Aparecida Hatsumi Tajiri  
Denize Coelho Cavalcanti  
João Luiz Potenza

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL  
SÃO PAULO – 2012

Biblioteca – Centro de Referências de Educação Ambiental

---

S24h São Paulo (Estado) Secretariado Meio Ambiente / Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Habitação Sustentável. Tajiri, Christiane, Aparecida Hatsumi, Cavalcanti, Denize Coelho; Potenza, João Luiz. – São Paulo : SMA/CPLA, 2011.  
120 p. : 15,5 x 22,3 cm (Cadernos de Educação Ambiental, 9)

Bibliografia

ISBN – 978-85-86624-87-2

1. Habitação Sustentável 2. Eficiência Energética 3. Água-Seleção de Materiais  
I. Tajiri, Christiane, Aparecida Hatsumi, II. Cavalcanti, Denize Coelho, III. Potenza,  
João Luiz IV. São Paulo (Est.) Secretaria do Meio Ambiente V. Título. VI. Série.

CDU 349.6

---

1ª reimpressão 2012

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador

*Geraldo Alckmin*

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretário

*Bruno Covas*

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Coordenadora

*Nerea Massini*





## Sobre a Série Cadernos de Educação Ambiental

A sociedade brasileira, crescentemente preocupada com as questões ecológicas, mereceser mais bem informada sobre a agenda ambiental. Afinal, o direito à informação pertence ao núcleo da democracia. Conhecimento é poder.

Cresce, assim, a importância da educação ambiental. A construção do amanhã exige novas atitudes da cidadania, embasadas nos ensinamentos da ecologia e do desenvolvimento sustentável. Com certeza, a melhor pedagogia se aplica às crianças, construtoras do futuro.

A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, preocupada em transmitir, de forma adequada, os conhecimentos adquiridos na luta sobre a agenda ambiental, criou a série de publicações intitulada Cadernos de Educação Ambiental. A linguagem escolhida, bem como o formato apresentado, visa atingir um público formado principalmente por professores de ensino fundamental e médio, ou seja, educadores de crianças e jovens.

Os Cadernos de Educação Ambiental, em face da sua proposta pedagógica, certamente vão interessar a um público mais amplo, formado por técnicos, militantes ambientalistas, comunicadores e divulgadores, interessados na temática do meio ambiente. Se o título se pretende ser referências de informação, sempre precisas e didáticas.

Os produtores de conteúdos são técnicos, especialistas, pesquisadores e gerentes dos órgãos vinculados à Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Os Cadernos de Educação Ambiental representam uma proposta educadora, uma ferramenta facilitadora, nesse difícil caminho para uma sociedade sustentável.



## Títulos Publicados

- As águas subterrâneas do Estado de São Paulo
- Ecocidadão
- Unidades de Conservação da Natureza
- Biodiversidade
- Ecoturismo
- Resíduos Sólidos
- Matas Ciliares
- Desastres Naturais

## Apresentação do Secretário

O setor de construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% dos recursos naturais e contribui com um terço das emissões de gases do efeito estufa. Portanto, a adoção de novas tecnologias na construção ou reformas de habitações minimizam e evitam grandes impactos ambientais.

Adoção de uma habitação mais sustentável traz uma série de benefícios, como a minimização do uso de recursos naturais e a geração de poluição, o desenvolvimento da economia local e a formalidade nas relações de trabalho, além do aumento da eficiência e do uso de recursos financeiros na construção e valorização do imóvel pelo mercado.

Outro ponto relevante abordado na publicação é a questão da escolha do terreno. É muito importante que o morador antes da aquisição do terreno ou da casa, verifique se a mesma não está localizada em áreas de preservação permanente, áreas contaminadas e em áreas com potencial de enchentes, risco, hoje, tão comum nas grandes cidades.

Iniciativas socioambientais adotadas na construção e reforma de uma habitação são fundamentais para garantir o avanço econômico com harmonia da natureza.

**BRUNO COVAS**

Secretário de Estado do Meio Ambiente





# SUMÁRIO

- 01. Introdução • 11
  - 02. Estado atual da Construção Civil • 15
  - 03. O que é Sustentabilidade? • 19
  - 04. Cuidados Necessários ao Adquirir um Imóvel • 23
  - 05. O Que é uma Habitação Sustentável? • 29
  - 06. Eficiência Energética • 33
  - 07. Conservação da Água • 47
  - 08. Seleção de Materiais • 59
  - 09. Conforto Térmico • 75
  - 10. Acessibilidade – Desenho Universal • 83
  - 11. Estudos de Casos • 87
  - 12. Avaliação de Sustentabilidade (Certificação) • 97
  - 13. Políticas Públicas – Construções Sustentáveis • 101
- Glossário • 105
- Referências Bibliográficas • 109





## 1. Introdução

A salteração climática observada nos últimos tempos representam um divisor de águas no setor da construção civil. Estudos demonstram, de forma inquestionável, a dimensão dos impactos ambientais decorrentes dessa atividade, favorecendo, assim, a busca por formas alternativas de construção.

Grande parte da mudança pode ser verificada no universo das construções voltadas para a habitação, setor que vem despontando como um dos mais aptos a promover a economia de baixo carbono, tão em voga no discurso de governos e empresas cujo objetivo consiste em fornecer, ao consumidor, alternativas com potencial cada vez menor de emissões de gases de efeito estufa e geração de poluentes, iniciando um processo de mudança cultural, no que diz respeito às formas de se habitar um imóvel.

A conjugação de melhores empenho com maior competitividade só é possível a partir de mudanças de natureza tecnológica e gerencial. É necessário lembrar que, enquanto o pilar econômico é condição essencial para o surgimento de uma empresa, os pilares social e ambiental são responsáveis por seu crescimento e perenidade. A sociedade vem cada vez mais exigindo uma gestão responsável e competitiva por parte das empresas, de forma que a responsabilidade e a competitividade devem corresponder a ações complementares e não excludentes.

As respostas para as demandas relacionadas à legislação, à opinião pública e aos problemas globais – dentre os quais a degradação dos recursos naturais, as mudanças climáticas, a pobreza e a corrupção – podem ser concebidas de diferentes formas por parte dos gestores, tanto de empresas quanto dos governos, sendo a pior opção não fazer nada, pois isso resulta em perda de tempo, de mercado e, conseqüentemente, de dinheiro.

Assim, diante das novas demandas por parte do consumidor, cada vez mais interessado em propostas que contemplem critérios de sustentabilidade, o setor da construção se vê forçado a investir em pesquisa e desenvolvimento de

tecnologias verdes, criando uma saudável competição entre as empresas, que impactam diretamente o meio ambiente.

Nesse sentido, o escopo do presente trabalho consiste em demonstrar aos consumidores que existem diversas formas de se habitar, sem que isso contribua de forma significativa para o esgotamento dos recursos naturais, sem que a vida no planeta se torne impossível.



# Estado Atual da Construção Civil

2



## 2. Estado Atual da Construção Civil

A construção civil brasileira consome atualmente algo em torno de 40% dos recursos naturais extraídos e é responsável pela geração de, aproximadamente, 60% de todo o resíduo sólido urbano, além de utilizar madeira em larga escala, sendo esta, muitas vezes, extraída de maneira nativa, sem observância de critérios técnicos e legais.

Apesar do surgimento de diversas iniciativas voltadas à inclusão de critérios sociais e ambientais nos setores da construção civil, dentre os quais a certificação de origem dos recursos, verifica-se que os mecanismos propostos para a adequação dos processos ainda vêm sendo utilizados de forma incipiente.

A efetivação dos sistemas de certificação é, na maioria das vezes, prejudicada por fatores como a falta de incentivo por parte dos governos, resistência a mudanças de atitude e falta de interesse do consumidor em adquirir, na prática, produtos e serviços com certificação, que, nos dias de hoje, apresentam valor superior às alternativas comuns disponíveis no mercado.

É possível constatar, ainda, que a dificuldade de implementar a cultura da certificação e da consideração de critérios socioambientais em empreendimentos decorre, muitas vezes, da abordagem inadequada do tema aplicada em relação aos consumidores. Isso se explica na medida em que, ao comprar uma casa, o consumidor está muito mais preocupado em mostrar que ele tem um diferencial em relação aos demais, como um madeiramais bonita e durável, um sistema inovador de captação de água etc., do que como o impacto que a casa pode provocar sobre as mudanças climáticas.

Em suma, o consumidor escolhe o imóvel considerando fatores como o tamanho adequado para acomodar sua família, conforto, localização, dentre outros, sem se preocupar, por exemplo, com o aquecimento global.

Assim, para que haja uma mudança efetiva nesse quadro, é preciso que a questão da sustentabilidade na construção civil seja assimilada pelas próprias construtoras e incorporadoras, na forma de um dever de irapólítica



institucional de responsabilidades socioambiental não apenas pelos consumidores finais.

Outro dilema reside na resistência do consumidor em pagar um preço superior pelas sustentabilidades do imóvel, que pode chegar a 30%. Uma solução possível para a questão consiste na negociação, entre construtor e fornecedor dos insumos, na forma de economia de escala, por exemplo, a fim de que o custo de uma edificação certificada seja equiparado a de uma construção comum.

É preciso, também, que as empresas que comercializam insumos de origem comprovadamente legal adotem uma postura proativa em relação aos preços, pois se algumas empresas passarem a comercializar tais itens com preços competitivos, as demais terão que fazer o mesmo para atender à demanda.

Os processos de certificação, tanto de materiais quanto das próprias edificações, vêm adquirindo importância na construção civil brasileira. Apesar de se tratar de um processo gradual, podem-se vislumbrar algumas iniciativas de certificação de edifícios do País, utilizando-se, por exemplo, modelos de certificação americanos e europeus, que abrangem não apenas a utilização de insumos de origem comprovada, mas também critérios como uso racional de água, eficiência energética e recomendações para ambiente interno, de forma a reduzir de forma contundente os impactos decorrentes da execução da obra e, principalmente, da operação do edifício.

Entretanto, há outro problema relativo à certificação: normalmente só é possível obtê-la após processos longos, que podem durar até seis meses após a conclusão da obra. Isso desestimula, em parte, a procura por clientes comuns, resultando em um índice de certificação das edificações inferior a 1% do total da construção civil brasileira.

É possível concluir, portanto, que a consideração de critérios socioambientais em edificações ainda é incipiente no Brasil. A sua efetivação é condicionada à adoção de uma nova postura por parte dos atores integrantes do

setor da construção civil, dos consumidores e principalmente dos governos, uma vez que estes são responsáveis por ditar novos padrões de consumo e produção por meio da utilização desse elevado poder de compra, que, no Estado de São Paulo, corresponde a cerca de 15% do PIB nacional.

# O que é Sustentabilidade



### 3. O que é Sustentabilidade?

**H**oje, muito se ouve falar em sustentabilidade, seus benefícios e sua importância para a preservação do planeta para as futuras gerações. Entretanto, a popularização do termo acabou por reduzir seu significado a um aspecto relacionado à preservação ambiental, quando na verdade representa muito mais que isso, atingindo diferentes aspectos da vida das pessoas, sendo necessário, portanto, entender as origens desse conceito.

Historicamente, pode-se afirmar que o conceito de sustentabilidade começou a ser construído a partir de 1972, na Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Ambiente Humano, realizada em Estocolmo. A partir desse momento se iniciou um processo de tomada de consciência mundial, no sentido de que vivemos em um único planeta, cujos recursos naturais são finitos e na qual a capacidade de absorção da poluição gerada pelos seres humanos é limitada. Naquela época, a posição do Brasil baseava-se na ideia de que “a pior poluição é a miséria”, demonstrando, assim, a falta de preocupação ambiental dos governantes.

Quinze anos após a Conferência, em 1987, foi publicado o Relatório “Nosso Futuro Comum”, elaborado pela Comissão Brundtland e fruto da avaliação do resultado de quinze anos de Estocolmo. Referido Relatório apresentou o conceito de Desenvolvimento Sustentável, qual seja, o “desenvolvimento que permite o atendimento das necessidades das presentes gerações sem comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações”.

Nomesmo ano, foi publicada a primeira imagem de satélite do buraco na camada de ozônio, na Antártica, fato histórico que sensibilizou o mundo para a urgência da questão ambiental. Em seguida, em 1988, é criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), como objetivo de avaliar as informações científicas, técnicas e socioeconômicas mais recentes sobre o tema.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro – e mais conhecida como RIO-92 ou ECO-92 –, marcou a adoção do conceito de desenvolvimento sustentável, o que gerou produtos como a Agenda 21 e a Convenção sobre a Mudança do Clima.

A Agenda 21 corresponde a um plano de ação constituído por princípios para a implementação de um novo padrão de desenvolvimento para o século XXI, baseado na sustentabilidade ambiental, social e econômica. A Convenção sobre a Mudança do Clima, por sua vez, consistiu em um tratado no qual os países signatários se comprometeram a estabilizar, por meio de ações conjuntas, a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, garantindo, dessa forma, a proteção do sistema climático para as presentes e futuras gerações.

A partir da Convenção sobre a Mudança do Clima, foi estabelecido, em 1997, o Protocolo de Quioto, que representou o primeiro passo para o desenvolvimento de ações voltadas à redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente por parte dos países industrializados, estabelecendo o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para os países em desenvolvimento.

Foi publicada em 2005, após o surgimento dessas Convenções e a realização dos encontros periódicos entre líderes de governos, a Avaliação Ecosistêmica do Milênio. Esse documento proporcionou as seguintes conclusões: a humanidade está fazendo um verdadeiro saque no banco dos ecossistemas globais, o que pode acarretar um colapso na capacidade do planeta de fornecer bens e serviços ambientais aos seres humanos. Além disso, as alterações feitas nos ecossistemas, especialmente nos últimos cinquenta anos, aumentaram o risco de mudanças abruptas, como, por exemplo, explosão de epidemias, eutrofização de águas costeiras e mudanças climáticas regionais, induzidas pelo desmatamento.

Em 2007, o IPCC divulgou seu mais bombástico relatório, apontando as consequências do aquecimento global até 2100, caso não seja feita nada

para impedi-lo. A partir da ocorrência desses eventos, a humanidade foi colocada perante uma série de desafios, dentre os quais a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa em até 60%, com base nos dados do Relatório do IPCC. Essa meta pode ser conseguida por meio da reformulação da matriz energética mundial, substituindo-se os combustíveis fósseis e aumentando a participação de fontes renováveis.

Diante de tais desafios, cabe ao Poder Público, na condição de grande consumidor de obras e serviços de engenharia, fomentar a indústria da construção civil sustentável por meio da regulação do setor, seja agindo de forma pioneira e inovadora ou mediante celebração de contratos em que os critérios socioambientais são aplicáveis às obras públicas, dentre as quais estão incluídas as edificações e as habitações com finalidade social. Isso garante, ainda, o cumprimento da legislação ambiental por parte dos contratados e dos fornecedores atuantes ao longo da cadeia produtiva.

# Cuidados Necessários ao Adquirir um Imóvel

A background collage of various light green icons related to home ownership, including people, houses, tools like a hammer and roller, a sun, a lightbulb, a water drop, a recycling symbol, a trash can, a leaf, a flower, and a house silhouette.

