

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA
AMBIENTAL – ÊNFASE EM GESTÃO

**A CERTIFICAÇÃO VERDE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO
CIVIL:
OS BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO E USO
EFICIENTE DA ÁGUA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Philippi.

NELSON BOECHAT CUNHA JUNIOR

Florianópolis, SC
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Cunha Junior, Nelson Boechat

A Certificação Verde no Setor da Construção Civil
[dissertação] : os benefícios da implementação da gestão e
uso eficiente da água / Nelson Boechat Cunha Junior ;
orientador, Luiz Sérgio Philippi - Florianópolis, SC, 2012.
136 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Certificação ambiental de
edifícios. 3. Selo verde. 4. Construção civil. 5. Uso
eficiente da água. I. Philippi, Luiz Sérgio. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

NELSON BOECHAT CUNHA JUNIOR

**A CERTIFICAÇÃO VERDE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO
CIVIL: OS BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO
E USO EFICIENTE DA ÁGUA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre Profissional em Engenharia Ambiental”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Florianópolis, 14 de dezembro de 2012.

Prof. Maurício Sens, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Luiz Sérgio Philippi, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Paulo César Machado Ferroli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha família que me apoiou em todos os dias desta jornada, especialmente à minha esposa pelo incentivo ao estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a oportunidade de estudar integrando esta maravilhosa turma de mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Instituto de Competências Empresariais de Minas Gerais (ICE MG), que, mesmo com a grande diversidade de profissionais, proporcionou uma troca muito rica de informações e discussões, o que contribuiu efetivamente para o enriquecimento do curso.

Agradeço ao corpo docente da UFSC, que teve a competência de nos transmitir conhecimento e conduzir firmemente a turma, e aos professores que compuseram a banca que contribuiu para o aprimoramento deste trabalho, sobretudo ao Prof. Luiz Sérgio Philippi pela orientação, pois, apesar da distância geográfica, esteve sempre presente e disponível para ampliar o horizonte deste seu novo discípulo e contribuir para a realização deste trabalho.

Agradeço às empresas que abraçaram este trabalho e fazem parte dele. A receptividade e a presteza de cada uma delas foram fundamentais para o bom andamento das pesquisas e a difusão de boas práticas de sustentabilidade para a sociedade.

Agradeço a minha esposa e companheira, Margot, ao meu filho, Juliano, e a minha mãe, Marilena, pela paciência, incentivo e carinho em todos os momentos desta caminhada.

Obrigado a Deus!

*Daria valor às coisas, não por aquilo que valem,
senão pelo que significam.*

(Gabriel García Márquez)

RESUMO

Esta pesquisa objetiva o estudo das certificações ambientais de edificações, ou “selos verdes”, utilizados na construção civil brasileira, quanto a sua importância na implementação da gestão da água e da redução do consumo de água potável nos edifícios. Os modelos mais usados atualmente no Brasil são o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), fornecido pelo U. S. Green Building Council e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), disponibilizado pela Fundação Vanzolini. Para embasar este trabalho, foi aplicado um questionário dirigido às duas principais instituições ligadas à certificação verde para o setor de construção civil, tomando como base a grande experiência e o conhecimento adquirido por ambas as empresas no acompanhamento de diversos empreendimentos certificados no País ao longo de cinco anos. As perguntas visaram verificar quais os objetivos e resultados práticos para a gestão e o uso eficiente da água quando da aplicação dos modelos de certificação nas edificações. A partir dos dados e informações obtidas, foram identificados cinco empreendimentos certificados ou em processo de certificação, denominados Estudos de Caso, para levantamento e verificação das estratégias adotadas, as tecnologias implantadas e os resultados obtidos em cada um deles. Os estudos de caso analisados em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais apontaram um resultado superior a 26 milhões de litros de água potável economizados em média por ano, o que representa, em termos percentuais, uma economia de 77,43% no consumo de água potável. Esse resultado apresenta o potencial dos programas de certificação ambiental em edificações como uma excelente ferramenta para a aplicação de uma gestão eficiente, a redução do consumo de água potável e o incremento de novas tecnologias nas edificações brasileiras.

Palavras-chaves: Certificação ambiental de edificações; selo verde; construção civil; uso eficiente da água; consumo de água.

ABSTRACT

This research aims to study the environmental certification of buildings, or the ecolabels, used in the Brazilian civil construction, considering its importance in the implementation of water management and reducing potable water consumption in buildings. The certification models mostly applied in Brazil are LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), provided by the US Green Building Council and AQUA (High Environmental Quality), provided by Fundação Vanzolini. In order to support this work, a questionnaire was applied to the two main institutions involved in green certification for the construction industry, based on the vast experience and knowledge gained by both companies in monitoring many certified buildings in this country in a five-year period. The questions were aimed at verifying what were the goals and outcomes for the management and efficient use of water when applying for certification models in buildings. From the data and information obtained, five buildings certified or in the certification process were identified. They were called Case Studies, and were the basis for the collection and verification of the strategies that were adopted, the technologies that were implemented and the results that were obtained in each case. The case studies analyzed in Sao Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais states showed a result of more than 26 million liters of drinking water saved per year on average, which represents in percentage terms, savings of 77.43% in potable water consumption. This result shows the potential in environmental certification of buildings programs as an excellent tool for implementing an efficient management, reducing potable water consumption and increasing the adoption of new technologies in the Brazilian buildings.

Keywords: Environmental certification of buildings; ecolabels; construction, water use efficiency, water consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Saneamento e água, compromissos de ajuda por região, WHO, 2012.	29
Figura 2 – Distribuição dos recursos hídricos, superfície e população no Brasil.	33
Figura 3 – Vazão retirada e consumida por tipo de uso no Brasil.	34
Figura 4 – Ações de gerenciamento de água.	38
Figura 5 – Distribuição percentual das classes do IQA para os 1988 pontos de amostragem.	40
Figura 6 – Balanço hídrico do edifício: demanda e oferta de água segundo uso e qualidade.	42
Figura 7 – Consumo <i>per capita</i> de água potável e água de reuso (litros/hab./dia).	44
Figura 8 – Oferta e demanda <i>per capita</i> de água de reuso (litros/hab./dia).	45
Figura 9 – Distribuição do consumo de água nos setores da edificação dotada de reuso.	45
Figura 10 – Registros e certificados LEED no Brasil.	73
Figura 11 – Comparativo dos pesos das diferentes categorias dos modelos de certificação.	84
Figura 12 – Perfil de desempenho do modelo de certificação AQUA.	86
Fonte: Referencial Técnico de Certificação – Vanzolini, 2007.	86
Figura 13 – Perspectiva do Hospital Regional de Juiz de Fora.	98
Figura 14 – Foto de parte dos tanques a serem utilizados como reservatórios inferiores para água de reuso.	99
Figura 15 – Fotos do sistema de telhado verde a ser utilizado no empreendimento.	100
Figura 16 – Foto da esplanada da Nova Arena BH que está sendo revitalizada para a Copa do Mundo de 2014.	101
Figura 17 – Fotos da montagem da estrutura da nova cobertura do Estádio Mineirão – área de 58.287 m ²	102
Figura 18 – Fotos da montagem da estrutura dos reservatórios de água de reuso abaixo das arquibancadas.	102
Figura 19 – Foto da entrada do condomínio logístico GR Jundiáí.	103
Figura 20 – Fotos do pátio interno com a rede de drenagem e das descidas de água pluvial da cobertura.	104
Figura 21 – Equipamentos com dispositivos economizadores utilizados no GR Jundiáí.	105
Figura 22 – Foto do equipamento utilizado no tratamento de águas cinzas e do hidrômetro de controle exclusivo para a água de reuso.	106
Figura 23 – Foto da entrada do condomínio logístico Centeranel.	106
Figura 24 – Foto do pátio interno do Bloco C, onde há o reservatório de aduelas de concreto, o poço de visita e a lagoa de retenção com vertedouro para prevenção de enchentes.	107

Figura 25 – Foto do pátio interno entre os Blocos B e A onde se vê a calha central de drenagem do piso.	108
Figura 26 – Foto do reator UASB e tanque aeróbio utilizado na Etac e os dois reservatório de água, sendo o de 87 m³ para água do poço artesiano e água potável e o maior de 715 m³ para água de reuso.	109
Figura 27 – Foto das redes independentes, inclusive registros, para água potável (P) e não potável (NP) nos galpões.	109
Figura 28 – Foto da entrada da loja Leroy Merlin de Niterói.	110
Figura 29 – Fotos dos equipamentos e identificações dos dispositivos economizadores da loja.	111
Figura 30 – Balanço hídrico do edifício: demanda e oferta de água segundo uso e qualidade.	111
Figura 31 – Fotos da rede de captação de água de chuva e do reservatório superior.	112
Figura 32 – Fotos do poço de vista do reservatório inferior de água de chuva e do gradeamento.	113
Figura 33 – Fotos da rede de distribuição da água de chuva (cor lilás) e do medidor específico.	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo <i>per capita</i> de água no Brasil	32
Tabela 2 - Distribuição do consumo de água em uma residência	35
Tabela 3 - Uso não potável e características de qualidade da água	48
Tabela 4 - Soluções alternativas de conservação associadas às categorias estratégicas	52
Tabela 5 - Parâmetros de qualidade de água para uso não potável das águas de chuva.	58
Tabela 6 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.....	59
Tabela 7 - Características das correntes do esgoto sanitário (águas negras, amarelas e cinzas)	62
Tabela 8 - Classificações e parâmetros para esgoto conforme reuso.....	64
Tabela 9 -Níveis de certificação LEED.	74
Tabela 10 - Estrutura de avaliação da qualidade ambiental do edifício no modelo AQUA.	76
Tabela 11 - Comparativo da organização dos modelos de certificação.....	83
Tabela 12 - Pré-requisitos e créditos para uso racional da água no modelo LEED.	85
Tabela 13 - Critérios e exigências para a gestão da água no modelo AQUA.	87
Tabela 14 - Valores comparativos para avaliação de consumo de água no modelo AQUA.	91
Tabela 15 - Comparativo entre os critérios de gestão e uso racional da água nos modelos de certificação.....	92
Tabela 16 - Quadro-resumo dos estudos de caso - Parte A.	119
Tabela 17 - Quadro-resumo dos estudos de caso - Parte B.	120
Tabela 18 - Quadro-resumo dos estudos de caso - Parte C.	121
Tabela 19 - Quadro-resumo dos percentuais de economia.....	123
Tabela 20 - Quadro-resumo dos resultados físicos e econômicos.....	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ademg	Administração de Estádios do Estado de Minas Gerais
ANA	Agência Nacional de Águas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BEE	Building Environmental Efficiency
CBH	Comitê de Bacias Hidrográficas
Cedae	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
Cetesb	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio (mg/L)
Dnaee	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DQO	Demanda Química de Oxigênio total (mg/L)
Etac	Estação de Tratamento de Águas Cinzas
Fiesp	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
GBC	Green Building Council
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
IQA	Índice de Qualidade das Águas
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira da ABNT
NMP	Número mais Provável
NP	Não-potável
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Potável
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
Prosab	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício (QAE)
RH	Região Hidrográfica
Sabesp	Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Secovi	Sindicato da Habitação

SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE)
Sinduscon-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo
Singreh	Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
Sisnama	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
Unesco	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USGBC	US Green Building Council
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	23
2	OBJETIVOS.....	25
2.1	OBJETIVO GERAL.....	25
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
3.1	SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTEN- TÁVEL.....	26
3.2	A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	28
3.3	CONSUMO DE ÁGUA – USOS E DEMANDAS	30
3.4	GESTÃO DAS ÁGUAS.....	37
3.5	O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....	53
3.5.1	POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA	55
3.5.2	QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA.....	56
3.6	O REUSO DE ÁGUAS CINZAS.....	60
3.7	SELOS VERDES – OS MODELOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES.....	66
3.8	CARACTERIZAÇÃO DOS DOIS PRINCIPAIS MODELOS DE CERTIFICAÇÃO VERDE UTILIZADOS NO BRASIL.....	72
3.8.1	A CERTIFICAÇÃO LEED.....	73
3.8.2	A CERTIFICAÇÃO AQUA.....	75
3.9	LEGISLAÇÃO SOBRE O TEMA	77
4	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO.....	82
4.1	COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS LEED E AQUA EM RELAÇÃO À GESTÃO E AO USO RACIONAL DA ÁGUA	83
4.2	QUESTIONÁRIO DIRIGIDO ÀS EMPRESAS DE CONSULTORIA.....	93
4.3	IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....	96
4.4	ESTUDOS DE CASO	97
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	114
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	127
	REFERÊNCIAS.....	130

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água é crescente em todo o mundo e o Brasil não está muito longe dessa situação. O sinal de alerta já foi aceso. Um dado alarmante vem da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT): os efeitos da poluição e da falta de água potável matam mais do que a violência e encurtam, por ano, a vida de mais de 1,8 milhão de crianças com menos de cinco anos de idade (CORCORAN, 2010). Milhões de pessoas no mundo sobrevivem com menos de 20 litros de água por dia (BC International Committee, 2009) e estimativas apontam que, em 15 anos, 1,8 bilhão de pessoas viverá em regiões com grave escassez de água potável (SCHOMAKER, M. et al., 2007).

A carência desse recurso tem sua origem, sobretudo, no mau uso e na falta de conscientização da população sobre a preservação dos mananciais e lençóis subterrâneos. Além do desmatamento das margens dos rios e assoreamento de seus leitos, a população e as empresas continuam despejando em rios, córregos e ribeirões o esgoto doméstico e industrial, transformando os recursos hídricos em permanente e inesgotável depósito de resíduos.

