

HABITAÇÃO AUTOSSUFICIENTE

INTERLIGAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS

ANTÔNIO DOMINGOS DIAS FERREIRA

HABITAÇÃO AUTOSSUFICIENTE

INTERLIGAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS



EDITORA INTERCIÊNCIA

Rio de Janeiro – 2014

Copyright © 2013, by Antônio Domingos Dias Ferreira
Direitos Reservados em 2014 por **Editora Interciência Ltda.**
Diagramação: Claudia Regina S. L. de Medeiros
Revisão Ortográfica: Maria Helena de Aguiar Huebra
Carlos Alexandre Fernandez
Capa: Marcella Real

CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

F439h

Ferreira, Antônio Domingos Dias

Habitação autossuficiente: interligação e integração de sistemas alternativos / Antônio Domingos Dias Ferreira. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

154 p.: il.; 23 cm.

Inclui bibliografia

Inclui anexos, glossário

ISBN 978-85-7193-338-5

1. Construção civil – Aspectos ambientais. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Proteção ambiental. I. Título.

13-07119

CDD: 690

CDU: 69.03

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,
sem autorização por escrito da editora.

www.editorainterciencia.com.br



Editora Interciência Ltda.

Rua Verna Magalhães, 66 – Engenho Novo

Rio de Janeiro – RJ – 20710-290

Tels.: (21) 2581-9378 / 2241-6916 – Fax: (21) 2501-4760

e-mail: vendas@editorainterciencia.com.br

Impresso no Brasil – *Printed in Brazil*



Agradecimentos



*A*gradeço aqui, em primeiro lugar, a Deus, por ter permitido cada um dos passos que dei em minha vida.

Às minhas orientadoras, Professora Ana Lúcia Torres Seroa da Motta, Ph.D e Professora Patrícia Fraga Rocha Rabelo, D.Sc. pelo inestimável auxílio ao longo deste trabalho.



Prefácio



O orgulho-me por ter sido convidada para prefaciar este livro tão importante para o contexto ambiental atual. A relevância do tema e a extrema capacidade intelectual e profissional do autor é um presente para os leitores porque, como o mesmo afirma: “[...] ajuda a viabilizar tipologias habitacionais ambientalmente corretas, dando assim sua contribuição na busca de um modelo mais sustentável para nossas cidades.”

Engenheiro Civil de formação, com Mestrado na mesma área, Antônio Domingos Dias Ferreira tem o compromisso com a engenharia e com o meio ambiente, que se traduz em medidas concretas para um mundo melhor e mais feliz, com cidades mais sustentáveis. Atuou proativamente desde o início da pós-graduação *stricto sensu*, com objetivos de realizar pesquisa exaustiva, que pudesse trazer resultados práticos, eficientes e eficazes, assumindo sua responsabilidade social ao pensar e agir em favor do desenvolvimento de uma nova concepção de habitação autossuficiente. Considero Antônio Ferreira um importante ator no processo de desenvolvimento sustentável no Brasil, por sua contribuição com este livro que ora chega às mãos dos leitores.

Ao investir em uma construção autossuficiente contribui para melhoria não só ambiental, mas da qualidade de vida das pessoas, também do ponto de vista econômico e social, colaborando com um

estilo de vida mais adequado e benéfico aos dias atuais e futuros do planeta. Por isso, este livro não poderia ser mais oportuno no momento. A preocupação com o meio ambiente, qualidade de vida e construção de um mundo melhor e mais responsável, é um de seus principais diferenciais.

O tema sustentabilidade está em alta em todas as áreas do conhecimento, e debatido em todos os meios de comunicação social. Não incluir “sustentabilidade” nas propostas em qualquer setor está fora de cogitação. No entanto, os desafios para lograr êxito e construir um futuro sustentável ainda são muitos. Este é o grande desafio do século XXI, segundo o Protocolo de Quioto (1997), reiterado com desenvolvimento e crescimento econômico e as diretrizes do desenvolvimento sustentável, pela Rio +20 (2012). É preciso considerar os desafios a ultrapassar em cada área e as chances de sucesso, para que a sustentabilidade não fique só no discurso.