**4**

## 4. Cuidados Necessários ao Adquirir um Imóvel

**A**o adquirir uma propriedade, seja um terreno ou uma edificação, alguns cuidados devem ser tomados para que imprevistos não ocorram durante e após a compra do imóvel. A ausência de informações sobre o histórico de ocupação e o levantamento atualizado da área junto aos órgãos competentes pode apresentar problemas ao futuro proprietário e também paravizinhança. Ocupação em áreas contaminadas e em Áreas de Preservação Permanente (APP), por exemplo, é comum e pode acarretar riscos à saúde da população, ao meio ambiente e prováveis transtornos legais ao proprietário.

Portanto, identificar se a propriedade está ou será alocada em uma área contaminada, em uma APP ou em uma área de manancial é fundamental. A seguir, são descritos os levantamentos a serem feitos para garantir a adequada aquisição de um imóvel.

### Levantamento de informações

O histórico do imóvel pode ser realizado mediante o levantamento de informações contidas em documentos preexistentes nos arquivos de órgãos públicos e de outras entidades. Para cada tipo de informação, recomenda-se a pesquisa em prefeituras, órgãos ambientais, departamentos de água e energia, organizações não governamentais etc.

Preliminarmente, recomenda-se a exigência da certidão de propriedade do terreno atualizada, a fim de verificar se a situação encontra-se regular. Nesse documento, requerido no Cartório de Registro de Imóveis, é possível obter o histórico do terreno ao longo dos anos (se foi vendido, arrendado ou hipotecado, por exemplo).



De acordo com a Resolução SMA nº 66/1996, os órgãos vinculados à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo ficam obrigados a permitir o acesso público a todas as informações que tratam de matéria ambiental, que este jamaqu seja sob sua guarda.

A seguir, são listadas, para cada tipo de tema, as informações necessárias para que o futuro proprietário possa avaliar o imóvel:

- **Uso e ocupação do solo:** verificar a existência de Plano Diretor Municipal ou legislação de uso e ocupação do solo, na localidade em questão. Essas informações estabelecem diretrizes de ocupação (tipos de construção, adensamento, expansão territorial etc.).

Pesquisas em departamentos de meio ambiente, de planejamento urbano ou de obras da Prefeitura do respectivo município também são necessárias.

- **Áreas contaminadas:** verificar se a área a ser ocupada apresenta contaminação causada pela introdução de substâncias ou resíduos que colorem risco à saúde humana e ao meio ambiente. O órgão responsável pelo controle das áreas contaminadas no Estado de São Paulo é a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB.

A CETESB mantém atualizado, desde 1989, o cadastro de todas as áreas contaminadas do Estado. Informações sobre um local específico podem ser obtidas por meio de sua página na internet ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)) ou pessoalmente, na própria agência, sendo necessário para isso o nome do logradouro, o número e o CEP.

- **Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM):** as APRMs Guarapiranga e Billings possuem legislação específica (as Leis Estaduais números 12.233/06 e 13.579/09) quanto à sua ocupação, na qual se encontram definidas as áreas de intervenção de cada bacia hidrográfica.

Postos de atendimento para maiores informações estão localizados na cidade de São Bernardo do Campo (Poupatempo) e na Estação Grajaú de trem da CPTM.

- Áreas com ocorrência de deslizamentos, erosões dos solos e enchentes: o Instituto Geológico (IG), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Defesa Civil do Município possuem imagens, fotografias, mapas e informações, que permitem a identificação e a localização de áreas sujeitas à ocorrência de deslizamentos, erosões e enchentes.



FIGURA 1 – OCUPAÇÃO EM ÁREA DE PROTEÇÃO DE MANANCIAL (APM).

Fonte: Acervo SMA.



FIGURA 2 – OCUPAÇÃO EM ÁREA DE RISCO.


Fonte: Acervo SMA.



FIGURA 3 – ÁREAS SUSCETÍVEIS A ENCHENTES.

Fonte: Acervo SMA.





O que é uma  
Habitação  
Sustentável?

5

## 5. O que é uma Habitação Sustentável?

Uma habitação pode ser considerada sustentável quando a adequação ambiental, a viabilidade econômica e as justiça sociais são incorporadas em todas as etapas do seu ciclo de vida, ou seja, desde a fase de concepção, construção, uso e manutenção; até, possivelmente, em um processo de demolição.

Uma habitação sustentável traz uma série de benefícios, como a minimização do uso de recursos naturais e da geração de poluição, o desenvolvimento da economia local e a formalidade nas relações de trabalho, além do aumento da eficiência no uso de recursos financeiros na construção e valorização do imóvel pelo mercado.

O projeto de habitação sustentável deve iniciar-se já na fase de concepção, na qual há maiores chances de intervenção com foco na sustentabilidade. A escolha do terreno é a primeira ação a ser realizada.

Construí-lo em áreas inapropriadas pode resultar em grandes impactos ambientais. Portanto, avaliar anteriormente onde o terreno está inserido é de extrema importância. Durante o processo de seleção, é importante priorizar locais que não incluam áreas restritivas à ocupação e que possuam infraestrutura adequada (saneamento e acesso ao transporte público) e serviços básicos (bancos, supermercados, escolas, restaurantes, postos de saúde etc.).

Após a escolha do terreno, passa-se à avaliação das diretrizes para o projeto, buscando-se otimizar o seu desempenho todo o ciclo de vida. Devem ser estudadas e especificadas nas fases de seleção dos materiais até a opção do mais adequado coletor de energia solar para fins de minimização dos custos, evitando-se o alongo da construção e desperdício de material, a produção de sobras e excesso de esforços para a manutenção, por exemplo.

Há no Brasil considerável restrição por parte da população em adotar práticas de construção sustentável, normalmente devido aos custos iniciais

superiores, se comparado a uma habitação tradicional. No entanto, ao analisarmos com mais atenção, veremos que esse custo inicial maior será revertido em ganho ambiental e econômico posterior. Assim, a instalação de placas solares para aquecimento da água em uma residência, por exemplo, possui um custo inicial relativamente elevado; porém, o seu retorno financeiro é rápido, variando em torno de 6 a 18 meses. Durante esse período, o consumo de energia elétrica é extremamente reduzido, assim como o volume de emissões de CO<sub>2</sub> para o meio.

O aumento da demanda relativa à aquisição de materiais e equipamentos sustentáveis contribui para a diminuição dos preços. Boas práticas, representadas por mudanças de hábitos e de valores, podem impulsionar a transformação do mercado no ramo da construção civil.

Uma habitação sustentável contempla aspectos a seguir, sendo que cada um deles será explicado ao longo do presente trabalho:

- Eficiência energética – redução do consumo de energia em todo o ciclo de vida de uma habitação; utilização de fontes alternativas;
- Uso racional da água – redução do consumo e da geração de efluentes;
- Materiais de construção sustentáveis – redução do uso de recursos naturais, uso de materiais e equipamentos que causem menor impacto ambiental, reuso e reciclagem de materiais;
- Conforto térmico – redução da utilização de produtos tóxicos e garantia de conforto térmico aos ocupantes da habitação;
- Acessibilidade – utilização do conceito de desenho universal.

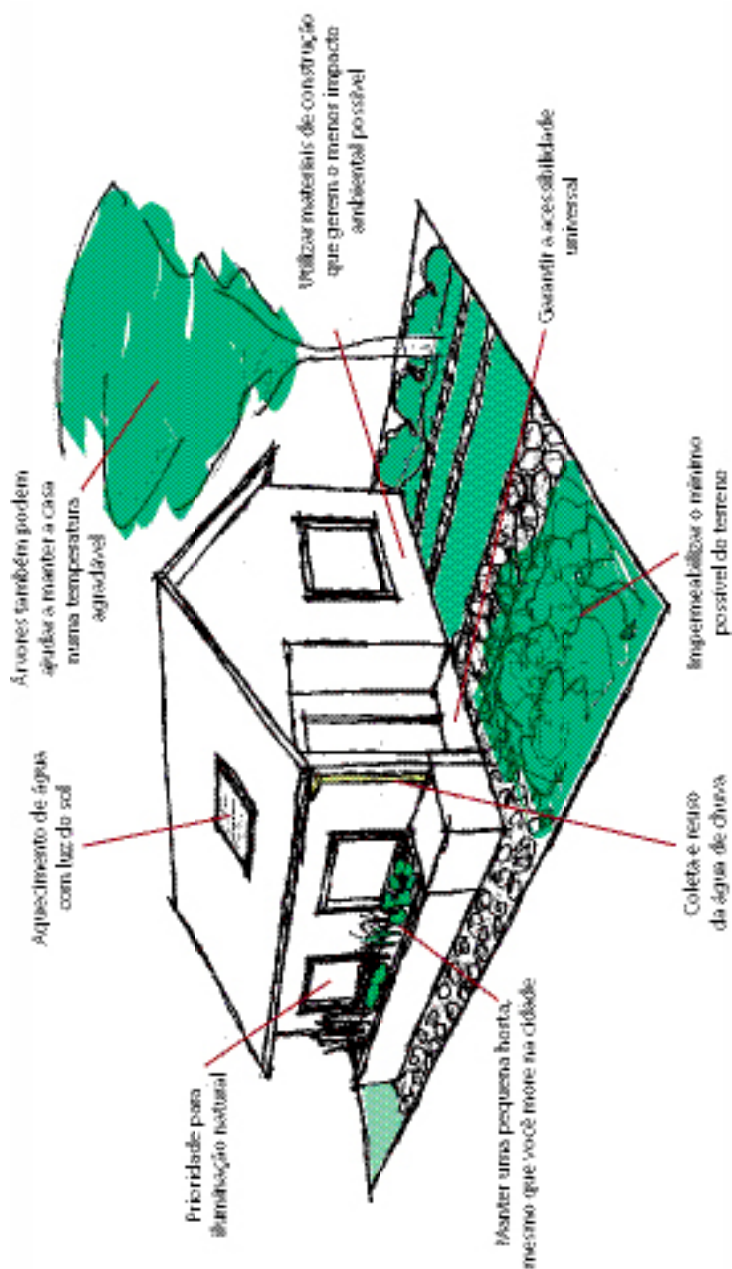


FIGURA 4 – EXEMPLO DE CASA SUSTENTÁVEL. (ILUSTRAÇÃO: DIEGO VERNILLE DA SILVA)





## 6. Eficiência Energética

Segundo Lamberts, Dutra e Ferreira (1997), a eficiência energética pode ser entendida como: “a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.”

**A** sedificações consomem mais energia do que qualquer outro setor. De acordo com os dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o uso de chuveiro elétrico numa casa com quatro pessoas, por exemplo, é responsável por 22% do total da conta de luz. O setor residencial responde por quase 23% do consumo total de energia elétrica no País. Além disso, o aquecimento de água para chuveiro é responsável por, aproximadamente, 6% do consumo nacional de energia elétrica e, no período de pico (entre 18 e 21 horas), por 20% da demanda do sistema.

Atabela abaixo aponta os aparelhos domésticos que mais consomem energia em uma residência.

TABELA 1 – CONSUMO DE ENERGIA DE APARELHOS DOMÉSTICOS.

APARELHOS ELÉTRICOS	POTÊNCIA MÉDIA (watts)	MÉDIA UTILIZAÇÃO/ DIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL (kWh)
Chuveiro elétrico	3.500	40 min	70
Geladeira (uma porta)	90	24 horas	30
Lâmpada incandescente – 100 W	100	5 horas	15
Micro-ondas	1.200	20 min	12
Microcomputador	120	3 horas	10,8
Ar-condicionado 12.000 BTU	1.450	8 horas	174

(Fonte: Eletrobrás, 2010)

A eletricidade é responsável por grandes emissões de gases de efeito estufa devido ao fato de parte de sua geração ser ainda baseada em combustíveis fósseis.

Existem três formas principais para diminuir os efeitos das emissões desses gases na geração de energia: redução do seu consumo, substituição de combustíveis fósseis por energias renováveis e aumento da eficiência energética. Ações como o PROCEL e o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE vêm sendo implantadas no Brasil. A projeção é que cerca de 10% da demanda de eletricidade, em 2030, será atendida por ações na área de eficiência energética (EPE, 2007).

Porém, uma das barreiras para a melhoria da eficiência energética é a econômica-financeira. Comprar equipamentos mais eficientes envolve, em geral, custos iniciais mais altos. Isso faz com que muitos consumidores não queiram se responsabilizar e os de baixa renda não têm condições de arcar por conta de seu capital limitado. Mas muitos não sabem que o retorno investido pode ser recuperado em poucos anos ou até mesmo em meses, devido à redução na conta de luz. O que não se pode deixar de fazer, portanto, é um cálculo do custo-benefício do que será investido.

No cenário brasileiro, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de incentivo ao uso de tecnologias complementares à atual geração hidrelétrica. O uso de energias solares e de conceitos de arquitetura bioclimática (ventilação e iluminação natural) têm se mostrado técnicas e economicamente viáveis para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro.

A fim de promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, foi criado, pelo Governo Federal, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o Procel, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, por meio da Eletrobrás.

Um dos produtos desenvolvidos pelo Programa é o Selo Procel. O selo tem por objetivo indicar os produtos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro de cada categoria e, assim, orientar o consumidor no ato da compra.

Nos sites da Eletrobrás ([www.eletrobras.com/procel](http://www.eletrobras.com/procel)) há um catálogo com todos os produtos que receberam o Selo Procel no último ano.

Os produtos com Selo Procel são caracterizados como nível “A” da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do Inmetro.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia informa o consumo de energia e/ou a eficiência energética, classificando – se no nível “A” os equipamentos de menor consumo de energia/mais eficientes e no nível “E” os de maior consumo/menos eficientes, dentro de sua categoria.



FIGURA 5 – PRODUTOS QUE CONSOMEM MENOS ENERGIA SÃO IDENTIFICADOS COMO SELO PROCEL.

## Benefícios

- Redução do consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, a diminuição da conta de luz;
- Redução do risco de racionamento de energia;
- Redução da emissão de gases de efeito estufa;
- Redução dos impactos ambientais;
- Geração de emprego e renda.

A eficiência energética tem efeitos positivos no emprego, criando novas oportunidades de negócios na transformação de mercado. Um estudo realizado pela British Association (UNE; ILO; IOE e ITUC, 2008) determinou, especificamente para o setor residencial, que para cada €1 milhão gastose em programas de eficiência energética, 11,3 a 13,5 empregos foram criados.

## Ações

### Sistema de aquecimento solar

O aquecedor solar promove economia de até 35% na conta de luz mensal das famílias. Somente no ano de 2007, foram economizados, no Brasil, cerca de 620 GWh, energia suficiente para abastecer 350 mil residências.

Com a ampliação da área instalada de aquecedores solares no Brasil para 300 mil m<sup>2</sup> e com a economia na demanda de energia elétrica de 122 MW, o setor, então, geraria 11,2 mil postos de trabalho, e a redução da emissão anual de CO<sub>2</sub> alcançaria 12,5 mil toneladas – a mesma capacidade de absorção de uma área verde de 16,8 km<sup>2</sup> (Cunha, 2009).

O aquecedor solar são compostos, portanto, por coletor (ou placa) solar, reservatório térmico e um componente auxiliar. (Fig.)