As boas iniciativas podem resultar em soluções a essa questão. Observa-se que o poder público, a academia e o setor produtivo demonstram, cada vez mais, maturidade no desenvolvimento de projetos que têm como objetivo conservar ou recuperar os recursos hídricos. Hoje, há entendimento claro de que a água é um bem finito, que tem de ser gerido de forma sustentável. Torna-se, portanto, importante a implementação de programas de educação ambiental, eficiência de uso de recursos naturais, como água e energia, redução de consumo, reciclagem e controle de poluição de águas, além do desenvolvimento de novas tecnologias para proteção, conservação e recuperação desses recursos.

Sabe-se, por exemplo, que o consumo para uso doméstico é expressivo, principalmente nos grandes centros urbanos, e estimativas apontam para uma economia de 30% no consumo de água potável em casos de reuso de água cinza e/ou aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis, como rega de jardins, limpeza de áreas comuns e descargas sanitárias (GONÇALVES, 2009). Diante dessa perspectiva, as certificações ambientais de edificações, denominadas “certificações verdes”, podem apoiar e disseminar as práticas de eficiência energética e uso eficiente da água, trazendo benefícios para toda a sociedade e ao

meio ambiente. De acordo com dados do Green Building Council Brasil (GBC Brasil), organização não governamental que surgiu para auxiliar no desenvolvimento da indústria da construção sustentável no mundo, o País já ocupa o quarto lugar entre os 120 países com maior número de empreendimentos que podem receber o selo verde (GBC BRASIL, s.d.), estando à frente de nações como Canadá e Índia, o que evidencia a grande demanda do mercado nacional por construções sustentáveis.

No Brasil, a grande maioria dos empreendimentos em processo de certificação verde utiliza os modelos LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ou AQUA (Alta Qualidade Ambiental), segundo dados das entidades certificadoras (GBC BRASIL s.d., FUNDAÇÃO VANZOLINI, s.d.). Esses dois modelos de certificação ambiental de edificações contêm requisitos mínimos de implantação de gestão e uso eficiente da água que significam um grande avanço da construção civil rumo ao desenvolvimento sustentável. Independentemente dos níveis de cobrança que cada selo apresente, fica clara a indução ao uso de dispositivos economizadores e de fontes alternativas de água.

A introdução da gestão e do monitoramento do uso de água e energia, necessários para obtenção dos selos verdes, implica mais envolvimento do setor de construção civil para o desenvolvimento de novas estratégias, tecnologias e normalização. Das mais simples às mais complexas, essas ações trazem benefícios para a conservação de recursos naturais e o aumento da eficiência das edificações, especialmente quanto ao fomento e à incorporação de conceitos de sustentabilidade em toda a sociedade.

Os desafios são grandes e, em si, evidenciam o valor de trabalhos que, como este, contribuem para o esclarecimento da importância desses modelos de certificação e a análise dos resultados obtidos com a aplicação de fontes alternativas de água, principalmente no meio urbano. Em última instância, tais abordagens podem levar à disseminação das possibilidades de melhor uso e gestão da água em edificações brasileiras e, quem sabe, no mundo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade dos modelos de certificação verde na construção civil no Brasil e os benefícios obtidos com a implementação da gestão e do uso eficiente da água nas edificações.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Correlacionar etapas e critérios dos dois modelos de certificação verde mais disseminados no mercado brasileiro com referência à gestão e ao uso racional da água;
- b. Avaliar, através de estudos de caso, a adequação e os benefícios obtidos com a implementação da gestão e do uso eficiente da água nas edificações;
- c. Analisar a eficiência e descrever os resultados obtidos pelos modelos de certificação verde no contexto do uso racional da água e de fontes alternativas de água não potável na área da construção civil;
- d. Demonstrar a importância da gestão da água nas edificações para a redução do consumo de água potável e o aproveitamento de fontes alternativas de água.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em anos recentes, o tema da sustentabilidade tornou-se preocupação constante de governos e da sociedade. Em 1994, a introdução, por John Elkington, do conceito de “triple bottom line”, chamou a atenção para a necessidade de os resultados de toda a atividade humana ser analisados em três esferas: ambiental, social e econômica (ELKINGTON, 1997). Desde então, a sustentabilidade tem se disseminado no mundo corporativo como um conceito sistêmico, que interliga aspectos empresariais com as demandas atuais da sociedade humana.

A essência do conceito foi traduzida em apenas quatro palavras: “Enough for everyone, forever” (“O suficiente para todos, para sempre”). Essas palavras, escritas por pessoa anônima em um quadro de avisos durante a Cúpula Mundial sobre Meio Ambiente, realizada em Joanesburgo em 2002, exprime com perfeição as ideias de recursos limitados, consumo responsável, igualdade e equidade e perspectiva de longo prazo, todas elas relacionadas a conceitos importantes do domínio do desenvolvimento sustentável.

Nessa mesma linha, considera-se a definição de desenvolvimento sustentável internacionalmente reconhecida, apresentada no Relatório da Comissão Brundtland (como ficou conhecida a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU): “O desenvolvimento sustentável satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras poderem também satisfazer as suas” (WCED, 1987). É necessário, para isso, preparar as atividades humanas de tal forma que a sociedade, seus membros e suas economias possam atender suas necessidades, expressar seu potencial pleno no presente e, ao mesmo tempo, preservar a biodiversidade e os recursos naturais, com base em planejamento e ações voltados ao alcance da pró-eficiência na manutenção indefinida desses recursos por tempo indefinido, isto é, para todas as gerações vindouras.

Em relatório divulgado em 2006, o World Wide Fund For Nature (WWF) alertou para o fato de que a pegada ecológica da humanidade, uma medida de nosso impacto sobre o planeta, mais que triplicou desde 1961. O documento ainda afirma:

Desde os últimos anos da década de 1980 que a Pegada Ecológica ultrapassa a biocapacidade da Terra, sendo a exigência global superior à oferta em cerca de 25%. Efetivamente, a capacidade regenerativa da Terra já não consegue acompanhar a exigência humana – as pessoas estão transformando os recursos em resíduos mais rapidamente do que a natureza consegue regenerá-los. (HAILS, 2006, p.2).

No setor da construção civil os dados também são alarmantes. Trata-se da indústria responsável pela maior parte do consumo de recursos naturais em nosso planeta (ANTUNES e LAUREANO, 2008). Sua atividade representa 7,9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CONSTRUBUSINESS, 2012) e canaliza grande parte dos investimentos nacionais. Ao mesmo tempo, consome 42% da energia disponível no mercado e 21% da água tratada. É, ainda, responsável por 35% da emissão de Gases Geradores do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera e pela geração de 60% a 70% do entulho no Brasil (GBC BRASIL, s/d).

Alternativas em construções sustentáveis são metas frequentes no meio acadêmico e empresarial nacional, que vem discutindo, cada vez mais, como equacionarmos sustentabilidade e construção civil, apresentando novas soluções, novas tecnologias e serviços especializados para monitorar e qualificar obras verdes (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2011). O mundo corporativo também faz parte desse movimento que já não circunscreve os argumentos sustentáveis apenas aos discursos. Toda a indústria da construção civil procura incentivar e investir em construção sustentável e desenvolvimento de produtos que se comprovem tecnicamente sustentáveis. Não é fácil e nem barato conseguir desempenho equivalente entre produtos convencionais e os produtos verdes destinados à construção civil, como tintas e vernizes, por exemplo, que são caracterizados como agentes poluentes por natureza, pois têm como matéria-prima o petróleo. Este é o novo desafio da indústria e de toda a cadeia de fornecimento: incrementar a produção de produtos verdadeiramente ecológicos e economicamente viáveis, já que o conceito de sustentabilidade também deve considerar o aspecto econômico, conforme salientado anteriormente.

O que ainda parece contraditório no setor é que sustentabilidade não rime com lucratividade – não apenas porque o planeta ganha quando se polui menos, mas porque uma construção que apresente os

parâmetros da sustentabilidade valoriza o imóvel, gerando um verdadeiro efeito dominó: um apartamento sustentável é mais confortável, possui cômodos mais iluminados. Essa iluminação natural gera menos consumo de energia elétrica, o que, por sua vez, reduz o valor da conta desse serviço público, tanto da unidade em si como do condomínio. Essas vantagens são argumentos irrefutáveis quando da comercialização do apartamento ou do aluguel e têm, por consequência, a valorização do preço do imóvel. Por isso, pode-se afirmar que é preciso trabalhar em dois sentidos: agindo e pensando de forma sustentável.

Nesse sentido, é necessário aprimorar os processos sustentáveis amplos e ecossistêmicos que levem às certificações ambientais de edificações, visando colaborar para a construção de uma “cidade sustentável”. A certificação verde pode ser uma grande ferramenta para popularizar, no País, o conceito de sustentabilidade na construção civil, e muitas empresas têm buscado esse “selo verde”, visando valorizar seus processos e produtos. Para que se atinja um círculo virtuoso no setor, é preciso contar com a possibilidade de melhor avaliar o grau de compromisso e de responsabilidade socioambiental embutida nessas certificações, a fim de que se possa orientar as empresas a investirem ainda mais no aprimoramento de seus processos de produção e em produtos destinados à construção civil.

3.2 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é um elemento essencial para que a vida exista na Terra. Nenhum ser, animal ou vegetal, sobrevive sem ela. A água é de fundamental importância para a vida de todas as espécies e aproximadamente 70% de nosso organismo é composto por água (GONÇALVES et al., 2001). Boa parte dos pesquisadores concorda que a ingestão de água tratada é um dos mais importantes fatores para a conservação da saúde, é considerada o solvente universal (RAPOPORT, 2004), auxilia na prevenção das doenças (cálculo renal, infecção de urina, etc.) e proteção do organismo contra o envelhecimento.

Também no ambiente urbano a água tem papel fundamental, podendo ser fonte de vida ao saciar nossa sede e ajudar em nossa higiene. Ela também é essencial para regular o clima da cidade. Em localidades onde a água e a vegetação aparecem com menor frequência, o microclima urbano pode atingir até 9°C a mais de temperatura do que em ambientes naturais (ARAÚJO JR., s.d.).

Apesar de sua importância, atualmente, quase a metade da população mundial (mais de 2,3 bilhões de pessoas) enfrenta problemas de abastecimento de água. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a maior parte das localidades com necessidades de investimento e auxílio em saneamento e água potável no mundo está localizada na África Subsaariana, Sul e Sudeste da Ásia, América Latina e Caribe, regiões do mundo onde 70% das necessidades de água para sobrevivência ainda não são atendidas (WHO, 2012). A Figura 1 destaca os percentuais de ajuda recebidos pelas diversas regiões do mundo em 2010 para programas de saneamento básico e água potável.

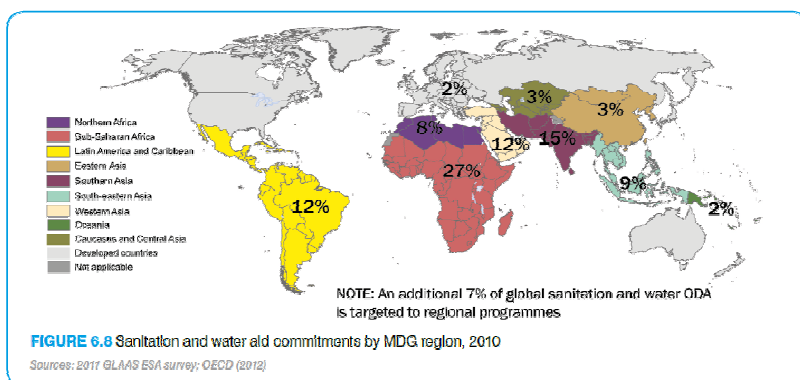


Figura 1 – Saneamento e água, compromissos de ajuda por região, WHO, 2012¹.

Do total de água do planeta, menos de 1% de água doce está disponível para consumo humano (Cutolo, 2009), distribuída desigualmente pela Terra, para atender mais de 7 bilhões de pessoas (população mundial em 2012). Além disso, esse baixo volume de água que resta está ameaçado, pois muitas fontes de água doce estão poluídas ou, simplesmente, secaram. A situação chegou a esse ponto, porque

¹ A figura foi reproduzida fielmente do relatório realizado pela Organização Mundial da Saúde. Tradução livre da legenda, segundo sequência de cima para baixo: África do Norte, África Subsaariana, América Latina e Caribe, Leste da Ásia, Sul da Ásia, Sudeste Asiático, Oeste da Ásia, Oceania, Cáucaso e Ásia Central, países desenvolvidos, “não se aplica”. Tradução da nota: “Adicionais 7% da Oficial Development Assistance (ou ‘ajuda oficial para desenvolvimento’), em água e sistemas de esgoto, são destinados a programas regionais”. Tradução da fonte: “Pesquisa GLAAS ESA 2011; OECD 2012”

somente agora as pessoas estão se conscientizando dos riscos que representam os esgotos, o lixo e os resíduos de agrotóxicos e da indústria. Segundo o professor de engenharia civil e ambiental da Universidade de Brasília, Oscar Netto, saneamento é o maior problema ambiental do Brasil, estando à frente do desmatamento ou falta de energia. Em sua avaliação, “todo brasileiro vai se deparar, em algum momento, com problemas ambientais causados pela falta de saneamento básico” (JUNGMANN, 2012).

Na declaração ministerial do 6º Fórum Mundial da Água de 2012, realizada em Marselha, na França, e aprovada por unanimidade, os ministros e chefes de delegações de 130 países se comprometeram a acelerar a aplicação do direito universal à água potável e ao saneamento básico, reconhecido pela ONU em 2010 (WORLD WATER FORUM, 2012). Os números divulgados por ocasião desse fórum são alarmantes. Segundo estudos de diferentes organizações, apresentados em Marselha, mais de 800 milhões de pessoas no mundo não têm acesso à água potável e mais de 2,5 bilhões não têm saneamento básico (FERNANDES, 2012).