O Brasil está seguindo o fluxo global na direção de vencer os desafios de edificações que sejam saudáveis, social, econômica e ambientalmente. Segundo o *Green Building Council* – Brasil, o país já ocupa o quarto lugar no *ranking* mundial de construções verdes, tendo 51 prédios já certificados e mais de 500 atualmente em processo de certificação. O país fica atrás apenas dos Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China.

Apesar desses esforços, analistas da área percebem que ainda se está muito longe do desejável, ainda mais quando constatam que parte significativa da população mundial não tem acesso à energia, água potável, renda adequada, entre outros aspectos, o que reflete o alto grau de desigualdade social. É preciso constantes e extensivos avanços em estudos e implementação de tecnologias voltadas para a sustentabilidade, como faz o autor ao organizar este livro. As edificações precisam atender às necessidades atuais e futuras de seus usuários, visando à melhoria da qualidade de vida da população.

Com competência e propriedade, este livro “Habitação autossuficiente: interligação e integração de sistemas alternativos” apresenta diretrizes básicas e de fácil assimilação para permitir ao leitor, profissional ou leigo, compreender e poder executar a proposta de uma edificação autossustentável nos aspectos de captação de água e reúso,

coleta e tratamento de esgoto, uso da energia solar para aquecimento de água e geração de energia elétrica, oferecendo informação a respeito de diferentes tecnologias já existentes para estas finalidades. Comprova ainda a relação custo \times benefício favorável aos moradores, com tempo de retorno do investimento realizado altamente satisfatório.

Por meio de uma linguagem fácil, explicações claras e riqueza de detalhes científicos, organizadas de forma didática, o autor apresenta os temas a partir de uma sequência lógica de capítulos, que facilitam a tarefa de planejar habitações cada vez mais sustentáveis. Após a introdução, cada capítulo traz informações sobre o tema abordado em termos de realidade mundial e nacional e experiências concretas. Apresenta o capítulo de “Habitação Autossuficiente” onde constata a possibilidade de sua execução com todos os sistemas discutidos; explica como integrar estes sistemas e suas relações custo \times benefício, bem como o tempo de retorno de cada um deles.

A abordagem do livro nos remete a um tipo de edificação/habitação como um modelo mais sustentável para as cidades. Dessa forma, Antônio Ferreira garante a viabilidade de incorporar de vez a questão da sustentabilidade na habitação e a satisfação dos usuários.

No entanto, vale ressaltar que, além de ser necessário estar em constante busca por técnicas sustentáveis e inovadoras, é imprescindível, como afirma o próprio autor, conhecer e analisar a rotina dos usuários para obter estimativas de uso e custo compatíveis com a performance desejada para a edificação.

É com imensa satisfação que recomendo a leitura de “Habitação autossuficiente: interligação e integração de sistemas alternativos” em prol da sustentabilidade, qualidade ambiental e qualidade de vida. Espero que este livro sirva para iluminar ainda mais as ações individuais ou governamentais, em defesa da sustentabilidade na construção, promovendo o constante debate sobre o tema.

Patrícia Fraça Rocha Rabelo

Arquiteta e Urbanista, Dr^a em Arquitetura
 Professora e pesquisadora na Universidade da Amazônia nos Cursos
 de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano
 e Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Lista de Figuras



FIGURA 1.1	Esquema em blocos dos aspectos relacionados à habitação autossuficiente	6
FIGURA 2.1	Estação de tratamento de água destinada à distribuição pública.	11
FIGURA 2.2	Abastecimento de água na zona urbana – 2006 . . .	13
FIGURA 2.3	Abastecimento de água na zona rural – 2006	14
FIGURA 2.4	Principais áreas de aproveitamento de água pluvial no mundo	15
FIGURA 2.5	Componentes do sistema de coleta da água de chuva para consumo humano	16
FIGURA 2.6	Captação de água de chuva	16
FIGURA 2.7	Pré-filtro (caixa retentora) para limpeza de materiais grosseiros em suspensão. (Vista superior) . .	18
FIGURA 2.8	Clorador de pastilhas para desinfecção da água . . .	19
FIGURA 2.9	Filtro para retirar partículas microscópicas	20
FIGURA 2.10	Filtro comercial para limpeza de água da chuva recolhida de áreas cobertas.	20
FIGURA 2.11	Cisternas construídas em fibra de vidro	22
FIGURA 2.12	Sistema para captação de água de chuva.	23
FIGURA 2.13	Ciclo hidrológico.	24