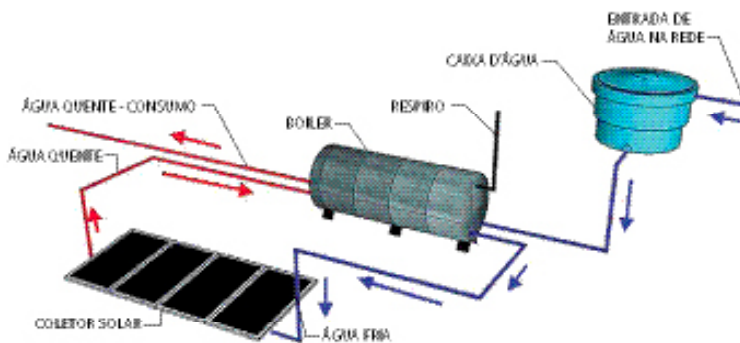


FIGURA 6 – SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO DE COLETORES SOLARES. UM BOM MAPA-RELHO DE VETERINA ÚTIL DE, NO MÍNIMO, 20 A 30 ANOS. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UZUMI)



FIGURA7-RESIDÊNCIACOMCOLETORESSOLARESPARAAQUECIMENTODAÁGUA.(FONTE:HELIOTEK,2010)

O aquecimento da água é obtido por meio da absorção da luz solar por coletores. Estes, geralmente feitos com chapas metálicas, aquecem e transferem o calor para a água que circula em suas tubulações.

A água fica armazenada em um reservatório térmico – ou os chamados *boilers* –, que mantém a água quente durante os períodos nublados e chuvosos.

Para garantir que nunca haverá falta de água quente em uma residência, todo aquecedor solar traz um componente auxiliar de aquecimento, que utiliza outra fonte de energia (elétrica ou gás), para suprir eventuais necessidades. Esse componente é automaticamente acionado quando a temperatura da água no reservatório esfria.

Os sistemas de aquecimento solar devem ser compatíveis com a infraestrutura da edificação e com as demandas do usuário. Os diferentes níveis de consumo de água quente estão relacionados com o número de pessoas e de pontos de uso, parâmetros que podem ser estimados, mediante o número de dormitórios e de banheiros.

O dimensionamento dos coletores a serem instalados depende de alguns critérios:

- Hábito de consumo dos usuários: de acordo com a NBR 7.198/NB128, o consumo médio mensal de água quente para residências é de 45 litros por pessoa (Tabela);

TABELA 2 – CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA QUENTE PARA DIVERSOS PROJETOS

PROJETO	CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA QUENTE
Alojamento provisório de obra	24 litros por pessoa
Residência	45 litros por pessoa
Escola	45 litros por pessoa
Hotel (excluindo cozinha e lavanderia)	36 litros por pessoa
Restaurante	12 litros por refeição
Lavanderia	15 litros por kg de roupa seca
Hospital	125 litros por leito

Fonte: Barroso-Krause, 2007.

- Característica do coletor escolhido: cada coletor apresenta rendimentos de eficiência diferenciados;
- Condições climáticas locais: o mapeamento da distribuição do recurso solar permite reconhecer áreas em que o aproveitamento dessa energia é potencialmente significativo.

O Estado de São Paulo tem potencial de geração de energia solar de, aproximadamente, 512 TWh (Tabela). As maiores concentrações de radiação solar se encontram no interior, conforme apresentado no mapa a seguir.

TABELA 3 – POTENCIAIS SOLARES POR FAIXA DE RADIAÇÃO SOLAR ANUAL NO ESTADO DE SÃO PAULO.

RADIAÇÃO SOLAR ANUAL	POTENCIAIS SOLARES (TWh/ano)	%
	512.047,55	100
4.5 – 5.0 (kWh/m <sup>2</sup> /ano)	23.717,7	5
5.0 – 5.5 (kWh/m <sup>2</sup> /ano)	66.816,9	13
5.5 – 6.0 (kWh/m <sup>2</sup> /ano)	399.076,4	78
6.0 – 6.5 (kWh/m <sup>2</sup> /ano)	22.436,55	4

Fonte: INPE/Labsolar, 2005.

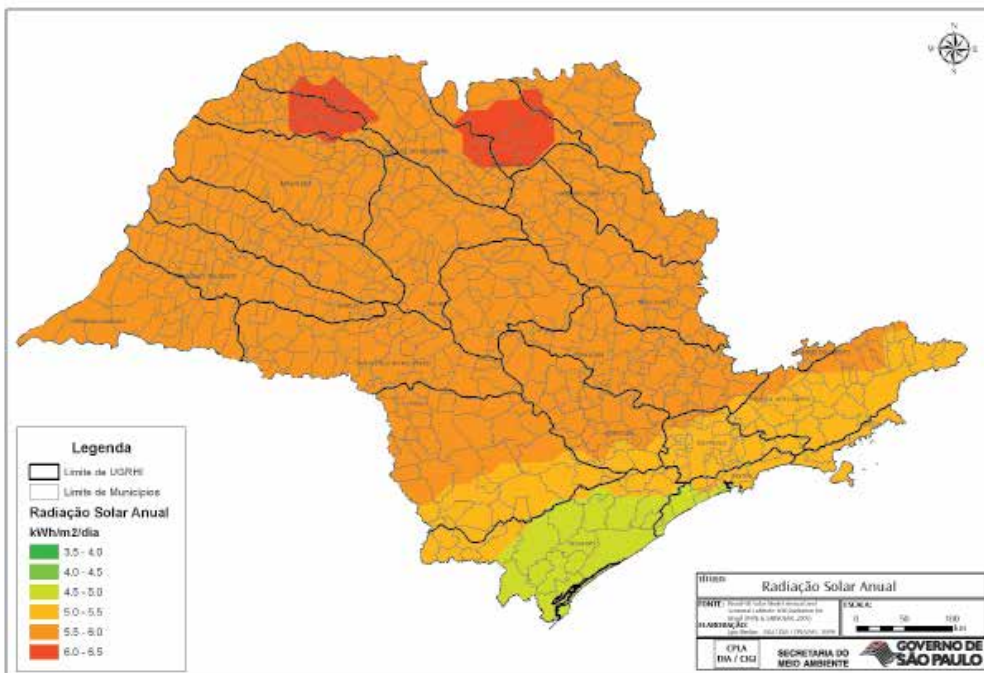


FIGURA8–DISTRIBUIÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR ANUAL (KWH/M<sup>2</sup>/ANO) NO ESTADO DE SÃO PAULO. FONTE: INPE/LABSOLAR, 2005.



- **Orientação solar:** em latitudes mais altas, é importante direcionar os coletores, seja para o norte (Hemisfério Sul, como o Brasil) ou para o sul (Hemisfério Norte), diretamente para o sol. Quanto mais próximos dos trópicos, maior é a disponibilidade dos raios do sol.

Entretanto, a maior dificuldade para a difusão do aproveitamento da energia solar consiste no investimento inicial relativamente alto em equipamentos e instalações, quando comparado com os sistemas convencionais. Em compensação, o custo de operação e manutenção é mínimo, contando-se apenas com o gasto da energia elétrica utilizada na residência, no aquecimento de água nos dias de pouca insolação. (Prado et al, 2007)

#### Placas fotovoltaicas

Assim como os sistemas de aquecimento de água, os sistemas fotovoltaicos possuem como base para o seu funcionamento a energia solar.

Células fotovoltaicas convertem a luz do sol em energia elétrica. O elemento básico de um sistema solar fotovoltaico é o material condutor, que geralmente é o silício.

Os semicondutores feitos de silício são os mais usados na construção de células fotovoltaicas e sua eficiência em converter luz solar em eletricidade pode variar entre 10 e 15%, dependendo da tecnologia adotada.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em locais distantes das áreas urbanas, atuando como centrais geradoras de energia elétrica (Fig. A); instalados em edificações (Fig. B); e, também, podem ser interligados à rede de distribuição. Este último tipo constitui uma forma de geração descentralizada de energia e pode trazer inúmeros benefícios à concessionária de energia elétrica. Além de reduzir os impactos ambientais das instalações de geração e de transmissão, a energia excedente é enviada à rede pública, aumentando a eficiência energética da concessionária. Porém, no Brasil ainda não é permitido que a energia gerada por consumidores seja disponibilizada na rede elétrica das concessionárias, por conta da ausência de regulamentação.



FIGURA9–(A)PLACASFOTOVOLTAICAS.(B)PLACASFOTOVOLTAICASINSTALADASNA“CASAEFICIENTE”PROJETOEM PARCERIA COM A UFSC/LABEEE E A ELETROBRÁS (AUTORIA: ANÍSIO ELIAS BORGES).

A eletricidade produzida por metro quadrado de placas fotovoltaicas pode efetivamente evitar a emissão de mais de 2 toneladas de CO<sub>2</sub>. Os sistemas fotovoltaicos integrados às edificações geram energia de forma silenciosa, sem emissão de gases poluentes, não necessitam de área extra, uma vez que os painéis fotovoltaicos podem ser utilizados como telhados ou ser inseridos em fachadas.

A instalação de 48 módulos fotovoltaicos em uma área de 6,8 m x 5 m, no telhado de uma casa no Reino Unido, deixou de emitir mais de 6 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano; e chegou a poupar US\$ 2 mil em gastos com energia (Tabela).

TABELA 4 – COMPARAÇÃO ENTRE UMA CASA COMUM E OUTRA SUSTENTÁVEL NO REINO UNIDO

TIPO DE CASA	kWh/m <sup>2</sup> COMPRADOS DA REDE POR ANO	CUSTO DA ELETRICIDADE POR ANO (US\$)	CUSTO DO GÁS POR ANO (US\$)	CUSTO TOTAL POR ANO (US\$)	EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> (g/ano)	CUSTO DE CONSTRUÇÃO (US\$/m <sup>2</sup> )
Casa sustentável	27	320	470	780	721	1.440
Casa comum	90	800	1.688	2.488	6.776	1.440
Economias	63	480	1.218	1.698	6.055	0 extra

\*O custo de construção foi comparado com o que lede uma casa de tamanho similar projetada por um arquiteto. Fonte: Roaf, Fuentes e Thomas, 2009.

Por causa do grau de pureza desses componentes, que são cristais, esta alternativa de energia ainda apresenta custo elevado na instalação do sistema, variando, em média, entre R\$ 2 mil e R\$ 3 mil. Porém, o retorno do investimento pode se verificar em até quatro anos.

- Vantagens da utilização de placas fotovoltaicas como fonte de energia alternativa:
- Fonte de energia limpa e renovável;
- O silício não é tóxico;
- A energia é gerada pelo consumidor final, ou seja, não há perdas com transmissão e distribuição;
- Requer pouca área para a instalação das placas (telhados, fachadas, jardins);
- Requer pouca manutenção: uma vez instalados, precisam somente que as superfícies sejam limpas;
- As placas são silenciosas;
- Economia de energia;
- Não emissão de gases de efeito estufa;
- Podem fornecer energia durante blecautes;
- Retorno financeiro é de 2 a 5 anos;
- A vida útil das placas fotovoltaicas pode ser superior a 20 anos.

### Iluminação natural e artificial

Tendo em vista o fato de se tratar de critério que requer menores investimentos, o uso da iluminação natural deve ser sempre priorizado, pois contribui para a redução do consumo de energia elétrica para a melhoria do conforto visual dos ocupantes.

A adequação arquitetônica que permite a iluminação natural prevê a adoção de sistemas de aberturas verticais e iluminação zenital. A iluminação zenital é caracterizada pela entrada de luz natural através de aberturas superiores dos espaços internos e tem como objetivo otimizar a quantidade e a distribuição de luz natural em um espaço. (Fig.)

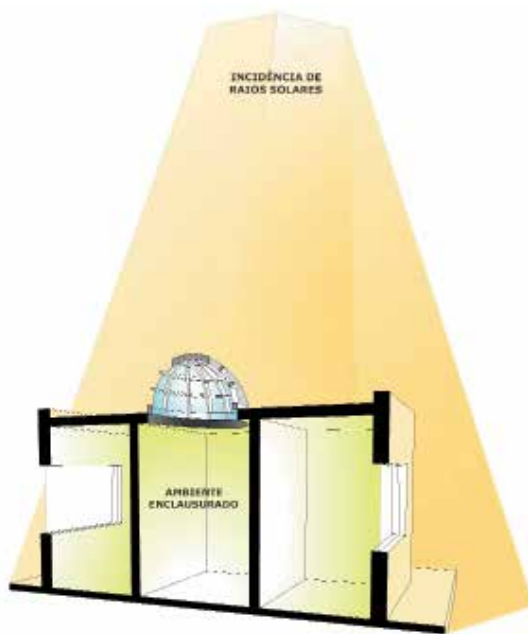


FIGURA10-EXEMPODEABERTURASLATERAISEILUMINAÇÃOZENITALPARAAENTRADADELUZ SOLAR. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UOZUMI)

Para complementar a eficiência do projeto de uma casa, sistemas de iluminação artificial devem ser instalados quando há a necessidade de utilização por períodos maiores, como o uso de lâmpadas fluorescentes em corredores, escadas e garagens com sensores de presença. A troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes reduz o consumo de energia em até 80% e tem durabilidade 10 vezes superior.



FIGURA11-LÂMPADASFLUORESCENTESREDUZEMOCONSUMODEENERGIAELÉTRICA.FONTE: SIEMENS/PRESS PICTURE.

# Conservação da Água

7



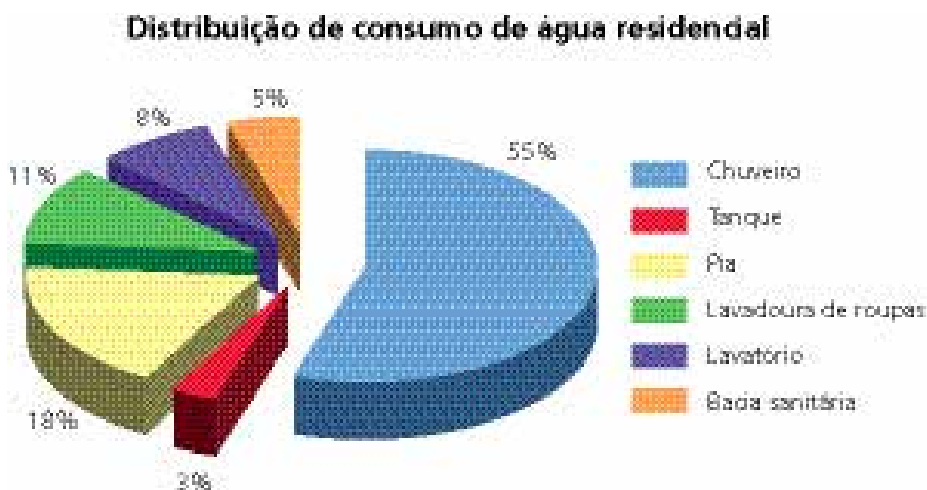
## 7. Conservação da Água

A escassez de água é atualmente um dos grandes problemas socioambientais e o seu desperdício agrava essa situação. Dos 3,4 bilhões de litros de água/dia produzidos, por exemplo, para a cidade de São Paulo, 30% são perdidos em vazamentos nas tubulações e por problemas relacionados a medições e fraudes.