A água é um problema global e, cada vez mais, a questão de sua qualidade deve ser considerada. O direito humano sobre o acesso à água e ao saneamento, o uso mais eficaz da água e a melhor gestão desse precioso recurso são fundamentais para o desenvolvimento sustentável, pois a água é essencial à vida humana e à do planeta.

3.3 CONSUMO DE ÁGUA – USOS E DEMANDAS

A água é uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta e pode ser encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d’água na atmosfera). Aproximadamente 70% da superfície terrestre encontra-se coberta por água. No entanto apenas 2,7% desse volume é de água doce, adequadas às atividades humanas. Dessas águas, 77,2% encontra-se em estado sólido nas geleiras, icebergs e calotas polares, sendo o restante distribuído da seguinte maneira: 22,4% estão armazenadas em aquíferos e lençóis subterrâneos, dos quais cerca da metade se encontra a mais de 800 metros de profundidade; 0,36% em rios, lagos e pântanos; e 0,04% na atmosfera. Esses dados mostram que a quantidade de água doce disponível para o consumo humano, presente nos lagos, rios e aquíferos de menor profundidade representa menos de 1% da disponibilidade hídrica mundial (VARGAS, 1999; TUNDISI, 2003; CUTOLO, 2009).

Com a pequena disponibilidade hídrica e sendo essa quantidade de água disponível constante, tem-se um cenário de grandes incertezas e conflitos, devido à demanda crescente resultante do aumento da população e da produção agrícola. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico afirma que a demanda mundial de água aumentará 55% até 2050. A previsão é que, nesse ano, 2,3 bilhões de pessoas – mais de 40% da população mundial – não terão acesso à água se medidas não forem tomadas (FOLHA ONLINE, 2012).

De acordo com a OMS, o volume mínimo recomendado para as necessidades básicas de alimentação e higiene é de 25 litros de água por pessoa por dia para uso doméstico, ainda que não atenda amplamente as necessidades de saúde e subsistência (ULLSTEIN, 2012). Em alguns países, onde estão os mais altos níveis de qualidade de vida, o consumo de água diário por pessoa está entre 200 litros e 350 litros, enquanto milhões de pessoas pelo mundo, principalmente na África subsaariana, sobrevivem com menos de 20 litros diários por pessoa. Nesse sentido, Cutolo comenta:

Desde os primórdios da vida na Terra, a água é um elemento essencial para todas as formas de vida, incluindo o homem, pois todos dependem desse recurso para sua sobrevivência. As necessidades sanitárias básicas de água potável para alimentação e higiene das populações urbanas seriam equivalentes ao fornecimento diário de, no mínimo, 80 litros por pessoa, ou o equivalente a 2.400 litros por mês. (CUTOLO, 2009, pág. 20).

No Brasil, a situação ainda é positiva, pois o consumo médio per capita de água é de 159 litros por habitante por dia, conforme demonstra a Tabela 1 publicada pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (BRASIL, 2012), ou seja, o País apresenta ainda consumo superior ao mínimo recomendado pela ONU. Mesmo tendo havido, em alguns Estados do Norte e Nordeste, uma redução de consumo entre os anos de 2009 e 2010, é verificada uma variação positiva nesse mesmo período para todas as regiões brasileiras.

Tabela 1 - Consumo *per capita* de água no Brasil

REGIÕES	ANO 2009 (litros/hab.dia)	ANO 2010 (litros/hab.dia)	VARIAÇÃO 2009/2010
Norte	139,5	143,5	2,9%
Nordeste	114,4	117,3	2,5%
Sudeste	170,4	185,9	9,1%
Sul	138,1	145,4	5,3%
Centro-Oeste	143,7	154,9	7,8%
Brasil	148,5	159,0	7,1%

Fonte: adaptada de Brasil, 2012.

A água doce é um recurso natural escasso no planeta, pois a quantidade disponível situa-se hoje em torno de apenas 600 a 700 litros per capita. Se esse volume de água fosse uma reserva fixa e considerada fonte não-renovável, ele se esgotaria em apenas uma semana, mesmo que cada habitante do planeta limitasse seu consumo diário ao mínimo recomendado pela OMS (VARGAS, 1999; CUTOLO, 2009).

A escassez de recursos hídricos tem sido alvo de preocupação em muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento, principalmente no que tange à disponibilidade de água para abastecimento público, o que advém de fatores como a falta de planejamento para conter o crescimento populacional e a rápida urbanização, a elevada demanda de água e o custo para o desenvolvimento de sistemas para tratamento e abastecimento. O desequilíbrio entre os recursos hídricos disponíveis e o crescimento excessivo da população dos grandes centros urbanos tem obrigado os governos a priorizar os diversos usos das águas superficiais para abastecimento público, geração de energia elétrica, diluição e afastamento de esgotos domésticos e industriais (CUTOLO, 2009).

No Brasil, o recurso natural água é extremamente abundante. Contudo, a disponibilidade e a distribuição desse bem são bastante irregulares. De acordo com a Figura 2, as regiões onde se encontra a maior parte da população brasileira, 86,6% dos habitantes, apresentam a menor disponibilidade de recursos hídricos, 15,8% da água disponível, revelando grande desequilíbrio.

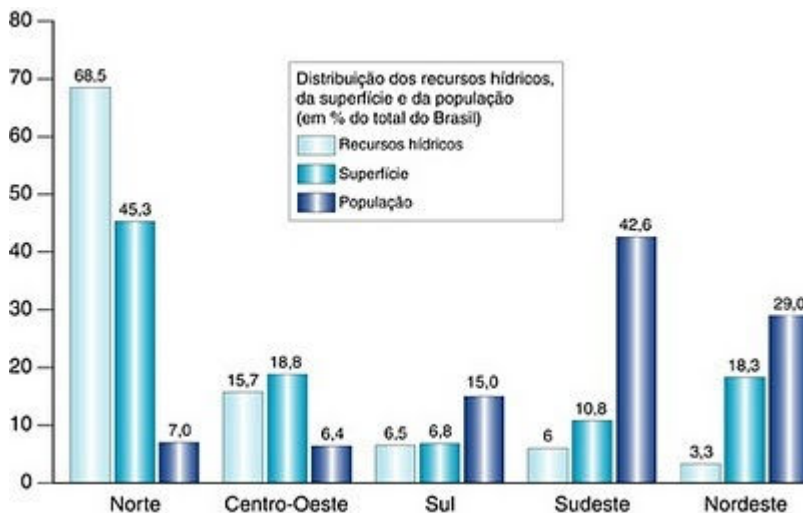


Figura 2 – Distribuição dos recursos hídricos, superfície e população no Brasil.

Fonte: Brasil, 1992².

A Agência Nacional de Águas divulga inúmeros municípios em situação crítica nos últimos anos, em função da estiagem (ANA, 2012). O abastecimento de água nos principais centros urbanos é também crítico nos períodos de estiagem quando há sensível queda na quantidade e qualidade. Tal cenário é caracterizado pelo lançamento de esgotos *in natura* nos cursos d'água (aliado à explosão demográfica), e ao incremento dos despejos sanitários e industriais sem tratamento adequado (CUTOLO, 2009). A tendência de redução de disponibilidade hídrica em razão da baixa qualidade da água é significativa principalmente nas áreas mais populosas do País. Com isso, o reúso de águas residuárias e o aproveitamento de água de chuva têm sido apontados como fontes alternativas importantes aos cursos d'água nos centros urbanos brasileiros para o atendimento das necessidades humanas nos seus diversos usos.

A definição do uso também é importante para orientar as ações que visam suprir as necessidades de recursos hídricos. A Figura 3 apresenta as demandas por tipo de uso consuntivo de água em 2010, ou seja, o uso no qual parte da água captada é consumida no processo

² Também em Universidade da Água, 2007 e Tomaz, 2011.

produtivo e não retorna ao curso d'água. Segundo demonstram os dados da ANA (2012), a maior vazão de retirada correspondeu aos fins de irrigação: 1.270 m³/s, o que correspondente a 54% do total. Esse volume foi seguido pelo uso para fins de abastecimento humano urbano, cuja vazão de retirada foi de 522 m³/s, correspondendo a 22% da vazão total. Com relação à vazão efetivamente consumida, que representa 51% da vazão de retirada, 72% correspondem à demanda de irrigação, seguida de dessedentação animal (11%), abastecimento urbano (9%), abastecimento industrial (7%) e abastecimento rural (1%).

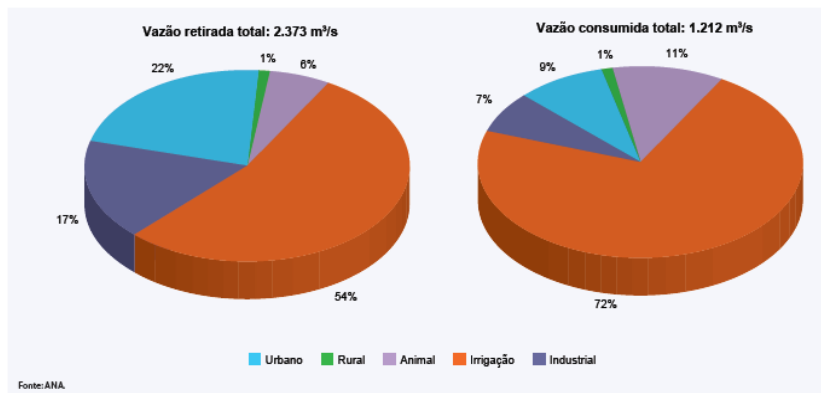


Figura 3 – Vazão retirada e consumida por tipo de uso no Brasil.

Fonte: ANA, 2012.

A diferença entre a vazão consumida e a retirada é denominada “perdas”. De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), as perdas são divididas em “reais” – nas quais a água é efetivamente desperdiçada e não chega ao consumidor, mas é perdida através de vazamentos nas redes de distribuição e ramais – e “aparentes”, que são decorrentes de erros de medição, fraudes, ligações clandestinas e falhas de cadastro (YOSHIMOTO, 2006).

O consumo para abastecimento urbano é expressivo e ampliado quando se trata das áreas metropolitanas. Conforme atesta o Banco Mundial (2007), o consumo de água por habitante duplicou nos últimos quarenta anos. A área de edificações, principalmente nos grandes aglomerados urbanos, tem alto impacto sobre essa evolução, em razão de sua significativa demanda por água. Segundo Gonçalves (2006), o consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial corresponde a 84,4% do

consumo total urbano (incluindo também o consumo em pequenas indústrias). Na cidade de Vitória, a porcentagem desse consumo é bem similar, correspondendo a aproximadamente 85% desse total (RODRIGUES, 2005).

O consumo de água residencial inclui tanto o uso interno quanto o uso externo às residências. As atividades de limpeza e higiene são as principais responsáveis pelo uso interno, enquanto o externo se deve a irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos e piscinas, entre outros. Estudos realizados no Brasil e no exterior mostram que, dentro de uma residência, o maior consumo de água concentra-se na descarga dos vasos sanitários, na lavagem de roupas e nos banhos (MARINOSKI, 2007). Em média, 45% do total de água consumida em uma residência são destinados ao uso não potável, situação destacada na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição do consumo de água em uma residência

EQUIPAMENTOS	PERCENTUAL POR PAÍS (%)				
	DINA-MARCA	EUA	REINO UNIDO	COLÔMBIA	BRA-SIL
Bacia sanitária	20	27	37	40	29
Chuveiro	20	17		30	28
Chuveiro e pias			37		
Torneiras	10	16			6
Lavagem de roupas	15	22	11		11
Lavagem de louças	20	2	11	10	9
Limpeza				15	
Alimentação	5		4	5	17
Vazamentos		14			
Outros (lavagem de carros, jardins)	10	2			
Total (%)	100	100	100	100	100
Uso de água não potável (%)	45	51	48	40	40

Fonte: adaptada de Marinowski, 2007 e Tomaz, 2011.

Apesar do surgimento recente de programas voltados para a conservação de água nas edificações, estudos com o objetivo de relacionar o consumo de água e o consumo de energia atrelado à água nas edificações ainda são poucos no País. Sabe-se, entretanto, que os padrões tecnológicos dos sistemas e equipamentos instalados nas

edificações, bem como as características arquitetônicas delas, o clima da região e o grau de consciência dos usuários para o uso racional da água e da energia, exercem influência direta em sua eficiência (MAGALHÃES, 2001).

Em que pese o cenário atual e os padrões construtivos vigentes por décadas no Brasil, uma tendência nítida do setor da construção civil habitacional é a construção de edifícios sustentáveis, conceito decorrente da intensificação do debate sobre o desenvolvimento sustentável do planeta. Uma nova geração de edifícios surge principalmente em países industrializados, focando a melhoria da qualidade de vida do usuário final e a qualidade do ambiente. Trata-se dos “green buildings”, “edifícios verdes”, que apresentam características que potencializam a eficiência ambiental da edificação, destacando-se o uso racional da água e a conservação da energia. O engenheiro Marcos Casado, gerente técnico do GBC Brasil, avalia:

A onda de prédios verdes “Green buildings”, chegou definitivamente ao País. Conforme dados do Green Building Council Brasil, o número de empreendimentos registrados junto ao USGBC para obterem a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) cresce exponencialmente, e o movimento da construção sustentável já faz parte da agenda mundial e, felizmente, não há mais como ignorar esse movimento. Ou as empresas do mercado se atualizam ou ficarão obsoletas em um futuro próximo. (CASADO, 2011).

Soluções como essas exigem uma profunda revisão do uso da água nas residências, tendo como meta primária a redução do consumo de água potável e, como metas secundárias, a redução da produção de águas residuárias e a minimização do consumo de energia elétrica na edificação. Atualmente, critérios de etiquetagem ou selos verdes vêm sendo atribuídos a edifícios como mecanismo de incentivo à eficiência energética e ao uso racional da água, considerados diferenciais importante no setor imobiliário.