FIGURA 2.14	Potencialidades médias de água subterrânea no Brasil.	25
FIGURA 2.15	Projeto construtivo de poço doméstico em área de baixada sedimentar.	31
FIGURA 2.16	Projeto construtivo de poço doméstico em área de pequena cobertura de solo.	32
FIGURA 3.1	Conversões das diferentes formas de energia.	35
FIGURA 3.2	Mapa solarimétrico da radiação solar incidente (Ly/dia).	36
FIGURA 3.3	Mapa da média anual de insolação diária no Brasil (horas).	38
FIGURA 3.4	Ilustração de um sistema solar de aquecimento de água.	40
FIGURA 3.5	Coletor solar instalado na Casa Solar do CEPEL. . .	41
FIGURA 3.6	Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC.	42
FIGURA 3.7	Efeito fotovoltaico em uma junção PN.	43
FIGURA 3.8	Corte transversal de uma célula fotovoltaica.	47
FIGURA 3.9	Painéis solares da Siemens (a) e painéis instalados na Casa Solar/CEPEL (b).	48
FIGURA 3.10	Formas usuais de instalação de módulos fotovoltaicos.	49
FIGURA 3.11	Banco de baterias e suas interligações.	50
FIGURA 3.12	Controladores de carga.	50
FIGURA 3.13	Inversores comerciais.	51
FIGURA 3.14	Perspectiva do sistema de energia fotovoltaica fornecendo corrente alternada.	52
FIGURA 3.15	Diagrama de sistema fotovoltaico para vários tipos de carga.	52
FIGURA 3.16	Nanotubos deuplicam a capacidade de coleta de luz.	53
FIGURA 3.17	Tinta semicondutora (a), impressora (b) e célula pronta (c).	54
FIGURA 4.1	Esgotamento sanitário na zona urbana – 2006.	61
FIGURA 4.2	Esgotamento sanitário na zona rural – 2006.	62

FIGURA 4.3	Esquema construtivo do sanitário seco – vista lateral	64
FIGURA 4.4	Esquema construtivo do sanitário seco – vista frontal (a) e posterior (b)	64
FIGURA 4.5	Compartimento para guardar a serragem (a) e uso da serragem no sanitário (b)	65
FIGURA 4.6	Visão externa do sanitário seco com suas duas câmaras de compostagem	67
FIGURA 4.7	Projeto desenvolvido pela ONG Sociedade do Sol . . .	70
FIGURA 4.8	Tanque séptico	74
FIGURA 4.9	Sistema de tanque séptico com disposição final para efluente	74
FIGURA 4.10	Procedimento construtivo desejável (vazamentos nas juntas quase impossíveis)	79
FIGURA 4.11	Filtro anaeróbio tipo circular com entrada única de esgoto	81
FIGURA 4.12	Sumidouro com proteção – Planta e corte	82
FIGURA 5.1	Diagrama em blocos dos sistemas e suas ligações à edificação	86
FIGURA 5.2	Cisterna de placas	90
FIGURA 5.3	Eletronível para caixa-d’água (a) e realimentador de água (b)	92
FIGURA 5.4	Clorador flutuante	103



Lista de Tabelas



TABELA 2.1	Valores de consumo predial (em litros/dia)	17
TABELA 3.1	Unidades de radiação solar e fatores de conversão . . .	37
TABELA 3.2	Dados comparativos entre eletrodomésticos e gasodomésticos	55
TABELA 4.1	Máximas concentrações de substâncias permitidas . . .	69
TABELA 4.2	Contribuição diária de esgoto (C) e lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e ocupante em litros/ pessoa × dia ou em litros/unidade × dia	76
TABELA 4.3	Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária	76
TABELA 4.4	Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio	77
TABELA 5.1	Preços (R\$) para construção da cisterna de placas (10 000 litros)	91
TABELA 5.2	Preços (R\$) para implantação da captação de água de chuva	91
TABELA 5.3	Preços (R\$) para implantação da captação de água subterrânea	94