A Região Metropolitana de São Paulo também possui altos índices de consumo de água. Segundo Porto (2003), o valor do consumo médio *per capita* diário da Bacia do Alto Tietê é de 235 litros/hab.dia, o dobro do recomendável pela Organização das Nações Unidas (ONU), que é de 110 litros/hab.dia.

Estudos mostram que uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água diariamente em sua residência, dependendo da região. A maior parte decorre do uso do chuveiro, responsável por 55% do consumo, contabilizando gastos de água em torno de 45 a 144 litros.

FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL.



Fonte: Gonçalves, 2009.



Usoracionaleprogramasdeconservaçãoodaáguaconstituemmedi-daseficazesparareduziroconsumo,contribuindoparaasuaconservação. Estratégias–quevariamdesdemudançasedehábitodoconsumidoratéaimplantaçãodenovastecnologias–garantemaqualidadenecessáriaparaarealização dasatividadesconsumidoras,comomínimodedesperdício.

### CAMPEÕES DO DESPÉRDÍCIO DE ÁGUA RESIDENCIAL



**Torneiras (25%)** – Uma torneira meio aberta, por cinco minutos, gasta de 12 litros (banheiro) a 39 litros (cozinha) em casa e pode chegar a 80 litros em apartamentos.

**Bacia sanitária (5% a 14%)** – As fabricadas a partir de 2003 gastam 6 litros por acionamento, mas as antigas gastam a partir de 9 litros.



**Chuveiro (50% a 55%)** – Uma ducha de 15 minutos consome 135 litros de água em casa e 243 litros em apartamentos; o chuveiro elétrico gasta, respectivamente, 45 e 144 litros.

**Máquina de lavar-roupas** – Com capacidade para 5 kg de roupas, consome 135 litros de água.

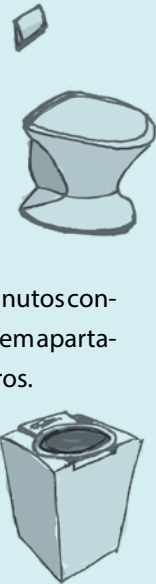
**Tanque** – A torneira aberta por 15 minutos chega a gastar 279 litros.

**Mangueira** – Regar as plantas por 10 minutos pode gastar até 186 litros.



**Piscina** – Um tanque médio não coberto perde, aproximadamente, 3.700 litros por mês com evaporação.

**Vazamentos** – Um buraco de 2 mm em um cano desperdiça até 3.200 litros de água em um dia, e uma torneira gotejando, até 46 litros.



## Benefícios

- Reduz a quantidade de água extraída das fontes;
- Reduz o consumo;
- Reduz o desperdício;
- Evita a poluição;
- Aumenta a eficiência do uso da água;
- Aumenta a reutilização da água.

## Ações

### Economizadores de água

A utilização de equipamentos e economizadores de água constitui medida simples e pode impactar significativamente na redução do consumo. A troca de bacias sanitárias com descargas convencionais por outras com válvulas do tipo *dual flush* (escolha de dois volumes de descarga, geralmente de 6 ou 3 litros) ou ciclo fixo (volumed a ordem de 6 litros) pode reduzir em até 50% o consumo de água. (Fig.)

As bacias sanitárias convencionais consomem até 12 litros de água por ciclo de descarga.

Torneiras de lavatórios como aquelas encontradas em banheiros e cozinhas devem possuir rejadores, que reduzem a seção de passagem da água e direcionam o fluxo do jato. O rejador é uma peça circular, perfurada, encaixada na saída de água da torneira. O seu uso traz redução de cerca de 50% da vazão nas mesmas condições de uso.

Muito utilizado em edificações públicas como *shoppings*, cinemas e restaurantes, as torneiras com acionamento hidromecânico, ou seja, aquelas em que o usuário aciona manualmente a liberação da água e a sua interrupção se dá após determinado tempo de funcionamento, eliminam o desperdício de água ocorrido pela demora ou pelo não fechamento do aparelho. Outro tipo de torneira também muito utilizado é o de acionamento por sensores de presença. (Fig.)



FIGURA 13 – TORNEIRA COM ACIONAMENTO HIDROMECÂNICO, POR SENSOR DE PRESENÇA E AERADOR PARA TORNEIRAS, RESPECTIVAMENTE. (ILUSTRAÇÃO: DIEGOVERNILLE DA SILVA)

### Sistema de captação e aproveitamento da água da chuva

O aproveitamento da água da chuva corresponde a uma forma alternativa para minimizar os problemas de abastecimento regular de água, para reduzir o seu consumo residencial e também ajudar no controle de cheias e inundações que ocorrem em grandes cidades.

Os sistemas de aproveitamento de água da chuva proporcionam uma economia no consumo residencial de até 45%. A água da chuva deve ser utilizada para fins não potáveis, como irrigação, limpeza de garagens e calçadas e em descargas sanitárias, desde que haja controle de sua qualidade e após a verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde dos usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

No Brasil, o aproveitamento da água da chuva iniciou-se, principalmente, na região do semi-árido nordestino, devido ao tempo prolongado de escassez de água que a região sofre. Esse sistema é simples e consiste em utilizar telhados ou calhas das casas como área de captação para armazenar a água em cisternas. (Fig.)

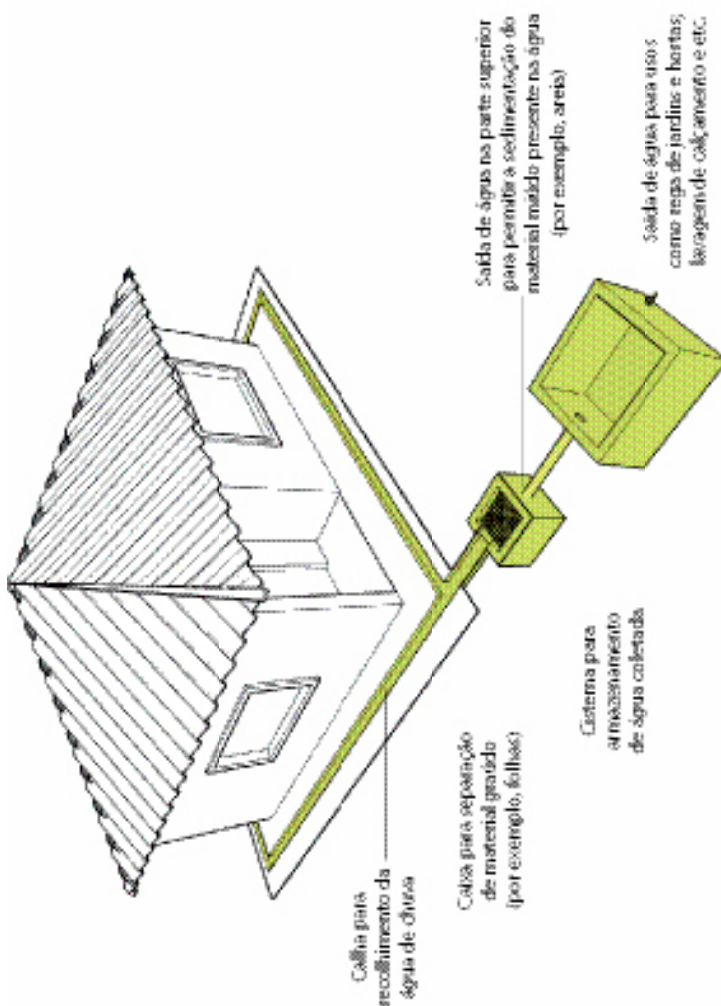


FIGURA 14—CISTERNA PARA ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA. (ILUSTRAÇÕES: DIEGO VERNILLES DA SILVA)

No Estado de São Paulo, há uma lei promulgada em 2007 (Lei nº 12.526), que obriga a implantação de sistemas de captação e retenção de água da chuva em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>.

Para a implantação do sistema, é necessário um estudo de viabilidade que avalie a quantidade de água da chuva a ser armazenada, o volume a ser utilizado e a área do telhado disponível.

Um sistema de captação de água da chuva consiste em:

- Sistema de coleta – são as áreas impermeáveis constituídas, geralmente, pelos telhados e lajes de coberturas. O transporte da água da chuva é realizado por calhas e condutores verticais e horizontais até os sistemas de armazenamento, tratamento e distribuição;
- Grade e sistema de descarte (ou reservatório de limpeza) – para a retenção de materiais como folhas, gravetos, papéis etc., utiliza-se uma grade anteriormente ao sistema de descarte. Esse sistema corresponde a um dispositivo que descarta a água da chuva dos primeiros minutos que foram coletados, pois geralmente este volume carrega grande quantidade de carga poluidora;
- Sistema de tratamento – atua na remoção da carga poluidora e de desinfecção. Podem-se utilizar filtros de múltiplas camadas ou filtros de areia e a desinfecção pode ser feita por meio da cloração;
- Sistema de armazenamento – armazenar a água que será utilizada para fins não potáveis. Quando o reservatório estiver com seu volume máximo, um extravasor possibilitará a condução do excesso de água da chuva para o sistema de drenagem pluvial;
- Sistema de distribuição – consiste em ramais que distribuem a água da chuva para os pontos de utilização.

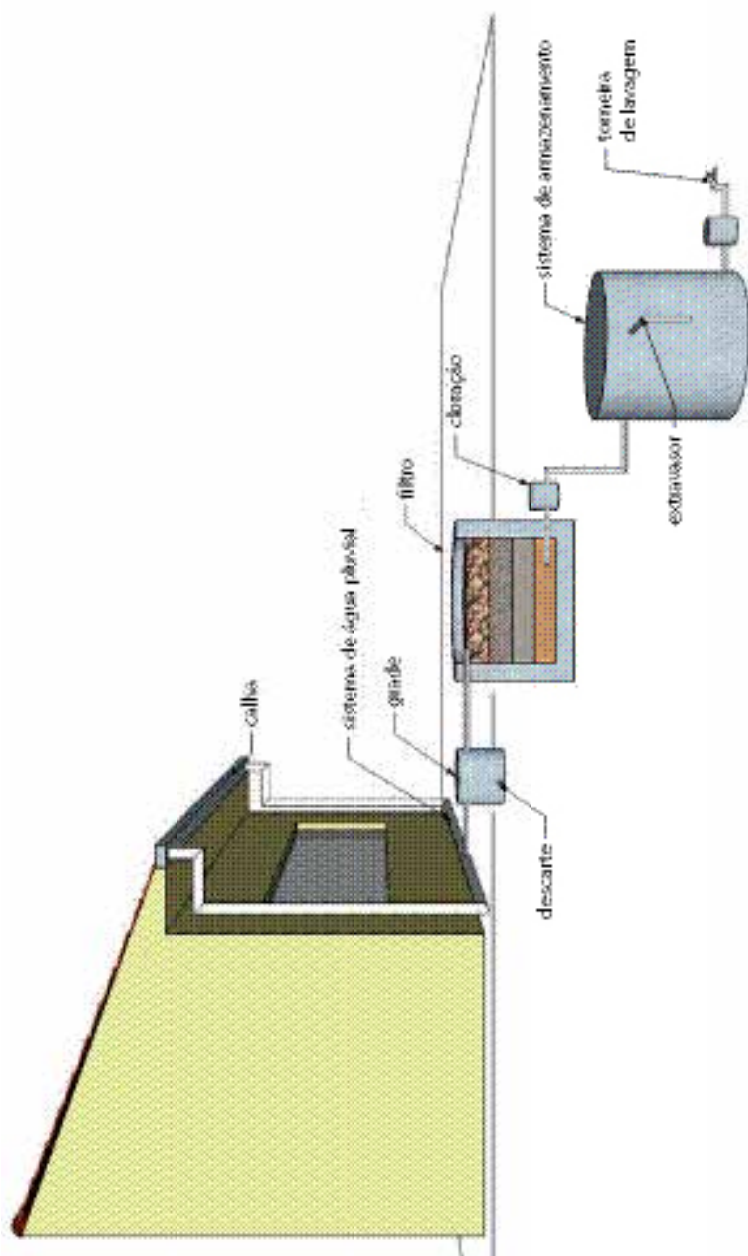


FIGURA 15- ESQUEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UOZUMI)

### Sistema de reuso de água cinza

As águas cinzas são as provenientes do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras e máquinas de lavar roupas. São os efluentes que não possuem contribuição das bacias sanitárias e pias de cozinha.

As águas cinzas podem ser reutilizadas para atividades como irrigação, limpeza e descarga de sanitários. Estas águas apresentam teores de matéria orgânica e turbidez; portanto, seu reuso direto (em estado bruto) não é recomendável, sendo necessário um prévio tratamento do efluente em nível secundário, com posterior desinfecção.

Um sistema de reuso de água cinza compreende:

- Sistema de coleta de esgoto sanitário – consiste em dois tipos de condutores visando à separação das águas cinzas e águas negras (efluentes das bacias sanitárias);
- Sistema de tratamento – as águas cinzas sofrem tratamento para a remoção da carga poluidora e a desinfecção;
- Reservatório de armazenamento – após o processo de tratamento, a água de reuso é encaminhada para um reservatório de armazenamento exclusivo;
- Sistema de distribuição predial – consiste em ramais e sub-ramais que levam a água de reuso até o destino de utilização.

Atualmente, existem no mercado inúmeros sistemas industrializados de tratamento de esgoto doméstico que facilitam muito a implantação de sistemas de reuso de água em edificações residenciais e pequenos conjuntos habitacionais. A escolha do equipamento deve se basear no tipo de efluente a ser tratado e na sua vazão diária de contribuição.

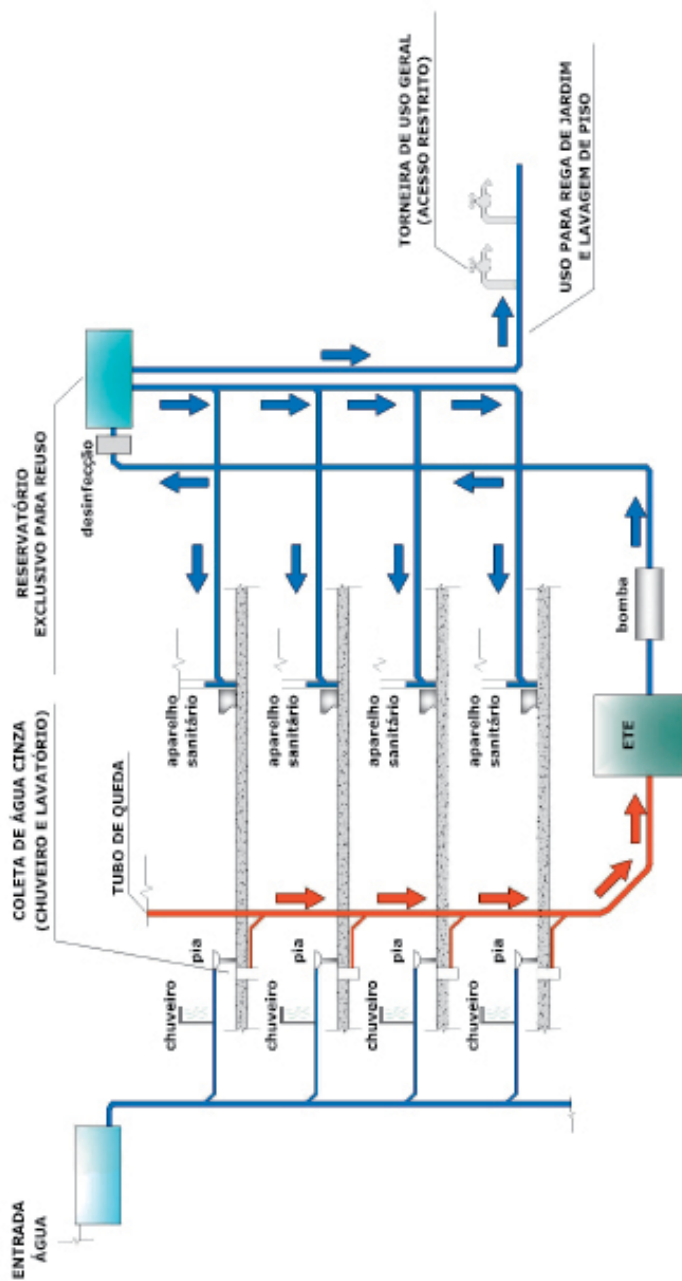


FIGURA 16 – SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM UMA RESIDÊNCIA MULTIFAMILIAR. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UOZUMI)



Para o praticado reuso de água cinza devem ser consideradas as seguintes recomendações:

- Identificar as redes de água potável e as de reuso;
- O sistema de reuso não pode ter contato com o sistema de abastecimento de água potável, pois pode contaminá-lo;
- Quando houver usos múltiplos de reuso com qualidades distintas de água, deve-se optar por reservatórios independentes e identificados de acordo com a qualidade da água armazenada;
- O contato direto com a água cinza deve ser evitado;
- Em caso de reuso de água cinza na descarga sanitária, um tratamento prévio incluindo uma etapa de desinfecção deve ser providenciado;
- Evitar a estocagem de água cinza bruta (sem tratamento prévio com desinfecção).