O consumo de águas de qualidades diferentes, que atendam aos usos potáveis e aos não potáveis, deve ser incorporado às ações de conservação. O consumo de água não potável em áreas urbanas e em edificações reduz proporcionalmente o consumo da água bruta que seria captada para efeito de potabilização. Permite, assim, sua

disponibilização para suprir demandas que não seriam atendidas sem a ação conservacionista. Não obstante, há que se destacar a inexistência no Brasil, até o presente, de legislação ou normalização, ou ainda de conhecimento consensualmente aceito no meio técnico para classificação qualitativa das águas para uso não potável.

3.4 GESTÃO DAS ÁGUAS

A sustentabilidade da água está colocada na pauta de discussão mundial como um grande desafio da atualidade, desafio este que deve se agravar nas próximas décadas. O crescimento da população e conseqüentemente da demanda por água, a poluição hídrica, o uso desordenado desse recurso e a industrialização tornam a água, cada dia mais, um bem disputado e raro.

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9433/97, estabelece, entre seus objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997). Não obstante, aumentam de maneira rápida as regiões e os países onde o desenvolvimento econômico, o crescimento populacional e o surgimento de enormes aglomerados urbanos exercem grande pressão sobre os recursos hídricos. A ausência de estruturas e sistemas de gestão adequados, aliada a padrões culturais incompatíveis, deixa milhões de pessoas sem o adequado acesso à água e intensifica os conflitos entre pessoas e países pelo uso dela, além de promoverem a degradação do recurso.

Por se tratar de um fenômeno global, essa é também uma realidade brasileira: apesar da grande disponibilidade bruta de recursos hídricos no País (já demonstrada na Figura 2), diversas regiões se encontram atualmente sob estresse hídrico. Como em outras regiões do mundo, a escassez de água pode ser de origem quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez hídrica, ou de origem qualitativa, resultante, por exemplo, de modificações na qualidade da água pela poluição. Nesse cenário a inserção do gerenciamento da água e a utilização de fontes alternativas de água, principalmente na área de edificações, são fundamentais para a reversão do problema.

Em 2009, o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (Prosab) apresentou uma pesquisa que teve como objetivo geral o desenvolvimento e a avaliação de fontes alternativas de água para fins potáveis e não potáveis, visando a conservação desse recurso em edificações unifamiliares e coletivas. O estudo analisou um sistema de

aproveitamento de água de chuva para consumo humano, caracterizando a qualidade da água de chuva e apontando a potencialidade para sua aplicação em usos considerados menos nobres, como lavagem de roupas e correlatos. Apresentou, ainda, a quantificação da água cinza gerada em diferentes unidades hidrossanitárias, com vistas a sua reutilização em descarga de vaso sanitário e rega de jardim (GONÇALVES, 2009).

Com base nesses estudos, existe a necessidade do aprofundamento do gerenciamento das águas no meio urbano. No que se refere ao gerenciamento dos recursos hídricos, observando os preceitos da gestão integrada, adotam-se três níveis de abordagem ou intervenção, segundo a compartimentação proposta por Oliveira (1999) *apud* Gonçalves (2006), Figura 4.

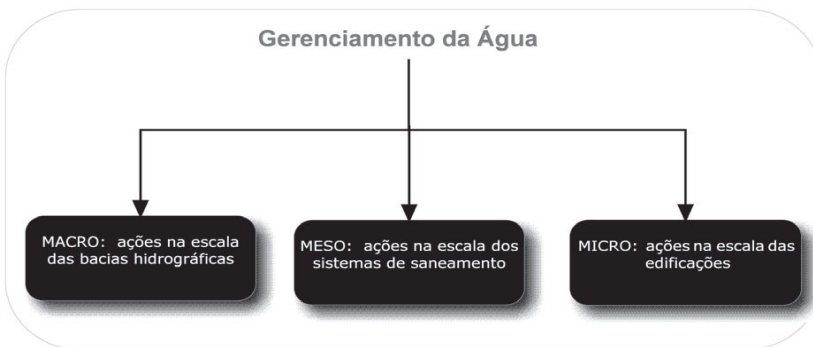


Figura 4 – Ações de gerenciamento de água.

Fonte: Gonçalves, 2009.

Observam-se diferenças importantes de terminologia entre os três níveis de compartimentação de gerenciamento citados na Figura 4. O primeiro deles diz respeito à magnitude da quantidade de água com que cada nível trabalha, embora esse fator pareça ser de mais fácil compreensão e de menor consequência. Um segundo fator, esse de muito maior importância, refere-se à qualidade das águas. Em decorrência desse aspecto, é importante introduzir o reconhecimento de que existem diferentes águas e diferentes qualidades dessas águas. Esse reconhecimento é de fundamental importância no estabelecimento de uma terminologia uniforme, pois, independentemente do nível de gerenciamento, o objeto central de interesse são essas águas em constante alteração de características, ou seja, evolução contínua de qualidades particulares. Diante dessas considerações, cabe explicitar terminologias e conceitos quanto ao uso e à qualidade da água,

consagrados ou em fase de consolidação, para que o entendimento e a caracterização se deem em bases uniformes.

O uso ou a aplicação da água é o emprego desse recurso natural na execução de um evento promovido pela ação humana ou a participação desse recurso em fenômeno natural alterado por ação humana (GONÇALVES, 2009). A seguir, são apresentados alguns exemplos de uso, segundo especialidades antrópicas particulares, o que representa a multiplicidade que caracteriza o uso das águas:

- em corpos hídricos naturais e construídos: geração de energia elétrica, navegação, piscicultura, aquicultura, lazer, ornamentação e contemplação;
- no meio rural: irrigação de culturas agrícolas e dessedentação de gado;
- na edificação industrial: refrigeração, incorporação em produtos, produção de vapor, limpeza de produtos e instalações, ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal e descarga de bacias sanitárias e mictórios;
- na edificação de uso residencial, também chamado de uso doméstico: ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal, lavagem de roupas, limpeza em geral, descarga de bacias sanitárias e rega;
- na edificação voltada ao comércio e aos serviços: limpeza de instalações, ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal e descarga de bacias sanitárias e mictórios;
- no espaço público do meio urbano: rega de jardins, lavagens de ruas e outros logradouros, lavagem de veículos, balneários públicos e ornamentação;
- nos sistemas públicos de saneamento: captação e condução de água bruta de um manancial, tratamento de água bruta visando obter a qualidade de água potável, condução de água potável por meio das estruturas do sistema de abastecimento público, condução de esgoto (águas residuárias) por meio da rede de esgotamento sanitário, tratamento de águas residuárias e disposição de esgoto tratado em corpo receptor natural.

Qualidade é a característica da água descrita por um conjunto de atributos de natureza física, química, biológica e sensorial (idem). Esses atributos podem ser expressos quantitativamente, qualitativamente ou de outras formas. A qualidade da água pode ser descrita ou estabelecida por

lei, portarias, resoluções, normas ou por consenso tecnicamente atingido. A água para ingestão, por exemplo, deve ter a qualidade determinada pela Portaria 2.914/2011 – Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade – do Ministério da Saúde. De forma similar, está estabelecida a qualidade da água usada em hemodiálise, na produção de fármacos, para a balneabilidade (contato primário - Resolução Conama 274), para a utilização em caldeiras industriais segundo a tecnologia do equipamento e para a classificação de águas naturais superficiais (Resolução Conama 357/2005), entre outras finalidades.

No âmbito que a Figura 4 apresenta como “Macro”, a ANA monitora a qualidade das águas no Brasil apresentando seu Índice de Qualidade das Águas (IQA). Considerando os valores médios do IQA no ano de 2010, observa-se uma condição ótima em 6% dos pontos de monitoramento, boa em 75%, regular em 12%, ruim em 6% e péssima em 1%, conforme se vê na Figura 5.

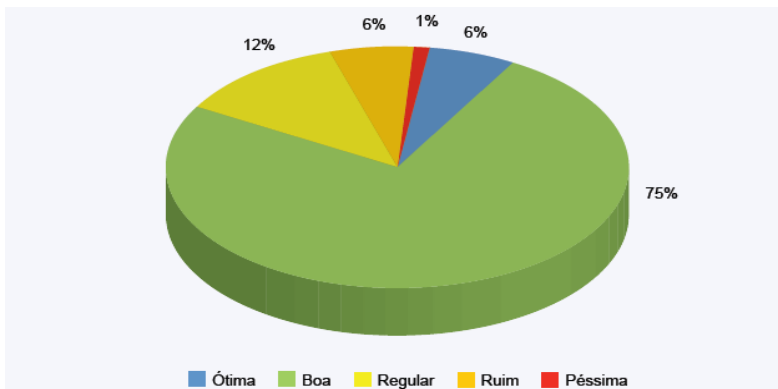


Figura 5 – Distribuição percentual das classes do IQA para os 1988 pontos de amostragem.

Fonte: ANA, 2012.

O IQA apresenta, portanto, a situação geral dos corpos d'água brasileiros. Apesar da boa qualidade em geral detectada nas bacias hidrográficas do País, o estudo expõe claramente que os pontos com amostragem regular, ruim e péssima estão localizados nas áreas de maior densidade populacional, ou seja, nas regiões metropolitanas, onde as necessidades e o consumo *per capita* são cada vez maiores (ANA, 2012).

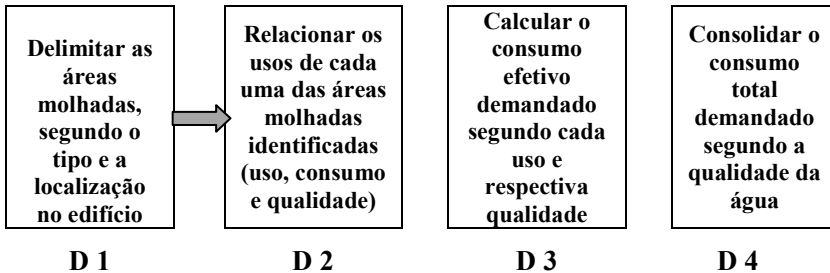
A partir do IQA, verifica-se que, em algumas bacias hidrográficas, tem havido melhora da qualidade da água (bacias dos rios das Velhas, Tietê, Paraíba do Sul, Paranapanema, Piracicaba, Sorocaba e Grande) e, em outras, o índice tem piorado (bacias dos rios Alto Iguaçú, Mogi-Guaçu, Ivinhema e Pará). Geralmente, a melhora do IQA pode ser associada aos investimentos em saneamento, controle da poluição industrial ou gestão das vazões efluentes de reservatórios, conforme se lê no relatório da ANA.

Segundo essa agência, a análise do balanço hídrico dos rios brasileiros, sob os pontos de vista quantitativo e qualitativo, aponta para a manutenção do quadro do País entre 2006 e 2011. No entanto, com uma análise integrada dos indicadores, o que se observa é a criticidade quantitativa em bacias nas quais a disponibilidade hídrica é baixa e/ou a demanda por água é elevada. Por outro lado, a criticidade qualitativa é bastante comum em regiões metropolitanas e em cidades de médio porte, onde há grande lançamento de esgotos nos corpos d'água.

O uso sustentável da água, por meio de ações de conservação da disponibilidade hídrica, pode ser atingido, também, com medidas de redução da demanda. Tradicionalmente, os conflitos que ocorreram sobre uso da água para abastecimento humano foram solucionados pelo aumento da oferta (GONÇALVES, 2009). A construção de novas fontes de abastecimento e as expansões de sistemas foram algumas das medidas adotadas, mas, nas últimas décadas, observou-se que tais abordagens não eram sustentáveis. Para a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), o gerenciamento pelo lado da demanda é a abordagem mais eficiente e moderna, pois considera a redução do uso excessivo e os programas de conservação e de reúso da água, entre outros (WWAP, 2006).

A finalidade precípua das iniciativas de gerenciamento dos recursos hídricos é obter o equilíbrio entre oferta e demanda, isto é, identificar e captar recursos da natureza de forma que possam cobrir a demanda atual da sociedade, assim como expectativas futuras. É importante lembrar que o ciclo urbano da água, considerando o enfoque tradicional, inicia-se nas fontes de suprimento (superficial ou subterrânea) e termina com a emissão da água em forma de esgoto. A demanda e a oferta de água dos edifícios podem ser calculadas e analisadas, obtendo o balanço hídrico do edifício, como mostrado na Figura 6.

**PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA DEMANDA DE
ÁGUAS NO EDIFÍCIO**



**PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA OFERTA DE
ÁGUAS NO EDIFÍCIO**

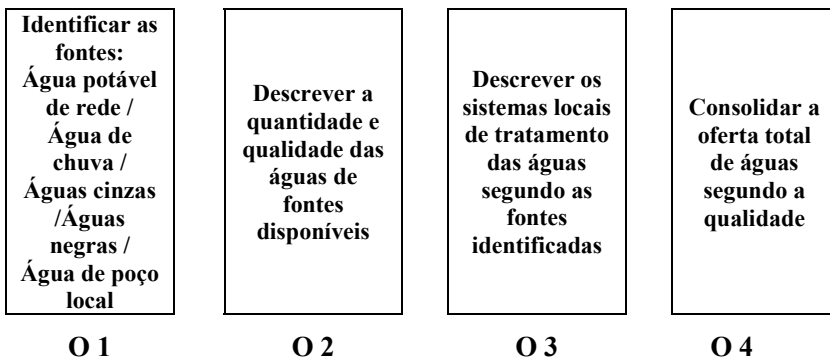


Figura 6 – Balanço hídrico do edifício: demanda e oferta de água segundo uso e qualidade.

Fonte: Gonçalves, 2009.