TABELA 5.4	Tarifas 2012 – Companhia Estadual de Águas e Esgoto do RJ	95
TABELA 5.5	Capacidades de armazenamento e preços (R\$) do sistema aquecedor solar	96
TABELA 5.6	Equipamentos a serem alimentados pelo sistema fotovoltaico	97
TABELA 5.7	Preços (R\$) para implantação do sistema fotovoltaico	97
TABELA 5.8	Tarifas de baixa tensão 2013 (R\$/kWh) – Light – RJ. .	98
TABELA 5.9	Preços (R\$) para implantação do sistema de sanitário seco	101
TABELA 5.10	Preços (R\$) para implantação do sistema de reúso de água	104
TABELA 5.11	Preços (R\$) para implantação do sistema de fossa séptica.	109
TABELA 5.12	Custos totais e tempos de retorno dos sistemas analisados	110



Lista de Gráficos



GRÁFICO 2.1	Moradores com acesso a sistema de abastecimento de água no Brasil em zona urbana e rural	12
GRÁFICO 3.1	Participação das fontes de energia renováveis no Brasil.	45
GRÁFICO 4.1	Percentual de moradores com acesso a esgotamento sanitário adequado no Brasil em zona urbana e rural	60



Sumário



Prefácio	VII
Lista de Figuras	XI
Lista de Tabelas	XV
Lista de Gráficos	XVII

CAPÍTULO 1

<i>Introdução</i>	1
-----------------------------	---

CAPÍTULO 2

<i>Sistemas para Captação de Água de Chuva e Subterrânea</i> . . .	7
2.1 O ABASTECIMENTO TRADICIONAL DE ÁGUA NO BRASIL . . .	9
2.1.1 A realidade do abastecimento de água potável nas zonas urbanas e rurais brasileiras	11
2.2 SISTEMA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA	15
2.3 SISTEMA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	23
2.3.1 O Ciclo Hidrológico e a Água Subterrânea no Brasil	23
2.3.2 Fatores de Competitividade e de Risco na Utilização das Águas Subterrâneas	26

2.3.3	Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea . .	27
2.3.4	Projeto Construtivo Básico de Poço Doméstico	30

CAPÍTULO 3

	<i>Sistemas para Aproveitamento de Energia Solar</i>	33
3.1	MAPA SOLARIMÉTRICO BRASILEIRO	36
3.2	SISTEMA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR.	39
3.2.1	Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC	41
3.3	SISTEMA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	42
3.3.1	Importância das Energias Renováveis na Matriz Energética Brasileira	44
3.3.2	Sistema de Geração de Energia Elétrica Solar	45

CAPÍTULO 4

	<i>Sistemas para Coleta e Tratamento de Esgoto</i>	57
4.1	ACESSO AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL	59
4.1.1	A Realidade do Esgotamento Sanitário nas Zonas Urbanas e Rurais Brasileiras	61
4.2	SISTEMA UTILIZANDO SANITÁRIO SECO	63
4.3	SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA.	67
4.4	SISTEMA DE FOSSA SÉPTICA.	71
4.4.1	Projeto e Construção de Tanque Séptico	74
4.4.2	Tratamento Complementar dos Efluentes de Tanque Séptico	79

CAPÍTULO 5

	<i>A Habitação Autossuficiente</i>	83
5.1	DIAGRAMA EM BLOCOS DOS SISTEMAS INTEGRADOS . .	85
5.2	RELAÇÃO CUSTO × BENEFÍCIO	87
5.2.1	Captação de Água de Chuva.	88
5.2.2	Captação de Água Subterrânea	92

5.2.3	Aquecimento de Água com Energia Solar	95
5.2.4	Geração de Energia Solar Fotovoltaica.	96
5.2.5	Sanitário Seco	99
5.2.6	Reúso de Água	102
5.2.7	Fossa Séptica	105
5.3	CUSTOS TOTAIS E TEMPOS DE RETORNO DOS SISTEMAS	110

CAPÍTULO 6

	<i>Um Modelo mais Sustentável para Nossas Cidades</i>	<i>111</i>
	Anexos	115
	Glossário de Termos.	123
	Referências	127