# Seleção de Materiais

8

A background collage of various icons in shades of brown and beige. The icons include: three stylized human figures, a house, a circular arrow (recycling), a house with a flame, a trash can, a brick wall, a faucet with a drop, a wrench, a roller, a hammer, a sun, a lightbulb, a water drop, a recycling symbol, a house, a leaf, a solar panel, a house, a water drop, a recycling symbol, a flower, a house, and a recycling symbol.

## 8. Seleção de materiais

A construção civil é responsável pelo consumo de 40% de todos os recursos extraídos da natureza. A madeira, por exemplo, dos 64% produzidos na Amazônia, 15% são consumidos pelo setorno do Estado de São Paulo, com a probabilidade de a grande maioria da madeira utilizada ser de origem ilegal ou predatória (IPT, 2009), contribuindo para a emissão de 10 toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Outro material muito utilizado na construção civil é grande contribuidor para o efeito estufa: o cimento *Portland*. Para a produção do cimento, há o processo de descarbonatação do calcário, que responde pela emissão de 6% de CO<sub>2</sub>, no mundo todo. Somente no Brasil, com produção anual de 38 milhões de toneladas de cimento *Portland* (comum), liberam-se na atmosfera, aproximadamente, 22,8 milhões de toneladas/ano de gás carbônico.

Portanto, para a realização de uma construção mais sustentável, exige-se a seleção correta de materiais, pois isso resultará na redução dos impactos ambientais causados pela extração e manufatura dos recursos naturais e em maior benefício social, dentro dos limites da viabilidade econômica, para uma dada situação.

É na fase de concepção do projeto que deve ser realizada a avaliação de forma integrada dos aspectos ambientais, econômicos e sociais dos materiais, que serão utilizados. Pois a correta seleção e utilização dos mesmos implicam na menor geração de resíduos e na diminuição dos impactos por eles ocasionados.

A produção, o transporte e o uso de materiais contribuem para a ocorrência de diversos impactos socioambientais. O uso sustentável destes recursos depende da habilidade dos profissionais em selecionarem produtos mais adequados e os fornecedores com maior responsabilidade ambiental e social.

A avaliação dos materiais deve considerar os seguintes aspectos:

- **Custos:** Avaliar aqueles materiais que possuam melhor custo-benefício. Sugere-se que sejam observados os custos não apenas durante a construção, mas também na fase de uso e operação.
- **Qualidade e durabilidade:** Quanto maior a sua vida útil, menor é a necessidade de materiais de reposição ou de manutenção, para que não ocorra geração de resíduos. Devem-se buscar materiais em conformidade com as normas técnicas ou programas de qualidade, como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), vinculado ao Ministério das Cidades.
- **Material local:** Materiais cuja extração e produção tenham sido realizadas localmente. Isso estimula a economia local (geração de emprego e renda para mão de obra local) e minimiza a emissão de CO<sub>2</sub> proveniente do transporte dos materiais, da extração até o local da construção.
- **Resíduos gerados:** Baixa geração de resíduos implica redução de custos e de impactos ambientais. Deve-se avaliar a quantidade dos resíduos sólidos gerados durante e após a fase de construção e verificar o potencial de reutilização caso a edificação for demolida, além da toxicidade do material, bem como se há tecnologia ou destinação final adequada para os resíduos.
- **Energia incorporada:** Descreva a quantidade de energia usada para produzir o objeto. A energia incorporada é uma medida importante, porque o uso de fontes de energia não renovável é uma das principais razões para a emissão de gases de efeito estufa.
- **Formalidade:** Verificar se os fabricantes e fornecedores dos materiais estão em conformidade com as legislações trabalhistas, fiscais e ambientais.

- Relatórios de sustentabilidade: Buscar relatórios de sustentabilidade socioambiental das empresas e verificar o alcance do compromisso delas com o desenvolvimento sustentável. A existência de certificações relacionadas à gestão ambiental, saúde e segurança ocupacional deve ser valorizada (ex: série ISO 14000).

A seleção de produtos e coeficientes deve considerar todo o seu ciclo de vida, desde a seleção das matérias-primas, passando pelos processos de fabricação, transporte e distribuição, uso, manutenção e reutilização, até o destino do produto ao fim de sua vida útil.

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) tem sido reconhecida como a forma mais abrangente e mais eficiente para a avaliação ambiental de produtos (John, 2007) e consiste na compilação e avaliação das entradas e saídas de energia e materiais e dos impactos ambientais potenciais de um sistema ao longo de seu ciclo de vida (Fig.).

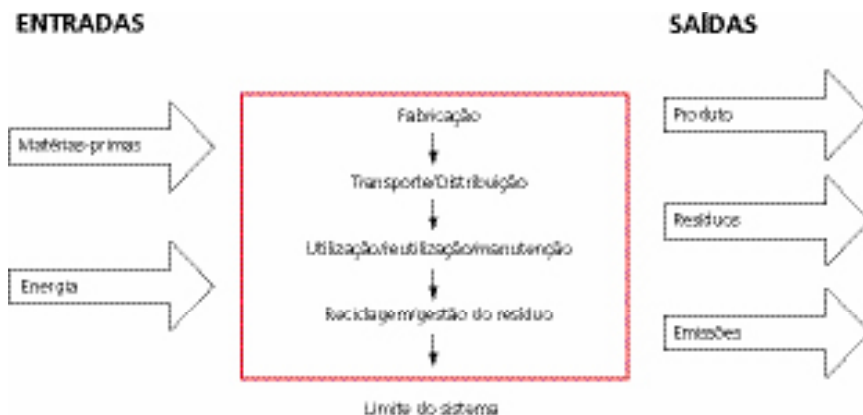


FIGURA 17—ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A ANÁLISE DO CICLO DE VIDA (ACV) DE UM PRODUTO. FONTE: FERREIRA, 2004 – ADAPTADO.

“GreenWashing”(“vernizverde”)=atodeinduziросconsumidoresaoerroquanto àspráticasocioambientaisdeumaempresaouosbenefíciosocioambientaisdeumprodutoou serviço.AagênciademarketingTerraChoiceEnvironmentaldefiniualguns sinais para reconhecer o “verniz verde” dos materiais e serviços:

- Sugerirqueummaterialéverdebaseadosomenteeemumatributo(ex.conteúdo reciclado)semadevidaatençãoparaoutrosatributostãomaisimportantesdoseuciclo de vida, como consumo de energia, água etc.

- Faltadeprovas:ofornecedornãoapresentaquaisquerdocumentosdeterceira parte que sustentem suas afirmações e que possam ser verificados.

- Imprecisão:informaçõesgenéricasemprecisas,quegeramdúvidaquantoaoreal benefício ambiental do produto durante todo o seu ciclo de vida.

- Ofornecedorapresentadeclaraçõesexageradasoutotalmentefalsase/ouapresenta apenas os resultados favoráveis.Exemplos:“Fabricadocom90%dematéria-prima reciclada”;seminformarsobreabaixadurabilidade;“Produtonatural”;semmencionara presença de estabilizantes, corantes.

## Benefícios

- Redução dos impactos ambientais na extração, produção e transporte dos materiais;
- Diminuição dos custos com gestão dos resíduos, pois há a redução dos desperdícios;
- Redução da emissão de gases de efeito estufa;
- Aumentoda durabilidade do empreendimento e manutenção de seu desempenho;
- Estímulo à economia local;
- Estímulo à formalidade da cadeia produtiva do setor;
- Estímulo à adequação dos materiais às normas técnicas de qualidade.

## Ações

### Madeira legal ou certificada

A madeira é um dos materiais mais utilizados na construção civil; porém, estimativas indicam que entre 43 e 80% da produção provém da região amazônica seja legal (IPT, 2009). Portanto, alguns cuidados devem ser tomados para que a madeira a ser utilizada seja de origem legal.

O principal cuidado na hora de comprar madeira consiste na exigência do Documento de Origem Florestal (DOF). O DOF, emitido pelo IBAMA, corresponde a uma licença obrigatória para o controle do transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa. Com este documento é possível rastrear a madeira desde sua origem, passando por todos os envolvidos, desde o transporte e beneficiamento, até a destinação final, seja por meio rodoviário, aéreo, ferroviário, fluvial ou marítimo. Assim, as pessoas físicas e jurídicas envolvidas na cadeia de custódia da madeira ficam registradas no sistema DOF.



FIGURA 18 – TORAS DE MADEIRAS PROVENIENTES DE EXPLORAÇÃO AUTORIZADA EM EXEMPLO DE PÁTIO DE MADEIRA ORGANIZADA. FONTE: SMA, 2009.



## CUIDADOS AO ADQUIRIR MADEIRA LEGAL

- Exigir a nota fiscal;
- Exigir o Documento de Origem Florestal (DOF) ou outro documento correlato, emitido pelo Órgão Estadual de Meio Ambiente (OEMA) das espécies nativas. Madeiras de espécies exóticas com origem legal não necessitam do DOF. Entretanto, devem ser acompanhadas da nota fiscal da carga;
- Verificar se o comerciante de madeira está registrado no Cadastro Técnico Florestal (CTF) do IBAMA;
- Verificar a lista oficial da flora brasileira ameaçada de extinção (<http://www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm>). Atente-se para espécies como mogno, castanha-do-pará e pau-brasil, ameaçadas de extinção e cujo corte é proibido por lei.

Além do DOF, a exigência de nota ou cupom fiscal é de extrema importância, pois se o comerciante emitir esses documentos significa que também comprou mercadorias com nota fiscal, sendo maiores as chances de madeira ser legalizada.

O IBAMA também recomenda que o comprador de madeira verifique a inscrição do comerciante no Cadastro Técnico Federal (CTF), procedimento que comprova o seu registro junto ao órgão ambiental. Para verificar a inscrição, é necessário consultar o CNPJ da empresa no *sítio* do IBAMA (<http://www.ibama.gov.br/>).

Atuando também como mecanismo fomentador de ações em favor do comércio responsável, o Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria do Meio Ambiente, identifica as empresas que comercializam produtos e subprodutos florestais de forma responsável por meio do Selo “Madeira Legal” (Fig.).



FIGURA19-FISCALIZAÇÃO DETÉCNICOS DASECRETARIADOMEIOAMBIENTE EOSELO“MADEIRA LEGAL”CONCEDIDOPARAEMPRESASQUECOMERCIALIZAMPRODUTOSESUBPRODUTOSDEMADEIRA DE FORMA CORRETA. FONTE: ARQUIVO SMA

Outrapossibilidadedeadquirirmadeiralegalépormeiodacomprade madeirascertificadas.NoBrasil,existemdoissistemasdecertificação:ofSC–*ForestStewardshipCouncil*,representadopeloConselhoBrasileirodeManejo Florestal,eoSistemadeCertificaçãoFlorestalBrasileiro(CERFLOR),doInmetro.

ParaofSCexistemdoistiposdecertificação:manejoflorestaleca-deiadecustódia.Acertificaçãodomanejoflorestalgarantequeaquela madeirafoi manejada de acordo com critérios ambientais, sociais e econômicos adequados.Jáosegundotipogaranteaorigemdamadeira,ou seja,asuarastreabilidade(acompanhandoamatéria-primadafloresta até o consumidor final).

OCERFLORéumprogramanacionaldecertificaçãoflorestal,desenvolvi-dopeloSistemaBrasileirodeAvaliaçãodeConformidade(SBAC)implantado, gerenciado e acreditado pelo Inmetro.

Asmadeirascertificadaspodemterorigemtantodeflorestasnativas quantodereflorestamentoscomespéciesexóticasepossuemumvalorde mercadomaisaltodoqueasdemais,sendoamadeiracertificada,emmédia, 20% mais cara do que a não certificada.

### Materiais reciclados

Areciclagemassumesignificativaimportânciapaaraaminimizaçãodos problemasambientaiscausadospelageraçãoderesíduos sólidos.Deacor-do comoIPCC(2007),osresíduos sólidoselíquidos são responsáveis por 2,8% da emissão de CO<sub>2</sub> e de outros gases que colaboram para o aquecimento global.

Areciclageméumadasáreasmais promissoras no Brasil com relação a novas oportunidades de geração de emprego e renda.Cerca de 500 mil trabalhadores já estão empregados no País reciclando ou reaproveitando vários tipos de materiais, como aço, papel, plástico e vidro.

Muitos materiais podem ser reciclados e a incorporação de resíduos na produção de novos materiais de construção permite a redução do consumo

de energia e de matérias-primas (Tab.) e, muitas vezes, possibilita a produção de materiais com melhores características técnicas, como é o caso da utilização da escória de alto-forno (resíduo proveniente da produção do aço), que melhora o desempenho do concreto. (John, 2001)

No caso do aço, a utilização de sucata é parte do processo produtivo, chegando, em alguns casos, a representar 80% da matéria-prima básica para a produção de novas chapas de aço. Devido ao ganho econômico e social no Brasil, as sucatas de metais são as mais valorizadas no mercado mundial, pois existe grande mercado de este material no Brasil, representado por inúmeros sucateiros de pequeno, médio e grande portes, que compõem uma rede descentralizada e abrangente de pontos de recepção e encaminhamento da sucata de aço.

TABELA 5 – PORCENTAGEM DE REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL POR MEIO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS NA FABRICAÇÃO DO AÇO, VIDRO E CIMENTO.

IMPACTO AMBIENTAL	AÇO	VIDRO	CIMENTO (50% de escória)
Consumo de energia	74%	6%	40%
Consumo de matéria-prima	90%	54%	50%
Consumo de água	40%	50%	-
Poluentes atmosféricos	86%	22%	<50%
Poluição aquática	76%	-	-
Resíduos minerais	97%	79%	-

Fonte: Udaeta e Kanayama, 1997.