Nos cálculos convencionais, os consumos específicos são considerados valores constantes ou gradativamente crescentes, como quando se identifica o crescimento do nível socioeconômico de uma família ou população e, conseqüentemente, passa a ser considerada numa faixa de consumo superior. As demandas de água são consideradas exigências que têm de ser atendidas a qualquer custo, e não se considera que elas possam ser alteradas ou racionalizadas (GONÇALVES, 2009). Essa maneira de gerir a busca do equilíbrio entre a demanda e a oferta é denominada “gestão pela oferta”. Novas

instalações são construídas usando os mananciais disponíveis para atender o que se percebe como aumento da demanda de água, tendo como resultado o uso excessivo dos recursos hídricos e outros recursos, superinvestimento e poluição. As políticas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil e na maioria dos países do mundo têm utilizado, prioritariamente, esse modelo de gestão que pressupõe a infinita disponibilidade de recursos naturais, seja de água ou de energia.

A nova forma de gerir os recursos hídricos, que busca a adequação da demanda à oferta, é a chamada “gestão da demanda”, que pode ser definida como uma estratégia para melhorar a eficiência e o uso sustentável da água, levando em conta os aspectos econômico, social e ambiental, fazendo uso dos preços, de restrições quantitativas e de outros meios para racionalizar o consumo de água.

De acordo com essa concepção, os momentos de crise na relação oferta-demanda deveriam se constituir em oportunidades para se pensar sobre a disponibilidade dos recursos naturais no longo prazo, já que colocam, no momento presente, questões do futuro. Deveriam, ainda, servir para o questionamento da validade da gestão dos recursos ambientais apenas pela lógica da ampliação da oferta.

As projeções mundiais da demanda por água estão sendo dirigidas para seu uso não potável. Essa premissa parte do pressuposto de que o volume necessário para consumo humano (alimentação, lavagem de alimentos) representa uma pequena parcela do tradicional consumo per capita adotado no planejamento convencional. O conhecimento do consumo total de água, desagregado segundo os diversos pontos de utilização em uma residência, é de fundamental importância para se saber onde devem ser priorizadas as ações de conservação da água em edificações. O consumo de água nessa forma desagregada denomina-se perfil de consumo residencial de água. Esses usos têm sido denominados também usos finais (DeOREO, 2001; GONÇALVES, 2006), para enfatizar que se trata da utilização no ponto de uso interno à residência, como, por exemplo, a água usada para tomar banho de chuveiro, lavagem de roupas em tanques e preparação de alimentos.

Estudos de caracterização do consumo de água em edificações são relativamente escassos no Brasil, sobretudo quando se considera que os padrões de consumo se modificam ao longo dos anos, mas é muito importante o conhecimento desse perfil de consumo, pois descreve o quadro abrangente sobre o qual poderá ser elaborado um programa de gerenciamento da água e energia do edifício, permitindo estabelecer

ações racionalizadas para que a conservação possa ser maximizada, segundo uma visão sistêmica.

O consumo de água residencial inclui tanto o uso interno como o uso externo às residências. Para Terpstra (1999), esse consumo pode ser classificado em quatro categorias:

- a. higiene pessoal;
- b. descarga de banheiros;
- c. ingestão;
- d. limpeza.

As atividades de limpeza e higiene são as principais responsáveis pelo consumo interno, enquanto que o externo deve-se à irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos, abastecimento de piscinas e outros. De acordo com essa classificação, a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos:

- a. potável – higiene pessoal, ingestão e preparação de alimentos (usos de água com rigoroso padrão de potabilidade, conforme estabelecido na legislação aplicável);
- b. não potável – lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias, piscinas e outros.

Gráficos de consumo *per capita* de água potável e água de reuso, da demanda e oferta *per capita* de água de reuso, e a distribuição do consumo de água nos diversos setores de uma edificação pesquisada pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) são apresentados nas Figuras 7, 8 e 9, dentro do Projeto Prosab (GONÇALVES, 2009).

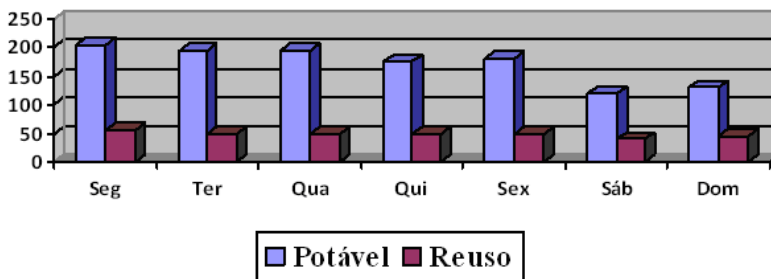


Figura 7 – Consumo *per capita* de água potável e água de reuso (litros/hab./dia).

Fonte: Gonçalves, 2009.

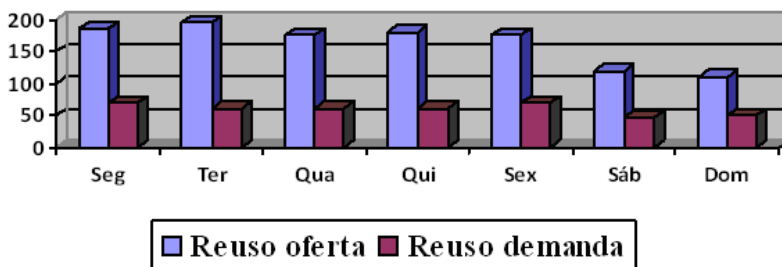


Figura 8 – Oferta e demanda *per capita* de água de reuso (litros/hab./dia).
 Fonte: Gonçalves, 2009.

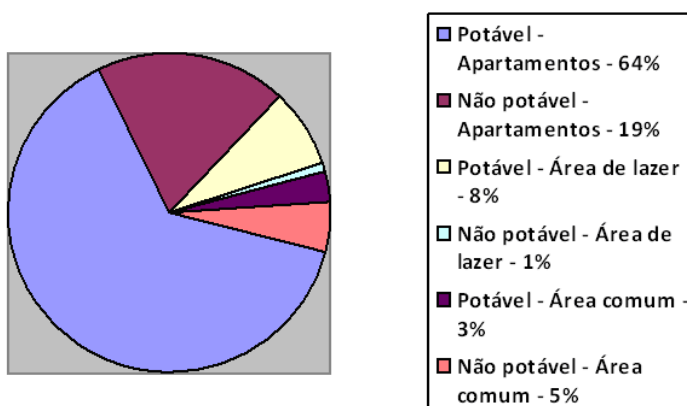


Figura 9 – Distribuição do consumo de água nos setores da edificação dotada de reuso.
 Fonte: Gonçalves, 2009.

Com base nos gráficos (Figuras 7, 8 e 9), pode-se avaliar o percentual, ainda pequeno, mas existente, no âmbito da pesquisa realizada pela UFES, do uso de águas de reuso em uma edificação. Com a inclusão do monitoramento do consumo e dos usos por meio de representação gráfica, pode-se avaliar os pontos onde o reuso e/ou a utilização de fontes alternativas de água podem ser potencialmente implementados, visando chegar a um percentual de uso de água não-potável próximo ao apresentado na Tabela 2.

Nota-se que, na determinação do perfil de consumo residencial (Figura 9), é importante considerar, também, as duas classes de uso: potável e não potável, ou, numa condição ainda mais aprimorada, determinar a qualidade requerida para a água em cada uso considerado.

Outro aspecto importante a ser analisado é a qualidade ambiental do prédio, definida aqui como a soma de atributos que permitem ou favorecem o uso mais racional da água, incluindo a captação direta de águas de chuva e outras fontes alternativas com menor encargo energético e ambiental, além de sistemas segregados de instalações hidráulico-sanitárias, que visam facilitar o reuso da água com qualidade adequada para uso não potável.

O relatório Prosab salienta, ao citar o trabalho de Montenegro e Silva (1987), a necessidade de aferição de resultados positivos da conservação da água, os quais são assim definidos:

Considera-se que o benefício líquido é positivo quando a agregação de todos os ganhos de uma ação ou de um programa de conservação excede a agregação de todos os efeitos adversos (custos e benefícios negativos) ocasionados por ela. Adicionalmente, a conservação de água não pode ser focada unilateralmente, a despeito dos demais recursos. Dessa forma, se a conservação de um recurso implica na dilapidação de outro, não existe uma ação verdadeiramente conservacionista. (GONÇALVES, 2009).

Nesse contexto, o Prosab alerta, também, para o fato de que a elaboração de balanços globais para verificação do grau de sustentabilidade, com base em ações de conservação de água e energia em edificações, encontra dificuldades no plano teórico e prático, pois não existem ainda modelos abrangentes e consensualmente aceitos para realizar tais balanços. Assim, as avaliações restringem-se às ações propriamente ditas.

Deve-se trabalhar, então, sobre o gerenciamento de águas no nível “Micro”, segundo a conceituação de Silva et al. (1999), expandindo-se as intervenções para os campos da gestão de demanda e da oferta, quaisquer que sejam as qualidades das águas consumidas no edifício. As amplas possibilidades de programas e ações de conservação de água que essa abordagem encerra merecem, no entanto, uma reflexão no sentido de verificar limitações.

Apesar de a prática conservacionista ter-se desenvolvido, até este ponto, principalmente sobre o campo da quantidade de água potável, é notório que, nos usos residenciais, por exemplo, a potabilidade seja basicamente exigível para ingestão, preparo de alimentos e procedimentos higiênicos específicos. Manter as ações

conservacionistas somente sobre o consumo de água potável limita bastante o alcance da conservação e encerra um equívoco conceitual.

Portanto, o consumo de águas de qualidades diversas, que atendam cada um dos demais usos que não demandam a potabilidade, deve ser incorporado às ações de conservação. Tal asserção justifica-se porque o consumo de água não potável implica a diminuição do volume de água bruta que seria segregada ou reservada visando a potabilização, ou, ainda, porque permite disponibilizar o volume poupado de água potável para atender demandas que não estariam sendo atendidas sem a ação conservacionista. De maneira mais abrangente, seria possível afirmar: independentemente de a água ser potável ou não, importa empregá-la da maneira mais eficiente possível (GONÇALVES, 2009).

Ao considerar o uso e a qualidade requeridos de forma estrita, seria vantajoso, sob diversos pontos de vista, substituir o atual sistema de suprimento de água potável para todos os usos residenciais por sistemas específicos, particularizados pelo binômio uso-qualidade. Na prática atual, no entanto, os usos não potáveis têm sido utilizados, de forma geral, em classes de águas segundo grupos, não abrangendo uma diversidade de qualidades de acordo com o uso desejado. A água, contudo, deve ser analisada de acordo com a qualidade requerida para o seu uso, de acordo com as características de qualidade mínimas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Uso não potável e características de qualidade da água

USO NÃO POTÁVEL	REQUISITOS QUALITATIVOS PRELIMINARES
Descarga de bacia sanitária	<ul style="list-style-type: none"> – ter aparência cristalina e incolor; – ser inodora; – ser sanitariamente segura frente ao fenômeno de respingos no usuário; – não facultar o crescimento de algas no selo hídrico ou de biofilme nas paredes da bacia sanitária em curtos períodos de tempo (< 48 horas) decorridos entre duas descargas consecutivas; – não dar origem à formação de espuma quando da descarga; – não conter materiais particulados em suspensão; – não provocar manchas e abrasão na louca sanitária; – não provocar incrustações em loucas, tubulações e peças sanitárias; – não provocar corrosão ou outro tipo de degradação de metais sanitários e demais materiais com que tiver contato.
Torneira de piso (lavagem de pisos e de veículos)	<ul style="list-style-type: none"> – não exalar odores objetáveis; – não conter materiais particulados em suspensão; – não provocar manchas e abrasão segundo os tipos de pisos sob limpeza; – não provocar o surgimento de manchas ou películas, especialmente oleosas, após a lavagem; – ser sanitariamente segura frente ao contato direto com o usuário; – ser sanitariamente segura frente à ingestão acidental e eventual; – não provocar incrustações em tubulações e peças sanitárias; – não provocar corrosão ou outro tipo de degradação de metais sanitários e demais materiais com que tiver contato.

<p>Torneira de jardim (rega)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – não exalar odores objetáveis; – não conter substâncias danosas à vegetação sob rega e à fauna associada; – não conter substâncias que levem à poluição do solo; – ser sanitariamente segura frente ao fenômeno de respingos e contato com a pele dos usuários de forma mais ampla, no caso de áreas verdes para lazer; – ser sanitariamente segura frente à ingestão acidental e eventual; – não provocar incrustações em tubulações e peças sanitárias; – não provocar corrosão ou outro tipo de degradação de metais sanitários e demais materiais com que tiver contato.
<p>Paisagismo (espelhos d'água, cascatas, aquírios etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – não ter cor ou turbidez objetáveis à proposta paisagística; – não exalar odores objetáveis; – não conter substâncias danosas à fauna e à flora associadas ao paisagismo; – não conter substâncias que levem à poluição do solo; – não provocar o surgimento de películas de biofilmes aderentes às superfícies submersas nos casos de paisagismo cujo propósito seja manter águas cristalinas sobre acabamentos ornamentais visíveis; – não provocar a formação de películas oleosas na superfície da água; – ser sanitariamente segura frente ao contato direto com o usuário; – ser sanitariamente segura frente à ingestão acidental e eventual; – não provocar incrustações em tubulações e peças sanitárias; – não provocar corrosão ou outro tipo de degradação de metais sanitários e demais materiais com que tiver contato; – ter condutividade elétrica adequada às instalações elétricas submersas previstas no projeto paisagístico.