A reciclagem dos Resíduos da Construção Civil (RCC) também se caracteriza como alternativa para minimizar os grandes impactos ambientais ocorridos nos centros urbanos. O Brasil gera em torno de 85 milhões de toneladas de resíduos da construção civil, os quais, se dispostos de forma irregular, acarretam, entre outras consequências:

- Assoreamento de córregos e rios;
- Entupimento de galerias e bueiros;

- Degradação de áreas urbanas;
- Proliferação de escorpiões, aranhas e roedores que afetam a saúde pública.

A maior parte do resíduo é gerada pelo setor informal da construção (pequenas reformas, autoconstrução, ampliações) e sua destinação final é, geralmente, a longo de cursos d'água, de ruas e rodovias, agravando a problemática de enchentes nos municípios (Fig.). Estima-se que apenas 1/3 do entulho seja gerado pelo setor formal da indústria da construção civil (construtoras, por exemplo).



FIGURA 20 – ENTULHO DEPOSITADO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO. FONTE: ACERVO SMA.

Para os grandes volumes de RCC gerados pelo setor formal, a problemática refere-se à adequada disposição em aterros de inertes, pois o distanciamento e o esgotamento de áreas para a destinação de tais resíduos são crescentes.

Aproximadamente 80% de todo o resíduo de construção gerado é passível de reciclagem. Devidamente reciclados, os RCC apresentam propriedades físico-químicas apropriadas para o seu emprego como material de construção e em processos de pavimentação.

A Prefeitura Municipal de São Paulo possui áreas para a deposição regular dos resíduos da construção civil provenientes de pequenos geradores, os chamados ECOPONTOS – Estações de Entrega Voluntária de Inservíveis.

São 37 Ecopontos destinados a receber voluntariamente pequenos volumes de entulho (até 1 m<sup>3</sup>), grandes objetos (móveis, poda de árvores, etc.) e resíduos recicláveis. No site da Prefeitura de São Paulo ([www.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicos/obras/limpurb](http://www.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicos/obras/limpurb)) há uma lista com os endereços de todos os Ecopontos da Cidade de São Paulo.

Os RCC são majoritariamente de origem mineral, ou seja, a partir da mistura de concretos, argamassas, cerâmicas, entre outros materiais. As usinas de reciclagem instaladas no Brasil separam e classificam os resíduos em dois tipos: vermelho (predominância de materiais de natureza cerâmica) e cinza (predominância de materiais de natureza cimentícia). O agregado reciclado proveniente do RCC mineral vermelho é empregado em atividades de asfaltamento, principalmente bases de pavimentos. Já o agregado proveniente do RCC mineral cinza é utilizado, preferencialmente, em calçadas, em blocos de concreto e em mobiliários urbanos à base de cimento, como bancos e outros.





FIGURA 21 – (A) OS PISOS INTERTRAVADOS EVITAM A IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO, POIS PERMITEM O ESCOAMENTO DAS ÁGUAS. (B) E (C) TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO FABRICADOS COM 95% DE TERRA E 5% DE CIMENTO QUE REQUER POUCA ARGAMASSA (SISTEMA DE ENCAIXE) E GERAM POUCOS RESÍDUOS NA OBRA. FONTE: ACERVO SMA.



## Não utilização de materiais com substâncias perigosas

Os materiais de construção em um ambiente interno podem causar problemas à saúde do ocupante e do trabalhador na fase de construção.

Presentes em tintas e revestimentos, adesivos e selantes, os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) são substâncias químicas que podem ser emitidas em concentrações mais elevadas dentro de casa (até dez vezes maior) do que no ambiente exterior. À medida que o clima fica mais quente, as taxas de emissão de COV aumentam, causando desconforto pelo seu cheiro e podem iniciar os sintomas da síndrome do “edifício doente”.

A Síndrome do Edifício Doente advém de baixa qualidade interna dos empreendimentos, como má ventilação, limpeza interna inadequada e falta de manutenção dos equipamentos. São falhas que favorecem a proliferação de poluentes de origem física, química ou microbiológica. A síndrome pode afetar até 60% das pessoas que vivem ou trabalham nestas edificações.

Os principais COV são benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, conhecidos como BTEX, os quais são altamente tóxicos. Os COV causam irritações nos olhos, nas vias respiratórias e na pele e, também, podem levar ao desenvolvimento de câncer. A tabela a seguir mostra os principais efeitos da exposição aos COV.

Algumas dicas para minimizar a exposição aos COV em residências ou em outras edificações consistem em:

- Não utilizar materiais que contenham COV;
- Aumentar a ventilação da casa e utilizar produtos que emitam compostos orgânicos voláteis;



- Não armazenar recipientes abertos e materiais similares em casa;
- Identificar os COV e, se possível, eliminar a fonte.

TABELA 6 – EFEITOS NOCIVOS À SAÚDE HUMANA PELA EXPOSIÇÃO AO COV.

SUBSTÂNCIA	EFEITO POTENCIAL
COV em geral	Narcóticos potentes e capazes de depressão do sistema nervoso central. Exposições podem causar irritações nos olhos, nas vias respiratórias e na pele. Síndrome do edifício doente.
COV (formaldeído)	Muitos produtos em chapas à base de madeira (compensados) são feitos com colas que liberam formaldeído. Baixas concentrações de gás podem irritar os olhos, o nariz e a garganta, possivelmente causando lágrimas, espirros e tosse. Esses produtos são amplamente usados em pisos, prateleiras e armários.
COV (tolueno)	Pode causar letargia, tontura e confusão, podendo evoluir para convulsões e até a morte.
Fibras de amianto	Entre as doenças relacionadas ao amianto, estão a asbestose (doença crônica pulmonar de origem ocupacional) e cânceres de pulmão e do trato gastrointestinal.

Fonte: John; Oliveira e Lima, 2007.



# Conforto Térmico



## 9. Conforto Térmico

O prazer térmico e o conforto percebido pelo usuário constituem itens definidores de uma ótima e uma casa, na medida em que o conforto térmico é considerado um conceito subjetivo, associado à sensação térmica agradável ao homem (INMET, 2009), que varia de pessoa para pessoa.

O conforto térmico dependerá de variáveis do ambiente, como temperatura, umidade relativa e velocidade de deslocamento do ar, além de variáveis humanas, tais como vestimentas e atividades físicas. A INMET criou um diagrama caracterizando o zona de conforto térmico em função apenas da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar, como mostrado na figura a seguir.

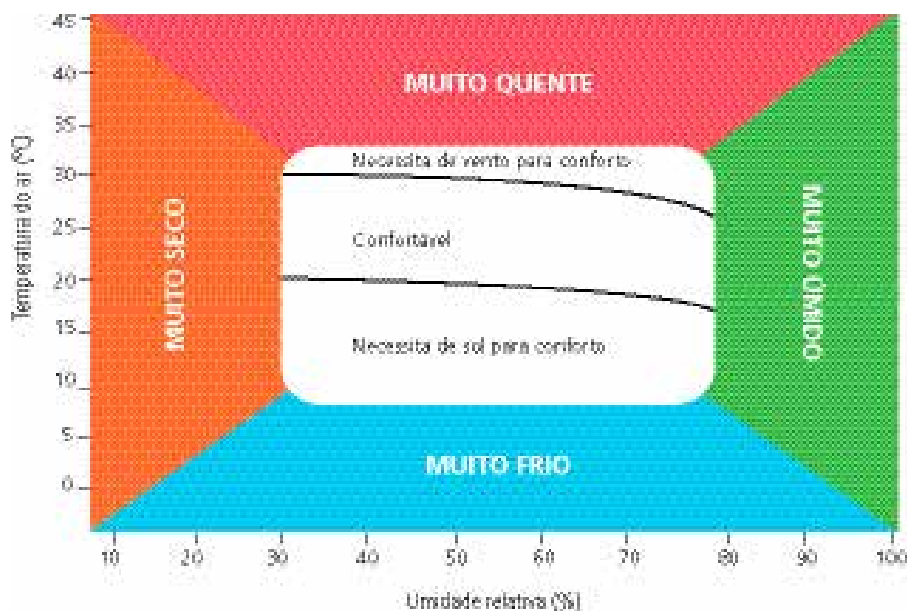


FIGURA 22—DIAGRAMA DE CONFORTO TÉRMICO DO HOMEM EM RELAÇÃO À TEMPERATURA E À UMIDADE RELATIVA DO AR. FONTE: INMET, 2009.

Nota-se que o ser humano pode estar em conforto em uma temperatura que varia entre 18 e 30°C. Abaixo dos 18°C deve-se evitar a entrada de ventos, já que há a necessidade de calor para conforto, enquanto que acima dos 30°C é necessário controlar a incidência de radiação solar.

Existem diversas estratégias para obter níveis satisfatórios de conforto térmico. O bom aproveitamento da luz natural, o uso de *brises* que protegem contra o excesso de insolação, garantindo a ventilação dos ambientes, e a implantação de telhados verdes são algumas delas.

## Benefícios

- Conforto térmico aos usuários;
- Redução do consumo de energia.

## Ações

### Ventilação natural

A ventilação consiste basicamente no movimento do ar dentro de um prédio e entre uma edificação e o exterior, sendo que um dos problemas que mais afeta a sensação de bem-estar é justamente o arejamento interno das habitações. Projetar uma casa em que se prioriza a ventilação natural minimiza a necessidade de utilização de aparelhos de refrigeração, como ar-condicionado e ventiladores, proporcionando otimização da eficiência energética e do conforto térmico aos usuários.

Antes de projetar a nova residência, as particularidades do clima da região devem ser verificadas, a fim de identificar as possíveis estratégias para maximizar a ventilação natural da casa. Em climas quentes e úmidos, a ventilação cruzada é a estratégia mais simples a ser adotada. Muitas janelas permitem excelente ventilação cruzada, como pode ser verificado no projeto abaixo (Fig.).

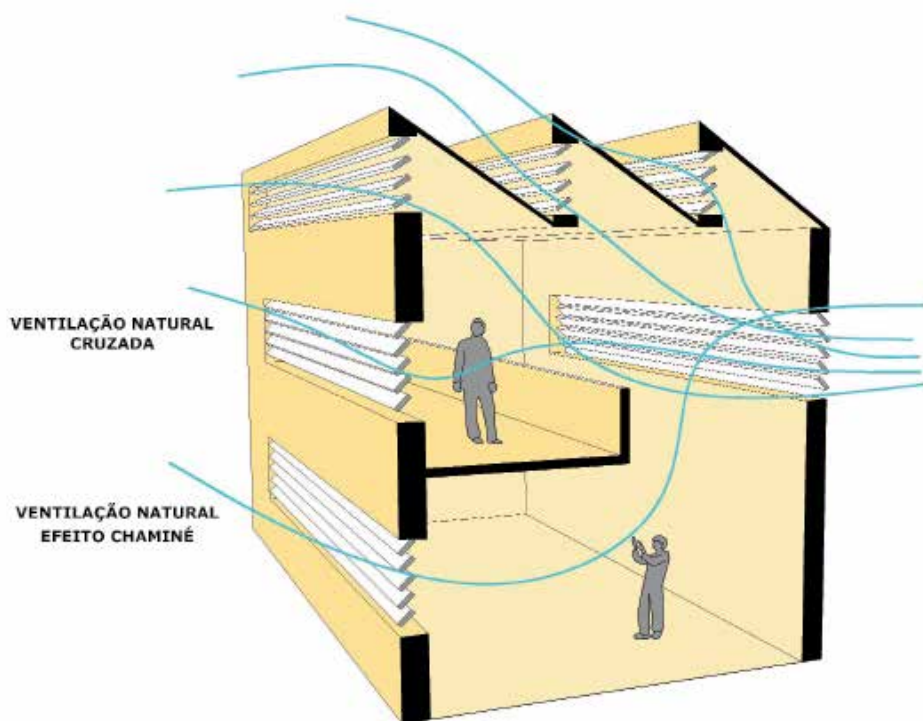


FIGURA23–CORTE DE VENTILAÇÃO CRUZADA E EFEITO CHAMINÉ, EXEMPLOS DE VENTILAÇÃO NATURAL. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UOZUMI)

Projetos em áreas próximas à vegetação ou a reservatórios de água são medidas que também ajudam a modificar o ambiente dentro e fora da casa. O processo de evapotranspiração das superfícies das folhas resulta em resfriamento do ar (Fig.). Já a água interfere no balanço de energia devido à sua alta capacidade térmica e pelo consumo de calor latente pela evaporação (Paula, 2004).

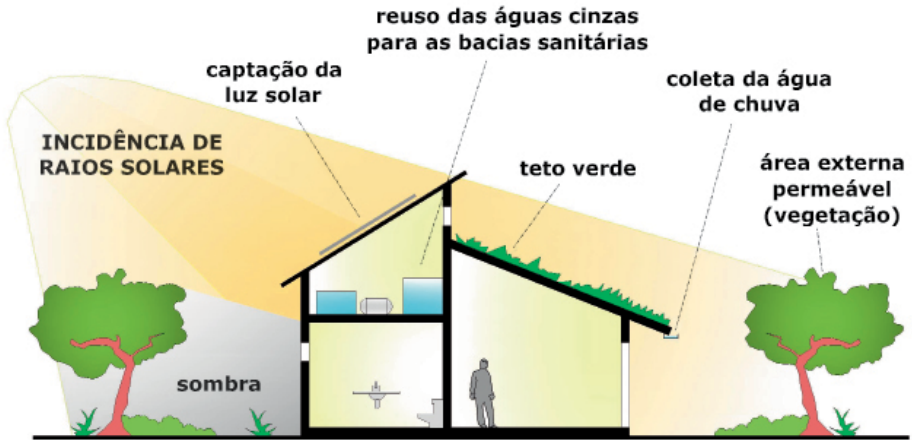


FIGURA24-USODEVEGETAÇÃOCOMOSOMBREAMENTOPARACONFORTOTÉRMICODEUMA CASA. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UOZUMI)

### Telhado verde



FIGURA25-CASADOARTESÃOEMPIRACAI.A.TELHADOVERDEQUEFUNCIONACOMOUMLITROCONTRAAPOLUIÇÃO E NA MANUTENÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR. FONTE: ACERVO SMA.

O telhado verde (ou ecotelhado) consiste no uso de coberturas vegetais (grama, flores, árvores e arbustos), ao invés de cerâmica ou cimento para revestir as lajes de casas e prédios.

A adoção de telhados verdes corresponde a uma tecnologia que auxilia na redução de alguns problemas ambientais decorrentes da urbanização das grandes cidades. Auxilia na limpeza do ar, diminui o volume de água que corre para os esgotos, combate os fenômenos de aquecimento global e ilhas de calor e ainda permite o isolamento térmico e acústico dos projetos (Tab.).

Ilha de calor é um fenômeno que ocorre quando a temperatura em determinadas regiões dos centros urbanos fica muito maior do que a temperatura nas regiões periféricas, devido à alta concentração de fontes de calor, tais como:

- Edifícios, vias pavimentadas e outras superfícies;
- Poluição atmosférica;
- Veículos que, consumindo combustíveis, liberam energia;
- Falta de vegetação, o que resulta em baixa taxa de evaporação.