<p>Tanque e lavadora eletromecânica para lavagem de roupas</p>	<ul style="list-style-type: none"> – ter aparência cristalina e incolor; – não conter materiais particulados em suspensão; – ser inodora e não provocar o surgimento de odores objetáveis após a lavagem; – não provocar manchas nos tecidos; – não provocar alterações precoces e indesejáveis quanto à maciez; – não provocar enfraquecimento precoce dos fios e tramas do tecido; – não provocar depósitos e manchas oleosas nos tecidos; – ter características compatíveis com os sabões, amaciantes, detergentes, desinfetantes e outros produtos usuais na lavagem de roupas; – apresentar dureza adequada à normal formação de espumas dos produtos de limpeza usuais; – não provocar o surgimento de culturas microbianas nos fios e tramas dos tecidos; – ser sanitariamente segura frente ao contato direto com o usuário; – ser sanitariamente segura frente à ingestão acidental e eventual; – não provocar incrustações em tubulações e peças sanitárias; – não provocar corrosão ou outro tipo de degradação de metais sanitários e demais materiais com que tiver contato.
---	---

Fonte: adaptada de Gonçalves, 2009.

Há que se destacar, novamente, que não existe legislação, normalização ou conhecimento consensualmente aceito no meio técnico brasileiro para descrever objetivamente, por meio de valores de parâmetros físico-químico-bacteriológicos, a qualidade das águas para cada tipo de uso não potável, ou, ainda, as classes de águas para grupos de usos não potáveis.

O estabelecimento de instrumentos legais e normativos deve ser alcançado com base em estudos, experimentos e verificações no meio técnico-científico brasileiro e em análises de valores adotados em outros países ou propostos internacionalmente. Trabalhos vêm sendo conduzidos nesse sentido, como os apresentados por Gonçalves (2006),

bem como propostas de valores e classificações, como no caso do manual publicado pela ANA em conjunto com Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp) e o Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo (Sinduscon-SP) (SAUTCHUK et al., 2005).

A efetiva gestão da água somente será possível através do uso eficiente desse recurso, que corresponde ao consumo da menor quantidade de água possível para determinado uso ou conjunto de usos, consideradas as qualidades das águas requeridas pelos usos em questão. Trata-se de ação que pode ser de função estrutural ou não estrutural, de caráter ativo ou passivo, podendo ser aplicada em diversos graus de complexidade, progressivamente. Para tanto, é necessária a utilização de fontes alternativas de água não potável. Lê-se no manual da ANA:

Consideram-se fontes alternativas de água aquelas que não estão sob concessão de órgãos públicos ou que não sofrem cobrança pelo uso ou, ainda, que fornecem água com composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias. (SAUTCHUK et al., 2005, p.58).

Em relação ao aproveitamento de fontes alternativas de água, o Prostab faz um alerta:

A existência no edifício de águas de outras origens que não a do sistema público ou privado de água potável, tais como as águas cinzas, as águas da precipitação pluvial e de eventuais fontes naturais locais, abre possibilidades de aproveitamento dessas fontes. Tal aproveitamento vem sendo estudado, tecnologias têm sido desenvolvidas e a prática vem se disseminando, muitas vezes sem os cuidados recomendados pela boa técnica. (GONÇALVES, 2009, p. 228).

As aplicações relativas a esse aproveitamento têm sido destinadas a usos não potáveis, buscando atender os requisitos de qualidades apresentados na Tabela 3.

As águas originadas de fontes alternativas enquadram-se no campo da conservação das águas em geral, levando em consideração os seus diversos usos, de acordo com a estratégia utilizada. Na Tabela 4, que segue, são apresentadas algumas soluções de conservação associadas às categorias estratégicas, visando à avaliação no processo de

produção do projeto do edifício, possibilitando uma série de alternativas para a implementação do gerenciamento das águas.

Tabela 4 - Soluções alternativas de conservação associadas às categorias estratégicas

Uso eficiente das águas	Emprego de aparelhos sanitários de baixo consumo.
Aproveitamento de fontes alternativas	Aproveitamento de águas cinza. Aproveitamento de águas de chuva. Aproveitamento de águas subterrâneas ou do mar.
Desenvolvimento e adequação tecnológica	Medição individualizada; Compartimentação da pressão da água em faixa de valores adequados à conservação.
Gestão das águas no edifício	Medidas setorizadas de consumo. Implantação de sistema de gestão das águas no edifício.
Desenvolvimento do comportamento conservacionista	Formação e treinamento de moradores, funcionários e prestadores de serviço sobre o sistema de gestão de águas.

Fonte: adaptado de Gonçalves, 2009.

As diretrizes preliminares apresentadas pelo Prosab (GONÇALVES, 2009) para elaboração de soluções alternativas de conservação são:

- emprego de usos não potáveis já estudados e testados ou em fase de consolidação: descarga de bacias sanitárias, lavagens de pisos, lavagem de veículos e rega de jardins;
- adoção de apenas dois tipos de qualidade de água: potável e não potável;
- aproveitamento de fontes alternativas cujos sistemas de tratamento já tenham sido testados e cuja operação seja bem conhecida, como é o caso do aproveitamento das águas de chuva e das águas cinzas;
- análise do perfil de consumo doméstico de água, particularmente importante para identificar os usos que mais contribuem para o consumo total;

– ter em conta, de antemão, a importância de minimizar o bombeamento de águas. No caso particular do aproveitamento de águas de chuva, essa consideração pode ser decisiva e implicar configuração específica da cobertura do edifício.

A ineficiência do sistema de saneamento, no que se refere às águas residuárias, está relacionada tanto com perdas físicas como energéticas. As perdas físicas se referem a parcelas do esgoto que, como as águas cinzas, são descartadas para os sistemas de esgotamento sanitário quando, com esforço de tratamento menor, poderiam estar sendo utilizadas para reduzir a demanda dos sistemas de abastecimento. Esses efluentes ainda geram gastos energéticos nos sistemas de esgotamento sanitário, tanto nos recalques neles inseridos como nas estações de tratamento e sistemas de disposição final.

É também uma perda energética o uso de água em níveis de qualidade acima do estritamente necessário para atender os usos a que se destina. Toda vez que se dá uma descarga de vaso sanitário com água potável, a energia gasta no tratamento e na manutenção da potabilidade é desperdiçada com um uso que não requer tais cuidados. A Organização das Nações Unidas, em 1958 (HESPANHOL, 2003), já sinalizava a diretriz de não se usar água em qualidade superior ao que o uso exija, a não ser que haja excedente do recurso nessa condição.

O relatório Prosab é taxativo quando reforça a necessidade de se buscar eficiência no uso da água:

As medidas de racionalização do uso e as metas de estabilização e redução de gastos de água, tanto em consumos específicos como em desperdícios, têm de se juntar às usuais medidas de ampliação da oferta, no planejamento de investimentos do setor e, principalmente, na redução de perdas no sistema de distribuição. A eficiência no uso da água deve ser construída tanto ao longo do sistema público como no predial. (GONÇALVES, 2009).

3.5 O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

Embora a prática de aproveitamento de água de chuva no Brasil remonte aos primeiros assentamentos na época do Descobrimento, a atual conjuntura renova a oportunidade dessa medida sob a égide da sustentabilidade. Tal conjuntura – de degradação dos recursos hídricos –

está impondo, principalmente aos grandes centros urbanos, a adoção de programas de conservação de água.

Entre os componentes de programas de conservação de água, figura o de substituição de fontes. Consiste basicamente em utilizar novas fontes de recursos hídricos em substituição às existentes, especialmente sob condições em que a nova fonte sirva a usos menos exigentes, ou seja, menos nobres. O aproveitamento de água da chuva precipitada nas edificações do meio urbano se enquadra nessa categoria. Entre os usos domésticos nos quais se pode utilizar a água de chuva, há a descarga de bacias sanitárias e mictórios, a limpeza de pisos e paredes, a lavagem de veículos, a rega de jardins e a água de reserva para combate a incêndios, que se enquadram como usos não potáveis.

Três grandes vantagens são freqüentemente associadas ao aproveitamento da água de chuva em edifícios:

- a) diminui a demanda de água potável;
- b) diminui o pico de inundações quando aplicada em larga escala, de forma planejada, em uma bacia hidrográfica;
- c) pode reduzir as despesas com água potável.

A adoção de medidas que visam a diminuição de consumo e a busca por fontes alternativas de água tem se tornando uma prática cada vez mais necessária sob o ponto de vista da disponibilidade hídrica e da sustentabilidade ambiental. O aproveitamento de água pluvial apresenta-se, nesse contexto, como uma alternativa socioambiental responsável e economicamente possível, pois pode suprir demandas menos exigentes caracterizadas por usos não potáveis, desde que atendidos os requisitos pertinentes, constantes nas normas ABNT e nas legislações municipais.

Sonda et al (apud MAY, 2004) enfatizam que, em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, em que o regime de chuva é irregular, com total precipitado inferior às necessidades da região, torna-se obrigatório o armazenamento de água para suprir, principalmente, as demandas potáveis. Assim, a utilização de água de chuva é um recurso popular muito difundido. Nas regiões mais úmidas, a utilização dessa água, armazenada em cisternas e micro-reservatórios, é um atrativo à obtenção de água de boa qualidade e, também, de redução de custos de utilização de água da rede pública.

A norma ABNT NBR 15.527/2007 – “Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis” (ABNT, 2007) – apresenta os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, desde a concepção do sistema de captação e reservação, até padrões de qualidade dessa água para usos mais restritivos, como aqueles que

podem causar males à saúde. Cabe ressaltar que vários municípios brasileiros já possuem leis específicas para captação e detenção de águas pluviais, seja para seu aproveitamento, seja apenas para prevenção de enchentes.

3.5.1 POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

Pelo predomínio dos climas equatorial e tropical, o Brasil recebe um significativo volume de chuvas por ano. São 3.000 mm na Amazônia, 1.300 mm na região central e pode chegar a 600 mm no sertão nordestino (TOMAZ, 2011), o que representa um grande potencial de utilização dessa fonte alternativa de água para fins não potáveis.

Segundo informações da ANA (2012), as precipitações em 2011 foram superiores às médias históricas em várias partes do País, especialmente no Norte, na Região Hidrográfica (RH) Amazônica; ao Sul, na RH Atlântico Sul; e nas RHs Atlântico Nordeste Oriental e Tocantins-Araguaia, revelando a predominância de desvios positivos naquele ano. Apenas na RH do Paraguai e em parte da RH do Paraná foi verificado desvio negativo, ou seja, precipitações inferiores às médias históricas.

Com todo esse potencial, nas edificações residenciais, comerciais, públicas e em indústrias, o aproveitamento de águas pluviais deve ser estimulado para fins não potáveis, tais como rega de jardins e áreas verdes, lavagem de pisos, passeios e fachadas, ornamentação paisagística, descarga de vasos sanitários etc. (RIGHETTO, 2009).

Estudos realizados na Alemanha e nos Estados Unidos confirmam a tendência mundial para a adoção dessa prática. Segundo estimativas feitas em 1999 pelo International Environmental Technology Centre (IETC), da ONU, em 2010, as populações desses dois países estarão fazendo uso de 45% e 42%, respectivamente, de água de chuva em substituição à água potável de abastecimento público (TOMAZ, 2003). Em países como a China, onde a escassez de água já causa sérios problemas para boa parte da população, o aproveitamento de águas pluviais é realizado por meio de grandes reservatórios, atendendo as necessidades de consumo de 15 milhões de pessoas (MAIA NETO, 2008).

Na Austrália, onde a utilização de água de chuva atinge percentuais expressivos da população, inclusive como única fonte, foi feito um estudo epidemiológico no qual se comparou a incidência de doenças diarreicas em crianças que recebiam apenas água de chuva com

crianças que recebiam apenas água do sistema público. Não se encontrou diferença entre eles, o que sugere que o uso de água de chuva pode ser mais diversificado no ambiente doméstico. Experiências em andamento no semi-árido nordestino apontam também para a possibilidade do uso seguro de água de chuva como única fonte. Não obstante, sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência no atendimento das demandas a que será destinada, avaliação dos possíveis riscos sanitários, adequação das instalações hidráulicas prediais e dimensionamento do sistema de captação, coleta e reservação, observando-se as características locais.

Uma abordagem abrangente sobre o aproveitamento da água de chuva é apresentada por Philippi et al. (2006), que descreve aspectos do ciclo hidrológico, qualidade de águas precipitadas, histórico da prática do aproveitamento e situação mundial do tema, bem como critérios técnicos e econômicos de sistemas prediais de aproveitamento e resultados de aplicação experimental no âmbito do ProSab, que demonstra o grande potencial de utilização dessa água no Brasil.

O aproveitamento de águas de chuva em edificações pode ganhar ainda mais importância com o avanço do conhecimento e da padronização sobre as qualidades das águas requeridas para o banho e para a lavagem de roupas, já que os percentuais medidos e inferidos da participação do consumo de água nesses usos no ambiente residencial têm se mostrado bastante significativos. Entretanto, mesmo considerando somente o emprego na descarga de bacias sanitárias, lavagens de pisos e veículos e rega de jardins, conforme preconizado anteriormente neste texto em respeito ao princípio da precaução, o aproveitamento da água de chuva vem se mostrando uma importante ação conservacionista e de melhoria do gerenciamento das águas.

3.5.2 QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA

A qualidade das águas de chuva altera-se desde o início da precipitação, no escoamento sobre a superfície de captação, no sistema de tratamento e na reservação (ANNECHINI, 2005). Quando escoar sobre a superfície de captação, a água lava e carrega resíduos diversos, compreendendo poeira, fragmentos de vegetação, materiais que se soltam das coberturas das edificações e vários microrganismos provenientes de excretas eliminadas por animais que são acumulados na cobertura no intervalo entre duas chuvas.

Materiais particulados de diversas dimensões e microrganismos causam deterioração da qualidade das águas de chuva, com

desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, além de riscos à saúde, cujos níveis ainda não são conhecidos.

Outros fatores influenciam a qualidade da água. Citam-se a incidência de raios solares sobre as coberturas, os materiais de construção nela utilizados, a localização geográfica do local de captação (proximidade do oceano, áreas urbanas ou rurais), as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos), a estação do ano (duração de períodos chuvosos ou secos) e o nível de poluição atmosférica.

Pesquisas demonstram que a água de chuva, quando escoada pela superfície de captação, carrega consigo poluentes (substâncias tóxicas e bactérias), cuja ingestão ou contato com a pele e mucosas podem causar doenças que vão desde simples irritações cutâneas a severas infecções intestinais (RIGHETTO, 2009; TOMAZ, 2011).

Assim, considerando que as primeiras águas pluviais são de baixa qualidade, o manejo da água de chuva, para ser considerado bem-sucedido, deve ser feito de modo criterioso, eliminando-se essa primeira fração e priorizando o monitoramento e o tratamento, quando for o caso, da água a ser efetivamente aproveitada. Por essa razão a norma ABNT NBR 15.527/2007, que trata do aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, recomenda o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

Embora não exista regulamentação específica para os padrões de qualidade de águas de chuva, diversos países já desenvolveram seus guias e recomendações para o reuso urbano, conforme se observa na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros de qualidade de água para uso não potável das águas de chuva.

PARÂMETRO	EPA*	Austrália	Sul da Austrália	Alemanha	Japão	Brasil
pH	-	-	-	6 - 9	6 - 9	6 - 8
BDO5 (mg/l)	5 - 30	< 10 - 20	< 20	20	10	-
SST (mg/l)	5 - 30	< 10 - 20	< 10	30	-	-
Turbidez (NTU)	2 - 5	-	2 - 5	1 - 2	5	2 - 5
Coliformes Total (UFC/100ml)	2,2 - 23	< 1	< 10	500	10	Ausência
Coliformes Termotolerantes (UFC/100ml)	ND - 75	< 10 - 30	-	100	10	Ausência
Cloro livre CL2 (mg/l)	-	0,5 - 2,0	-	-	-	0,5 - 3,0

* US Environmental Protection Agency

Fonte: Adaptado de WHO, 1992 e Righetto, 2009.

O tratamento da água pluvial captada é obrigatório em razão dos riscos associados ao material carregado pela água de chuva quando do escoamento sobre a cobertura. Observa-se a presença de material grosseiro, como folhas, gravetos, sementes e sólidos suspensos e dissolvidos originados de fezes de pássaros, gatos e roedores, além de material particulado fino sedimentado sobre as coberturas a partir de suspensão aérea, além de microrganismos patogênicos presentes em águas de coberturas, conforme mostram pesquisas em curso no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) realizadas também em outras instituições (MAY, 2004; REBELLO, 2004; GONÇALVES, 2006).

O tratamento para fins não potáveis é realizado visando alcançar características de qualidade compatíveis com os usos desejados. A norma brasileira relativa ao aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, NBR 15527/2007, estabelece que os padrões de qualidade "devem ser fixados pelo projetista de acordo com a utilização prevista". Com respeito aos parâmetros físico-químicos, podem ser adotados como referência inicial, os valores apresentados no Item 4.5 dessa norma,

segundo a Tabela 6, que determina a qualidade da água de chuva para o caso de usos mais restritivos.

Tabela 6 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.

PARÂMETRO	ANÁLISE	VALOR
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 ml
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 ml
Cloro residual livre ¹	Mensal	0,5 a 3,0 mg/l
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ² , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ³
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
Nota: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
¹ No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção;		
² uT é a unidade de turbidez;		
³ uH é a unidade Hazen.		

Fonte: Norma ABNT 15.527 (ABNT, 2007).

No que se refere à qualidade microbiológica da água, uma referência razoavelmente adequada é a Resolução Conama 274/2000, que estabelece a qualidade da água para contato com toda superfície do corpo humano por tempo prolongado. Essa resolução estabelece que são consideradas satisfatórias as águas nas quais “em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, mil coliformes fecais (termotolerantes) por 100 ml”. Dessa forma, pode-se adotar como referência inicial de qualidade microbiológica o máximo de mil coliformes termotolerantes por cada 100 ml de água pluvial.

Em todos os casos, é preciso prever, ainda, os cuidados com a reservação de águas pluviais, levando-se em conta que, em períodos de estiagem, pode não haver água de chuva suficiente para a demanda. Nesse caso, os reservatórios de água pluvial deverão receber complementação do sistema de água potável, evitando-se o fenômeno da

conexão cruzada. Para tanto, deve ser observada a norma ABNT NBR 5.626/1998 – “Instalação predial de água fria” (ABNT, 1998) – que exige uma separação atmosférica, *gap*, de, no mínimo, 5 cm entre o tubo de alimentação de água potável e o reservatório de águas pluviais. Inversamente, no período de cheias, o sistema deverá contar com extravasão compatível.

Mesmo não sendo obrigatória, a desinfecção é fortemente recomendada devido à ocorrência de microrganismos em águas de chuva escoadas de coberturas. Os sistemas de desinfecção mais utilizados são os baseados na aplicação de cloro, ozônio ou raios ultravioleta. A desinfecção com cloro é a mais difundida no país. Permite manter ação mais prolongada por meio de concentração residual de cloro livre, que permanece efetiva por um tempo tal que depende da concentração do produto.

3.6 O REUSO DE ÁGUAS CINZAS

A água cinza é qualquer água que tenha sido usada no domicílio, exceto água de vaso sanitário. Toda água usada em louças, banhos, pias, lavanderia é chamada de água cinza (GREYWATER.COM, s.d.). Corresponde à proporção de 57% a 65% da água usada que vai para o esgoto, conforme se depreende da Tabela 2. Por ter menor teor de nutrientes, fácil degradabilidade, média concentração de organismos patogênicos e grande volume, deve ser coletada e tratada separadamente, visando sua reinserção no ciclo da água. Tal procedimento tem dupla vantagem. Primeiramente, evita o contato dessa água com as fezes, sendo possível simplificar o tratamento para adequá-la a usos menos exigentes em termos de qualidade, como nos serviços (lavagem de pisos, automóveis e outros), descarga de vasos sanitários e lavagem de roupa. A segunda vantagem reside no fato de que, sendo a água cinza a de maior volume, sua separação reduz substancialmente a diluição de fezes e urina, favorecendo o melhor aproveitamento dos principais componentes dos dois tipos de efluentes: energia e nutrientes.

Com os avanços obtidos nas técnicas de tratamento de esgoto urbano, que nos propiciam redução da carga de matéria orgânica e de organismos patogênicos no efluente final, dependendo do grau de polimento, os efluentes podem ser considerados para utilização em fins diversos, como paisagísticos, recarga de aquíferos ou mesmo irrigação agrícola. É um desperdício irrigar grandes áreas e abastecer bacias sanitárias com água potável. Diferentemente de medidas ecológicas limitadoras, que restringem o uso de recursos, a possibilidade do reuso

de águas cinzas faz parte de solução básica para muitos problemas ecológicos. Além disso, por sua simplicidade, tende a permanecer por várias gerações.

Quando adequadamente tratada, a água cinza pode ser fonte de recursos úteis para hortigranjeiros e outras atividades agrícolas e domésticas. Também pode ser útil para planejadores e construtores de paisagismo por causa das vantagens do tratamento de águas cinzas *in situ*. Em verdade, o fósforo, o potássio e o nitrogênio que são elementos de poluição de lagos, rios e lençóis freáticos quando a água cinza é lançada *in natura*, tornam-se fontes de nutrientes para a vegetação em geral se esse tipo de esgoto for disponibilizado para irrigação.

Na prática, a possibilidade do uso de águas cinzas é desprezada nos sistemas domiciliares, pois convencionalmente, a engenharia sanitária sustenta que “esgoto é esgoto” – em outras palavras, que águas cinzas tenham o mesmo tratamento do esgoto combinado (águas cinzas e negras, ou seja, esgoto total). Há um argumento para esse posicionamento: águas servidas, se deixadas sem tratamento por alguns dias, passam a se comportar como esgoto total. Ambos tornam-se malcheirosos (tornam-se anaeróbios) e conterão grande número de bactérias. A observação dessas características em comum deu surgimento a regulamentações que não distinguem entre as várias fontes de poluição e, por isso, determinam tratamento semelhante para todos efluentes domésticos. Contudo, as diferenças entre águas cinzas e negras ou esgoto total são muito mais importantes do que suas similaridades, conforme apresentado na Tabela 7.

A maior fonte de elementos patogênicos em águas de esgoto são os excrementos humanos. A urina (água amarela) é estéril, a não ser em circunstâncias excepcionais (por exemplo, em infecções urinárias graves). Nos lares que possuem crianças que usam fraldas, a matéria fecal pode entrar na água da lavanderia por meio de máquinas de lavar, as quais têm, no entanto, um efeito removedor de partículas patogênicas, por colocar as fraldas em contato com detergentes.

Tabela 7 - Características das correntes do esgoto sanitário (águas negras, amarelas e cinzas)

FRAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Fezes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crítica do ponto de vista higiênico; ✓ Melhora a qualidade do solo e aumenta sua retenção de água; ✓ Produção média de 50 kg/pessoa/ano; ✓ Consiste principalmente de material orgânico submetido a processos de decomposição e pequenas porções de nutrientes.
Urina	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não crítica do ponto de vista higiênico; ✓ Contém as maiores proporções de nutrientes disponíveis para as plantas; ✓ Pode conter hormônios e resíduos de remédios; ✓ Produção média de 500 L/pessoa/ano; ✓ Consiste principalmente de nutrientes e muito pouca matéria orgânica, não sendo necessário passar por processo de estabilização.
Água cinza	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não apresenta maiores preocupações do ponto de vista higiênico; ✓ Volumetricamente, a maior porção do esgoto; ✓ Quase não contém nutrientes, podendo passar por tratamento simplificado; ✓ Pode conter sabão em pó e detergente; ✓ Produção média de 25-100 mil Litros/pessoa/ano.

Fonte: adaptada de Gonçalves, 2009.

Pode-se afirmar que a principal diferença entre a água negra e a cinza esteja na taxa de decomposição dos poluentes presentes em cada uma (GREYWATER.COM, s.d.). A água negra consiste principalmente de componentes orgânicos que já estiveram em contato com um dos “sistemas de tratamento” mais eficientes da natureza: o percurso digestivo do corpo humano. É compreensível que os produtos colaterais desse processo não se decomponham tão rapidamente quando lançados à água.

O reuso de águas cinzas tratadas em escala residencial pode contribuir como uma medida conservacionista, reduzindo o consumo de água potável. Em muitos casos, em especial quando se trata de

edificações com vários andares, essa prática é mais viável economicamente do que o aproveitamento de águas pluviais.

A composição das águas cinzas dependerá das fontes escolhidas, da proporção de mistura entre as fontes utilizadas e da forma com que a água é utilizada em cada local. Tem influência direta de características regionais e preceitos culturais dos usuários, como localidade e ocupação da residência, faixa etária dos moradores, estilo de vida, classe social, uso de produtos de limpeza, medicamentos e cosméticos, horário de uso da água etc. (ERIKSSON et al., 2002; NOVA GALES DO SUL, 2000).

Os contaminantes químicos predominantes nas águas cinzas são derivados de produtos utilizados na lavagem de roupas e banheiros. A compreensão das fontes contaminantes é importante na identificação da heterogeneidade das características das águas cinzas. Os produtos químicos mais utilizados são os surfactantes (agentes ativos de superfície), tendo em vista que eles são amplamente utilizados para higienização e limpeza (WIDIASTUTI et al., 2008).

As águas cinzas normalmente contêm organismos patogênicos, dentre eles, bactérias, vírus e parasitas, em concentrações menos elevadas do que em esgotos domésticos convencionais, mas elevadas o suficiente para causar riscos à saúde humana (JAMRAH et al., 2007). Os microorganismos patogênicos nas águas cinzas são provenientes das atividades como tomar banho e lavar as mãos. De acordo com Eriksson et al. (2002), durante a estocagem e transporte da água cinza, pode haver crescimento de microorganismos, inclusive de coliformes fecais. Isso pode originar também novos compostos orgânicos e inorgânicos, produzidos, em parte, pela degradação química da água cinza, podendo gerar maus odores. Isso reforça a necessidade de sistemas de desinfecção e estocagem eficientes.

O reuso local de águas cinzas seguro e racional tem como base um sistema de reservação e de distribuição, devendo ser identificado de modo claro e inconfundível para não ocorrer uso errôneo ou mistura com o sistema de água potável ou outros fins.

Para a reutilização dessas águas, deve-se tomar uma série de providências e cuidados, bem como atender as instruções contidas na norma ABNT NBR 13.969/1997 – “Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos” (ABNT, 1997). A água cinza tratada deve ser reutilizada para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação de jardins, lavagem de pisos e veículos automotivos, descarga de vasos sanitários, manutenção paisagística, irrigação de campos agrícolas, pastagens etc.

Embora escassas em todo o mundo, existem hoje algumas normas e recomendações que sugerem padrões de qualidade para reuso, variando de acordo com fim desejado. Dentre os documentos nacionais que recomendam padrões de qualidade para água de reuso estão o manual lançado pela ANA, em parceria com a Fiesp e o Sinduscon-SP, em 2005, e a norma ABNT NBR 13.969/1997, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Classificações e parâmetros para esgoto conforme reuso.