Em São Paulo, por exemplo, já chegou a ser registrada uma diferença de 10°C entre a temperatura medida no centro e na periferia da cidade, enquanto que a média mundial é de 9°C.

Um estudo realizado em Nova Iorque indicou que a implantação de 50% de telhados verdes na cidade reduziu a temperatura da superfície entre 0,1 e 0,8°C. Também foi comprovado que os telhados verdes capturaram 80% das águas pluviais comparados com os 24% dos telhados convencionais (Tab.).



TABELA 7 – BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DO TELHADO VERDE

BENEFÍCIOS PRIVADOS	BENEFÍCIOS PÚBLICOS
Aumento da vida útil para a membrana do telhado	Redução do escoamento de águas pluviais
Redução do uso de energia para refrigeração	Redução da ilha de calor
Isolamento acústico	Melhoria da qualidade do ar
Produção de alimentos	Redução da emissão dos GEEs
	Melhoria da saúde pública
	Valor estético
Custos	Custos
Custo líquido do telhado verde	Administração do programa*
Custos de manutenção	

\*Um programa de infraestrutura requer suporte administrativo em nível municipal. Fonte: Rosenzweig, Gaffin e Parshall, 2006.

TABELA 8 – DIFERENÇAS DE RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS ENTRE OS TELHADOS CONVENCIONAIS E OS VERDES.

Precipitação de chuva retida (%)	Telhado convencional	Telhado verde
Retenção média	24%	80%
Retenção no pico do escoamento	26%	74%

Fonte: Rosenzweig, Gaffin e Parshall, 2006.

O telhado verde consiste basicamente em uma membrana impermeabilizante, camada drenante, isolamento térmico e cobertura vegetal (Fig.).

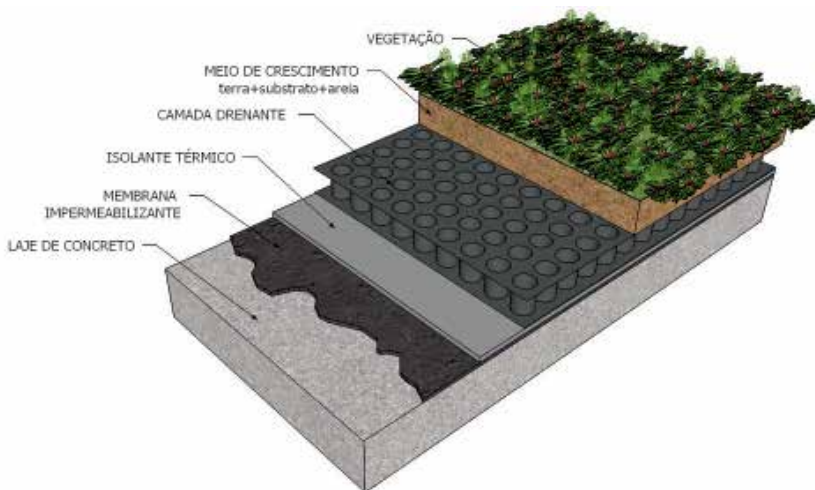


FIGURA 26 – EXEMPLO DE UMA ESTRUTURA DE TELHADO VERDE. (ILUSTRAÇÃO: NATÁLIA MAYUMI UOZUMI)

A vegetação contribui de forma significativa para o estabelecimento de microclima e ajuda na formação de pequenos ecossistemas, tornando-se ponto de atração de pássaros, insetos e também criando espaços de bem-estar lazer. O processo de fotossíntese provoca o resfriamento e evaporativo que diminui a temperatura e aumenta a umidade do ar em dias quentes de verão, favorecendo o conforto térmico da região.

Para a escolha das espécies vegetais é necessário o conhecimento do clima local, tipos de substrato a ser utilizado e o tipo de manutenção que será adotada.

Para a implantação do telhado verde gasta-se em torno de 1/3 a 1/2 do custo da estrutura sem vegetação e pode variar de R\$ 150,00 a R\$ 230,00/m<sup>2</sup>.

Além do telhado verde, o telhado branco também ajuda na redução do efeito de ilha de calor e aumenta a umidade da região. O telhado branco consiste na pintura com tinta branca do telhado e das lajes das residências. O telhado branco absorve menos calor e estima-se que para cada 100m<sup>2</sup> de telhado branco são compensadas 10tCO<sup>2</sup> por ano, ou seja, 100 kg CO<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> pintado.

# Acessibilidade – Desenho Universal



**10**

## 10. Acessibilidade – Desenho Universal

Rampas de acesso e pisos antiderrapantes, espaço adequado para a passagem de cadeiras de rodas e barras de apoio são algumas técnicas arquitetônicas normalmente utilizadas para garantir a acessibilidade dos ocupantes que em algum momento da vida podem apresentar dificuldades de locomoção e na execução de atividades dentro de sua casa (Fig.).



FIGURA 27—SITUAÇÕES (CARRINHO DE BEBÊ, IDOSO, CADEIRANTE, GRÁVIDAS, MOBILIDADE REDUZIDA E DEFICIÊNCIA VISUAL) QUE DEMANDAM PROJETOS DE ACESSIBILIDADE.

O desenho universal cria soluções simples que asseguram a todas as pessoas, independentemente de suas características físicas, idade ou habilidades, a possibilidade de utilizar com segurança e autonomia os diversos espaços construídos e os seus objetos. Uma construção adaptável tem custos superiores, no máximo, 1% em relação às construções convencionais.

A Lei Federal nº 10.098/2000 estabelece critérios para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação.

## Benefícios

- Promove a inclusão social;
- Torna os ambientes iguais para todos;
- Minimiza os riscos e possíveis consequências de ações acidentais ou não intencionais.

## Ações

Algumas medidas para aplicar o conceito de desenho universal em uma residência começam com a disposição adequada do mobiliário. Quinas, excesso de móveis congestionando o ambiente, assim como o uso de tapetes e prateleiras atrapalhando e oferecendo riscos à mobilidade das pessoas. Portanto, redistribuir móveis e adequá-los corresponde a uma maneira simples sem custos para a melhoria da acessibilidade de uma residência.

Para a concepção de novos projetos e/ou reformas, a norma técnica da ABNT NBR 9050/2004 dá diretrizes para a área de circulação, referenciais para o cancelamento, dimensionamento de degraus e rampas de acesso etc. A seguir, alguns parâmetros estabelecidos pela referida NBR:

- Espaços como portas e corredores com 0,8 m de largura para a passagem de cadeira de rodas;
- Espaços de circulação adequados e existência de áreas de rotação com espaços livres de 1,50 x 1,50 m para a locomoção segura do cadeirante;
- As barras de apoio junto à bacia sanitária, na lateral e no fundo, devem ter comprimento mínimo de 0,80 m e 0,75 m de altura em relação ao piso;
- As piaas de cozinha devem possuir altura de, no máximo, 0,85 m, com altura livre inferior de, no mínimo, 0,73 m.





## 11. Estudos de Casos

A seguir, serão descritos quatro estudos de ambientes planejados e construídos seguindo critérios de sustentabilidade. Três deles correspondem a residências, sendo o quarto projeto um escritório, a fim de exemplificar que a sustentabilidade pode ser empregada em qualquer tipo de construção.

### Casa com acessibilidade

Projetada por Marcondes Perito – Engenharia e Arquitetura, a casa construída na cidade de São Paulo segue os conceitos do design universal em ambientes que podem ser adequados conforme as necessidades do usuário.



FIGURA 28 – ESCADAS COM CORRIMÃO E SENSORES DE PRESENÇA PARA ILUMINAÇÃO. FONTE: MARCONDES PERITO ENGENHARIA E ARQUITETURA





FIGURA29—ESPAÇO PARA A INSTALAÇÃO DE ELEVADOR. FONTE: MARCONDES PERITO ENGENHARIA E ARQUITETURA



FIGURA30—BANHEIRO COM BARRA E CADEIRA DE APOIO. FONTE: MARCONDES PERITO ENGENHARIA E ARQUITETURA

### Características do projeto:

- O acesso à casa é feito por uma rampa suave (6% de inclinação), com guia rebaixada para pedestres;
- Os ambientes possuem espaços suficientes para manobra de cadeira de rodas;
- Caso necessite do benefício futuro, há infraestrutura para a instalação de um elevador;
- No piso térreo, um cômodo anexo a um banheiro acessível permite uso diversificado, como uma suíte, no caso de limitação temporária ou permanente de algum morador;
- Os banheiros possuem barras de apoio;
- Sensor de presença na escada e corredor iluminado;
- Pia com gabinetes removíveis e tampos com variações reguláveis para adaptação à altura do morador.

## Casa Eucaliptos

Localizada em uma área de reserva florestal em Campos do Jordão-SP, a casa de 50m<sup>2</sup>, projetada por André Eisenlohr, foi construída com madeira de reflorestamento e preservando o topografia do terreno, sem a necessidade de movimentação do solo.



FIGURA31–FACHADACOMVIDROSAMPLOS,IDEALPARAILUMINAÇÃO NATURAL.FONTE:ANDRÉ EISENLOHR



FIGURA32–UTILIZAÇÃO DE COLETORES SOLARES PARA AQUECIMENTO DA ÁGUA.FONTE:ANDRÉ EISENLOHR



FIGURA33–PILARESDESUSTENTAÇÃOCOMMADERASDEREFLORESTAMENTO.FONTE:ANDRÉ EISENLOHR

#### Características do projeto:

- Iluminação natural por meio de grandes painéis de vidro;
- Sistema de aquecimento da água utilizando placas solares;
- Pilares de eucalipto, vigas de jatobá, além de assoalho e deck de muracatiara provenientes de áreas de manejo sustentável;
- 95% dos resíduos de madeira foram aproveitados para a composição das paredes, armários e bancadas;
- Utilização de lâminas recicladas para isolamento térmico entre as paredes.

### Casa – lareira e ar-condicionado ecológicos

Residência construída na cidade de São Paulo, o projeto contempla inovações tecnológicas para garantir conforto térmico ao morador.

Diminuindo a temperatura interna da residência em até 5°C, o ar-condicionado ecológico foi projetado com base no conceito de resfriamento da evaporação da água. Ao passar através da cascata, o ar torna-se mais fresco e úmido e é levado, então, para o interior da casa (Fig.). Outra tecnologia adotada consistiu na lareira, que recupera o calor produzido e libera a quente para o ambiente (Fig.).

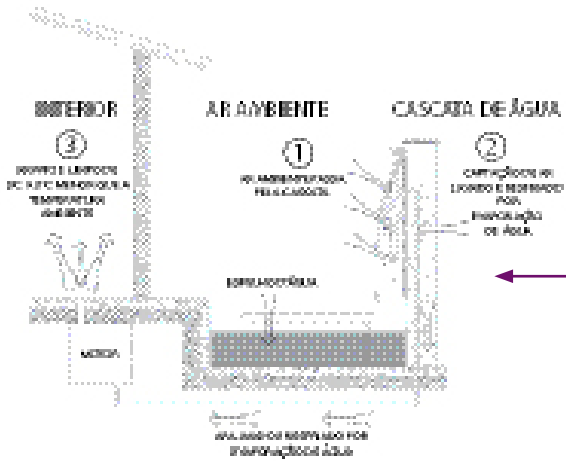


FIGURA 34 – SISTEMA DE AR-CONDICIONADO ECOLÓGICO POR MEIO DE RESFRIAMENTO DA EVAPORAÇÃO DA ÁGUA. FONTE: CONSUELO-JORGE ARQUITETURA.

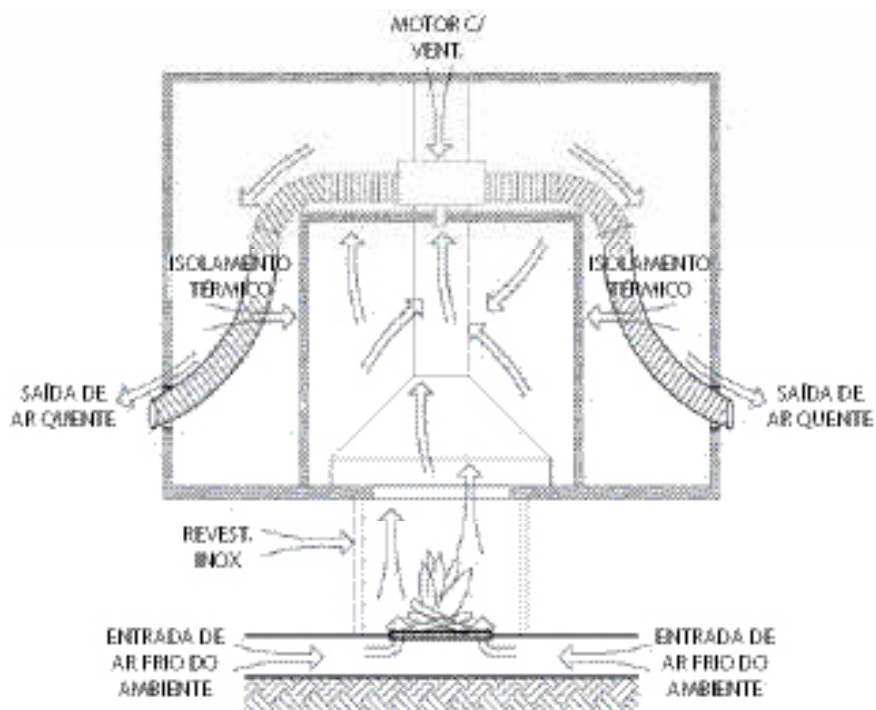


FIGURA35—OISOLAMENTOTÉRMICOQUECIRCUNDAALAREIRARECUPERAELIBERAOCA-LORPARAOEIOEXTERNO,PROMOVENDOUMAMBIENTEMAISEQUENTENOINVERNO.FONTE: CONSUELO-JORGE ARQUITETURA.

### Projeto Harmonia 57

O Edifício Harmonia 57 é um edifício comercial, localizado no bairro da Vila Madalena, em São Paulo. Definido como uma “nova visão sobre a arquitetura verde”, a água é o grande mote da construção e o sistema de tratamento e reuso da água de chuva é um dos protagonistas do projeto.

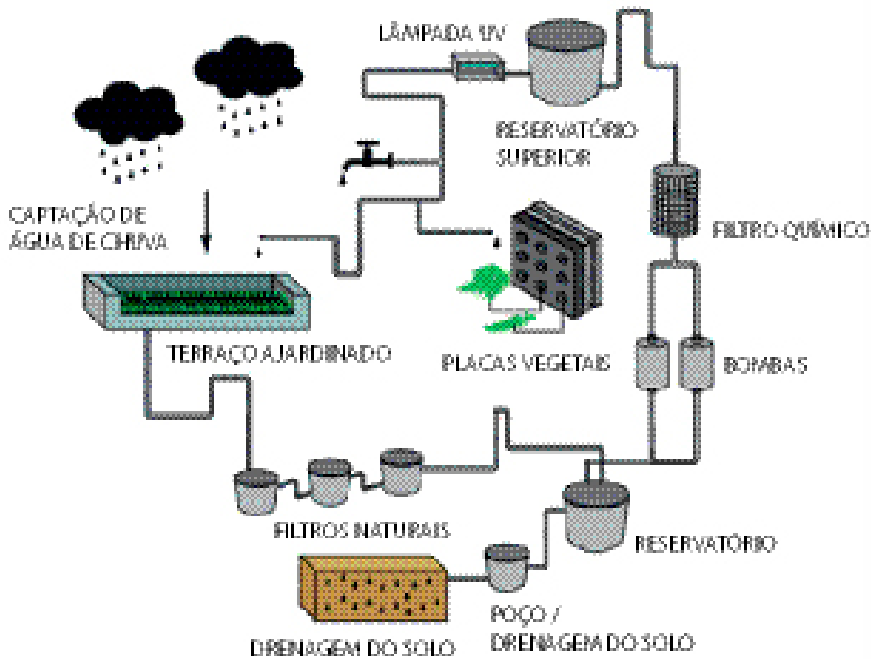


FIGURA 36 – SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA. FONTE: TRIPTYQUE ARQUITETURA. (ILUSTRAÇÃO: DIEGO VERNILLE DA SILVA)

Como outros critérios de sustentabilidade adotados no projeto, a preferência por iluminação e ventilação natural, por meio de salas com grandes janelas e terraços, foi adotada. O resultado obtido é um ambiente de trabalho diferenciado daqueles dos grandes edifícios de escritório, que consomem energia por meio de sistemas de iluminação e ar-condicionado.



FIGURA 37 – FACHADAS COM VEGETAÇÃO LOCAL E IRRIGAÇÃO POR TUBULAÇÕES QUERODEIAMA EDIFICAÇÃO GARANTEM O CONFORTO TÉRMICO DOS SEUS OCUPANTES. (FONTE: TRIPTYQUE ARQUITETURA)



# Avaliação de Sustentabilidade (Certificações)

12

## 12. Avaliação de Sustentabilidade (Certificações)

A fim de assegurar o desempenho ambiental das edificações novas e existentes, foram criados selos e certificações como ferramentas de avaliação da eficiência energética, do uso racional da água e de outros critérios de sustentabilidade.

Essas metodologias de avaliação impulsionam o movimento da sustentabilidade na construção civil, pois influenciam arquitetos e engenheiros a adotar as melhores práticas nos projetos e na execução de edificações, além de nortearem o movimento de mudança no posicionamento da sociedade civil em relação ao assunto, gerando uma transformação de mercado.

As certificações mencionadas acima são de caráter voluntário; havendo, atualmente, inúmeras certificações que avaliam edifícios comerciais, residências, escolas e até bairros. As certificações LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), criada pela ONG americana USGBC (*U.S. Green Building Council*), e AQUA (adaptação do francês HQE – *Haute Qualité Environnementale*), aplicada pela Fundação Vanzolini, são as mais conhecidas no Brasil. Entretanto, elas só foram aplicadas aqui para edifícios comerciais, não para residências.

Diante da evolução do crescimento da construção civil e do foco da sustentabilidade no setor, a Caixa Econômica Federal lançou o selo “Casa Azul”, que qualificará projetos de empreendimentos dentro de critérios socioambientais, agrupados em seis categorias: inserção urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, uso racional da água e práticas sociais.

Em relação à energia, a Eletrobrás criou o selo Procel – Edifica, em que avalia a eficiência energética dos edifícios (comerciais, de serviços e públicos) com áreas superiores a 500 m<sup>2</sup> ou atendidos por alta tensão (grupo tarifário A). Os edifícios são classificados em níveis A, B, C, D e E, de acordo com a eficiência

cia energética: nível A – alta eficiência (baixo consumo de energia) e nível E – baixa eficiência (alto consumo de energia).

O custo para que uma edificação seja reconhecida como sustentável, por meio de um processo de certificação, corresponde a algo em torno de 5 a 10% do custo da construção. O correto é a obtenção da certificação por parte dos investidores gerarem retornos na locação e venda de edificações comerciais e residenciais, ou seja, o valor agregado à edificação – uso de materiais sustentáveis, redução dos impactos ambientais, do consumo de água e energia etc – é superior aos investimentos.





## 13. Políticas Públicas – Construções Sustentáveis

Considerando os problemas ocasionados pela crise econômica, que acometeu os países recentemente, dentre os quais o desemprego, muitas nações têm adotado medidas de estímulo econômico e investimentos, sendo que alguns desses países optaram por ações relacionadas à recuperação ambiental, como é o caso dos da União Europeia.

Assim, investimentos em eficiência energética em edifícios, nos transportes, nos aparelhos elétricos, bem como na diversificação da oferta de energia – priorizando-se as energias de fontes renováveis, como eólica, solar e biomassa, especialmente em países em desenvolvimento –, têm sido fundamentais para a restauração de ecossistemas, além de gerar inúmeros empregos “verdes”, permitindo o retomado do crescimento econômico de forma sustentável.

Ressalte-se que o potencial para mitigar as mudanças climáticas, reduzindo-se as emissões de gases de efeito estufa, concentra-se em alguns setores econômicos, dentre os quais a construção. Entretanto, o aproveitamento desse potencial depende do envolvimento de outros setores, especialmente os relacionados a recursos e consumo intensivo de energia, como é o caso da mineração, do ferro, do aço, da indústria química e dos transportes.

Tendo em vista o grau e o volume de impactos ambientais ocasionados pela indústria da construção civil, é de extrema importância que sejam adotadas políticas por parte do poder público, no sentido de minimizar esses impactos, tanto nas obras públicas quanto nas da iniciativa privada.

Notocante à própria Administração, devem ser estabelecidas regras no âmbito das compras e contratações, de forma a garantir a escolha das melhores alternativas disponíveis no mercado, por parte do poder público. É o caso dos itens economizadores de água e energia, dos materiais fabricados

a partir da utilização racional de matérias-primas e que gerem baixo volume de resíduos.

Em São Paulo, existem algumas ações nesse sentido. Pode-se citar, por exemplo, o Protocolo da Construção Civil Sustentável, celebrado em 2008, entre o Governador do Estado, representado pelas Secretarias do Meio Ambiente e da Habitação, e o setor produtivo, este por meio de diversas entidades patronais atuantes no mercado da construção civil.

Referido Protocolo foi celebrado como objetivo de promover a cooperação técnica e institucional entre seus signatários, visando criar condições que viabilizem, de forma objetiva e transparente, a adoção de um conjunto de ações para consolidar o processo de desenvolvimento sustentável do setor da construção civil e desenvolvimento urbano do Estado de São Paulo.

Assim, ao aderir ao Protocolo, os representantes do setor produtivo se comprometem, dentro de suas possibilidades, a orientar os empreendedores a cumprir a legislação ambiental vigente no Estado. Além disso, deverão introduzir, sempre que viável técnica e economicamente, critérios socioambientais em seus empreendimentos, de forma a minimizar os impactos ao meio ambiente.

Ao poder público couberam a regulamentação do processo de licenciamento ambiental, integralmente transferido à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, a elaboração e aprovação de normas e legislações ambientais relacionadas com o setor da construção civil e desenvolvimento urbano e o apoio à capacitação do setor produtivo quanto à aplicação da legislação pertinente e aos processos de licenciamento.

Os órgãos do governo devem promover a compatibilização das regras do Código Sanitário com as normas técnicas, as práticas construtivas e as premissas da construção sustentável. Além disso, comprometem-se a implantar essas premissas nos projetos e licitações de obras públicas, abrangendo novas construções e reformas de edificações e de obras de infraestrutura.





# Glossário



## Glossário

**Acessibilidade:** de acordo com a NBR 9050/04, possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos.

**Agregado reciclado:** material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

**Água cinza:** efluente doméstico que não possui contribuição das bacias sanitárias e pia de cozinha.

**Área contaminada:** área onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados e que determinam impactos negativos sobre os bens a proteger.

**Área de Preservação Permanente (APP):** de acordo com o Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população.

**Área de manancial:** área drenada por cursos d'água, nascentes, rios e represas utilizadas para o abastecimento humano e manutenção de atividades econômicas.

**Análise do Ciclo de Vida (ACV):** estudo que avalia as entradas e saídas de energia e materiais e dos impactos ambientais potenciais de um produto ao longo de seu ciclo de vida.

**Arquitetura bioclimática:** harmonia e otimização dos elementos arquitetônicos com as características locais e o clima da região.

**Aquecimento solar da água:** sistema que coleta energia da radiação solar e a transforma em calor, que então é distribuído por meio de água quente até o local onde será utilizado ou armazenado para uso posterior.

## Glossário

**Compostos Orgânicos Voláteis (COV):** compostos orgânicos que evaporam a temperatura ambiente e participam de reações fotoquímicas atmosféricas (não incluem o monóxido e o dióxido de carbono). Aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos são exemplos de COVs.

**Conforto térmico:** sensação térmica agradável ao homem.

**Certificação ambiental:** reconhecimento, por parte de uma entidade independente e acreditada para o efeito, de que um processo qual quer está em conformidade com os requisitos da norma de referência.

**Desenho universal:** aquele que visa atender à maior gama de variações possíveis das características antropométricas (técnicas para medir o corpo humano ou suas partes) e sensoriais da população.

**Documento de Origem Florestal (DOF):** licença obrigatória para o transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa.

**Eficiência energética:** otimização no consumo de energia.

**Energia renovável:** energia derivada de processos naturais que são repostos constantemente.

**Eutrofização:** processo por meio do qual um corpo d'água adquire níveis altos de nutrientes, provocando o acúmulo de matéria orgânica em decomposição.

**Filtro de múltiplas camadas:** consiste em várias camadas de meios filtrantes de diferentes tipos de materiais (areia, pedregulho, brita) por onde passa o efluente a ser tratado.

**Iluminação zenital:** luz natural que entra por aberturas situadas nas coberturas de edificações.

**Isolamento térmico:** utilização de técnicas (uso de materiais e processos) que dificultam a dissipação de calor de um ambiente.

## Glossário

**Madeira legal:** madeira de procedência legal comprovada pela apresentação do DOF (Documento de Origem Legal).

**Madeira certificada:** madeira que agrega, em seu processo produtivo, exigências e características ambientais e sociais estipuladas por certificadoras credenciadas.

**Placas fotovoltaicas:** coletores de energia solar que convertem em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício.

**Plano Diretor Municipal:** instrumento básico para a definição da política de desenvolvimento e expansão urbana, devendo estabelecer um modelo compatível com a proteção dos recursos naturais em defesa do bem-estar da população.

**Procel:** Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

**Radiação solar:** energia radiante sob a forma de radiação eletromagnética emitida pelo Sol.

**Reciclagem:** é qualquer técnica ou tecnologia que permite o reaproveitamento de um resíduo, após os mesmos terem sido submetidos a um tratamento que altere suas características físico-químicas.

**Resíduos da Construção Civil (RCC):** resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil.

**Telhado branco:** telhados, coberturas e lajes pintados com tinta branca. Esta técnica consiste em diminuir a absorção do calor.

**Telhado verde:** consiste na aplicação de vegetação em telhados e lajes de edificações com a finalidade de prover conforto térmico e retenção de águas pluviais.

**Usina fotovoltaica:** usina geradora de energia por meio de inúmeras placas fotovoltaicas instaladas em uma mesma área para abastecimento público.



## Referências Bibliográficas

- BARROSO-KRAUSE, C. *Instalação de coletores solares – Dicas para arquitetura*. Disponível em: <<http://www.proarq.fau.ufrj.br/>>. Acesso em: 14 out. 2009.
- CARNEIRO, A.P.; BRUM, I.A.S.; CASSA, J.C.S. *Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção*. In: *Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção*. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. 312p.
- CUNHA, A. Sol para todos. *Construção & Negócios*, ano 3, pp. 3-9, 2009.
- DIDONÉ, D. IWAKURA, M. *Casas sustentáveis devem beber pouca água*. Disponível em: <<http://www.folhasp.com.br>>. Acesso em: 21 out. 2009.
- ELETROBRÁS. *Eletrodomésticos*. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/procel>>. Acesso em 14 dez. 2010.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). *Plano Nacional de Energia – PNE 2030*. Rio de Janeiro, 2007.
- GONÇALVES. *Manual de conservação de águas*. Disponível em: <<http://www.www.cbcs.org.br/userfiles/bancoDeConhecimento/ManualConservacaoDaAgua.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2010.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). *Conforto térmico humano*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 11 dez. 2009.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)/LABSOLAR. *Brasil – SR Solar Model Annual and Seasonal Latitude Tilt Radiation for Brazil*. 2005.
- IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). *Madeira: usos sustentáveis na construção civil*. 2ª edição. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.
- JOHN, V.M.; OLIVEIRA, D.P.; LIMA, J.A.R. *Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais. Tecnologias para construção habitacional mais sustentável*. São Paulo: Projeto FINEP 2386/04, 2007.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: PW, 1997. 192p.

## Referências Bibliográficas

- PAULA, R.Z. de. *A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído*. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2004. Dissertação de Mestrado.
- PRADO et al. *Levantamento do estado da arte: Energiasolar*. São Paulo: Projeto FINEP 2386/04.
- ROAF, S.; FUENTES, M. THOMAS, S. *Ecohouse – A casa ambientalmente sustentável*. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- ROSENZWEIG, C.; GAFFIN, S.; PARSHALL, L. *Green roofs in the New York Metropolitan Region*. Columbia University Center for Climate Systems Research/NASA Goddard Institute for Space Studies.
- UDAETA, M. E. M.; KANAYAMA, P. H. A conservação da energia elétrica a partir da reciclagem de lixo. In: Seminário de Reciclagem de resíduos, 1997, Vitória. *Anais...* Vitória: ABM, 1997. p.215-232.
- UNEP/ILO/IOE/ITUC. Buildings. In: *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low Carbon World*. September 2008. Disponível em: <[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—dgreports/—dcomm/documents/publication/wcms\\_098503.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—dgreports/—dcomm/documents/publication/wcms_098503.pdf)>. Acesso em 20 set. 2009.









## Ficha técnica

### Cadernos de Educação Ambiental

#### Coordenação Geral

Silvana Augusto

### Caderno Habitação Sustentável

#### Autoria

Christiane Aparecida Hatsumi Tajiri

Denize Coelho Cavalcanti

João Luiz Potenza

#### Comissão editorial

José Ênio Casalecchi

Roberta Buendia Sabbagh

#### Execução das figuras

Diego Vernille da Silva

Natália Mayumi Uozumi

#### Colaboração

Florência Chapuis

Letícia Morse Gosson Jorge

Márcia Maria do Nascimento

#### Produção editorial

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo – IMESP

#### Editoração eletrônica

Teresa Lucinda Ferreira de Andrade

### Revisão do texto

Denise Scabin Pereira

Wilson Ryoji Imoto

### CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo – IMESP

Fotos cedidas: Acervo SMA, André Einsenlohr, Anísio Elias Borges, Consuelo-Jorge Arquitetura, Heliotek, Marcondes Perito-Engenharia e Arquitetura, Triptyque Arquitetura.







Secretaria de Estado do Meio Ambiente  
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345  
São Paulo SP 05459-010  
Tel: 11 3133-3000  
[www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)

Coordenadoria de Planejamento Ambiental  
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345  
São Paulo SP 05459-010  
Tel: 11 3133-3636  
[www.ambiente.sp.gov.br/cpla](http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla)

Disque Ambiente: 0800 11 3560