DESTINAÇÃO		PARÂMETROS COMTEMPLADOS	TRATAMENTO INDICADO	OBSERVAÇÕES
CLASSE 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Turbidez: < 5; ✓ Coliforme fecal: < 200 NMP/100 ml; ✓ Sólidos dissolvidos totais: < 200 mg/l; ✓ pH: entre 6,0 e 8,0; ✓ Cloro residual: entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l. 	Tratamentos aeróbios seguidos por filtração convencional e cloração.	Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.
CLASSE 2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Turbidez: < 5; ✓ Coliforme fecal: < 500 NMP/100 ml; ✓ Cloro residual: > 0,5 mg/l. 	Tratamento biológico aeróbio seguido de filtração de areia e desinfecção.	Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes.
CLASSE 3	Reuso nas descargas dos vasos sanitários.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Turbidez: < 10; ✓ Coliforme fecal: < 500 NMP/100 ml. 	Tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção.	Águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem este padrão, sendo necessária apenas uma cloração.

CLASSE 4	Reuso nos pomares, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coliforme fecal: < 5.000 NMP/100 ml; ✓ Oxigênio dissolvido: > 2,0 mg/l. ✓ 		As aplicações devem ser interrompidas pelo menos dez dias antes da colheita.
-----------------	---	---	--	--

Fonte: ABNT, 1997.

Os meios de tornar seguro o uso de águas cinzas como fonte alternativa de água são muitas e diversificadas. A engenharia desses sistemas ainda é relativamente nova, mas está progredindo rapidamente. Além disso, seu uso é aceitável tanto pelo ponto de vista ambiental como pelo manejo de esgotos. Os principais usos propostos para as águas cinzas tratadas concorrem com aqueles sugeridos para utilização das águas de chuva coletadas em uma edificação:

- a. rega de jardins, gramados e áreas verdes;
- b. descarga de vaso sanitário;
- c. limpeza de pisos e pátios;
- d. lavagem de automóveis;
- e. água de reserva para combate a incêndios.

Todos os processos de tratamento e disposição final de efluentes devem ser submetidos à avaliação periódica do desempenho (ABNT NBR 13.969/1997), para determinar o grau de poluição causado pelo sistema de tratamento implantado e para avaliar o sistema implantado em si, para efeitos de garantia do processo oferecido pelo fornecedor. Essa avaliação deve ser mais frequente e minuciosa nas áreas consideradas sensíveis do ponto de vista de proteção de mananciais. Adicionalmente, todos os gerenciadores dos sistemas de reuso, em especial aqueles que envolvem condomínios residenciais ou comerciais com grande número de pessoas voltadas para a manutenção de infra-estruturas básicas, devem indicar aos condomínios ou empresas que utilizam águas de reuso o responsável pela manutenção e operação do sistema de reuso de esgoto. Para tanto, o responsável pelo planejamento e projeto do sistema de reuso deve fornecer manuais apropriados, contendo figuras e especificações técnicas sobre o sistema de tratamento, reservação e distribuição e os procedimentos para operação correta, além de treinamento adequado aos responsáveis pela operação.

Nesse sentido, como alerta a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (Cetesb), os esgotos tratados de água cinza têm papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas, de irrigação e bacias sanitárias, entre outros. A agência ambiental ainda esclarece:

Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de esgotos contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, atualmente muito discutida, posta em evidência e já utilizada em alguns países é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico.

Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade. (CETESB, s.d.).

Assim, a partir das informações apresentadas, o reuso de água pode ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

3.7 SELOS VERDES – OS MODELOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES

As certificações ambientais de edificações são cada vez mais procuradas no Brasil por empreendedores e órgãos públicos. Isto acontece porque os benefícios desse processo atingem o meio ambiente,

o empreendedor e também toda a comunidade que deverá usufruir da estrutura construída.

De acordo com Novo Dicionário Aurélio (2004), define-se “modelo” como “aquilo que serve de exemplo ou norma”, e tais certificações são fundamentalmente modelos a serem seguidos pelo setor da construção civil em busca de sustentabilidade para edificações e de maior participação de mercado. Os selos verdes mais conhecidos são: (ANTUNES e LAUREANO, 2008; GOULART, s.d., OLIVEIRA, 2009; VALENTE, 2009),

a. AQUA (Alta Qualidade Ambiental):

Inspirado no selo francês HQE – Haute Qualité Environnementale, o AQUA foi desenvolvido pelos professores da Escola Politécnica de São Paulo em uma associação voltada para o compartilhamento de informações e conhecimento científico. Entre os países participantes estão, além do Brasil, França, Itália, Líbano e outros.

A ideia de elaborar um referencial técnico brasileiro surgiu a partir do projeto de pós-doutoramento da Professora Ana Rocha Melhado (2008) e acabou se tornando um convênio internacional. Manuel Carlos Martins, coordenador executivo do AQUA, explica a escolha do modelo francês:

Os franceses estão bem avançados em termos de certificação para construções sustentáveis, então pegamos o processo amadurecido. Além disso, a França tem uma história de parceria com a Poli e se dispôs a abrir todo o seu trabalho para que pudesse ser aproveitado no Brasil. A Europa também é mais abrangente e profunda em questões ambientais (PRADO, 2008).

O AQUA tem preocupação com os impactos ambientais gerados pelos edifícios durante as fases de planejamento e construção, ou durante a operação. A Fundação Vanzolini – instituição privada sem fins lucrativos, criada e gerida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) – é a responsável pela implantação e avaliação sobre o grau de sustentabilidade dos edifícios, baseada nos critérios específicos do selo AQUA.

b. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method):

O BREEAM foi o primeiro modelo de avaliação de desempenho ambiental do Reino Unido. Desenvolvido no início da década de 1990, possui exigências de caráter prescritivo que enfocam o interior da edificação, seu entorno e o meio ambiente, tais como impactos do edifício sobre o meio ambiente, a saúde e o conforto dos usuários e a gestão de recursos. O BREEAM apresenta itens de atendimento obrigatório e outros classificatórios, destacando-se que a pontuação mínima exigida e os níveis de classificação variam de acordo com a versão do método a ser implementado. As versões mais utilizadas são as destinadas a edifícios, como shopping centers, escritórios, habitações e indústrias.

c. CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Efficiency):

Desenvolvido no Japão, o CASBEE possui quatro modelos de avaliação distintos que abordam a qualidade ambiental e o desempenho do edifício e são utilizados para projetos, construções novas, edifícios existentes e reformas.

A pontuação do sistema é ponderada e resulta em uma nota final denominada Building Environmental Efficiency (BEE), que corresponde à classificação do edifício em um dos cinco níveis possíveis:

- qualidade do ambiente interno (conforto e saúde do usuário);
- qualidade do serviço (funcionalidade e durabilidade);
- eficiência energética (desempenho da envoltória, uso de energia renovável, eficiência dos sistemas);
- gestão de recursos (economia e reuso de água, reuso e reciclagem de materiais);
- meio ambiente local (preservação ambiental, características paisagísticas, características culturais);
- impactos na vizinhança (poluição do ar e sonora, vibrações).

d. GBTOOL (Green Building Assessment Tool):

O GBTOOL é um modelo internacional de avaliação ambiental de edifícios, resultante de um consórcio que envolve vários países da

Europa, Ásia e América, denominado Green Building Challenge. Seus esforços caminham na direção do desenvolvimento de incentivos à execução de edifícios mais adequados do ponto de vista ambiental. Este modelo não possui um órgão certificador definido, podendo ser apresentado como ferramenta de aprimoramento de projetos adotada por qualquer entidade ou órgão que defina, a partir do modelo apresentado, os fatores de ponderação para os elementos considerados. O GBTOOL considera o consumo de recursos, as cargas ambientais, a qualidade do ambiente interno e do serviço de obras civis, os aspectos econômicos e a gestão pré e pós-ocupação.

e. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design):

O LEED é uma certificação para edifícios verdes (*green buildings*) que teve início nos Estados Unidos, mais precisamente com a ONG U.S. Green Building Council (USGBC). Trata-se do modelo de certificação ambiental de edifícios mais difundido no mundo, tendo sido mais de 12 mil certificações distribuídas ao longo de sua existência.

Sua avaliação é realizada por meio do atendimento a alguns critérios: sustentabilidade na área de abrangência do edifício (seu entorno, considerado o raio de 805 metros³, que deve possuir estrutura básica de transporte público, serviços bancários, supermercados etc.), eficiência no uso da água, eficiência energética e cuidados com as emissões na atmosfera, otimização do uso de materiais e recursos e qualidade ambiental no interior da edificação. Para cada critério, é atribuída uma pontuação que varia de acordo com o tipo de edifício, totalizando cem pontos. Há também dez pontos distribuídos como bônus em dois critérios: uso de novas e inovadoras tecnologias que melhorem o desempenho do edifício e edificações que dão prioridade às preocupações ambientais regionais.

f. Método IPT:

O método desenvolvido pelo IPT visa oferecer um modelo de avaliação ambiental de edifícios adequado às condições brasileiras de acordo com o referencial técnico elaborado pelo próprio instituto, tendo em conta a experiência que já possui, especialmente em certificação de produtos. A estrutura do referencial técnico é semelhante às do LEED e

³ A medida original é feita em milhas, sendo que 805 metros correspondem a aproximadamente 0,5 milha.

BREEAM, possuindo itens de atendimento obrigatório e outros classificatórios (VITTORINO, 2007).

O método IPT possui cinco diferentes classificações, de 20 a 100 pontos, e prioriza os aspectos ambientais tradicionais, como características do terreno, água, energia, materiais, resíduos e conforto ambiental, considerando também acessibilidade e relação do edifício com o meio urbano. Seu grande diferencial está na importância e na inserção dos aspectos relativos à realidade local e desempenho do edifício.

g. Procel Edifica:

Com o enfoque multissetorial, o Procel Edifica, um programa elaborado pela Eletrobras, promove condições para o uso eficiente da eletricidade nas edificações, reduzindo os desperdícios de energia e materiais e os impactos sobre o meio ambiente (BRASIL, 2010; BRASIL, 2012b).

No Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas é bastante expressivo. A tendência estimada é de crescimento ainda mais acentuado, devido à estabilidade da economia, aliada a uma política de melhor distribuição de renda. De acordo com Medeiros (2009), calcula-se que quase 45% da energia elétrica produzida no País sejam consumidas não só em operação e manutenção das edificações, mas também em sistemas artificiais, que proporcionam conforto ambiental para os usuários, como os de iluminação, climatização e aquecimento de água. A possibilidade de aproveitar esse potencial balizou a reavaliação dos principais focos de atuação do Procel, o que resultou na criação do subprograma Procel Edifica, especialmente voltado à eficiência energética das edificações, aliada ao conforto ambiental.

O potencial de conservação de energia no setor de construção civil é expressivo. A economia pode chegar a 30% para edificações já existentes, se elas passarem por uma intervenção tipo *retrofit* (reforma e/ou atualização). As novas edificações, se abrangerem tecnologias energeticamente eficientes desde a concepção inicial do projeto, terão economia que pode superar 50% do consumo, comparadas a edificações concebidas sem previsão dessas tecnologias.

h. Selo Casa Azul:

O Selo Casa Azul é o primeiro modelo brasileiro de classificação ambiental para a construção habitacional, lançado em junho de 2010 (JOHN e PRADO, 2010). O guia e a metodologia do selo foram desenvolvidos por uma equipe técnica da Caixa com vasta experiência em projetos habitacionais e em gestão para a sustentabilidade. O trabalho teve consultoria de um grupo multidisciplinar de professores da Escola Politécnica da USP, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Com o Selo Casa Azul, a Caixa pretende incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários, bem como promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis.

O selo se aplica a todos os tipos de projetos habitacionais propostos à Caixa para financiamento ou nos programas de repasse. Empresas construtoras, poder público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais podem se candidatar a receber o selo.

A iniciativa se soma a outras importantes medidas da Caixa indutoras da produção habitacional com sustentabilidade ambiental, tais como o uso de madeira com origem legal na construção, o incentivo financeiro para sistemas de aquecimento solar de água e a medição individualizada de água e gás nos prédios.

O método utilizado pelo banco para a concessão do selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento, o atendimento aos critérios estabelecidos pelo instrumento que estimula a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade dos empreendimentos habitacionais. O Selo Casa Azul Caixa possui seis categorias: Qualidade Urbana, Projeto e Conforto, Eficiência Energética, Conservação de Recursos Materiais, Gestão da Água e Práticas Sociais. As categorias são subdivididas em 53 critérios de avaliação – alguns obrigatórios e outros de livre escolha. A quantidade de critérios atendidos pelo projeto determinará o nível de gradação obtido.

O Brasil conta com diversas outras iniciativas e programas de sustentabilidade na construção. Além dos modelos aqui apresentados, existem inúmeros selos ou programas municipais de incentivo à

construção sustentável, como o Selo BH Sustentável da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, MG.

O Selo BH Sustentável é uma política pública elaborada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e pelo Comitê Executivo da Copa de 2014, resultante das discussões no Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência. A Certificação faz parte dos projetos de Sustentabilidade da Prefeitura de Belo Horizonte para a Copa do Mundo da Fifa Brasil 2014, visando atender às diretrizes assumidas pelo Brasil junto à Fifa, que recomendam a redução dos impactos socioambientais decorrentes da realização do evento, nos moldes das copas realizadas na Alemanha e na África do Sul (BELO HORIZONTE, s.d.).

A certificação verde do Selo BH Sustentável é feita de forma voluntária e consensual, destinada aos empreendimentos públicos e privados, residenciais, comerciais e/ou industriais, que adotam medidas que contribuam para a redução do consumo de água, de energia, das emissões atmosféricas e da geração de resíduos sólidos, além de alternativas de reciclagem e de reaproveitamento dos resíduos gerados. Os empreendimentos certificados recebem os selos Bronze, Prata, Ouro, de acordo com o número de dimensões certificadas. A intenção da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, segundo informações divulgadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, é que a adesão dos empreendimentos à certificação contribua significativamente para que o município possa alcançar a meta de redução dos gases de efeito estufa, definida para 2030, bem como a melhoria das condições socioambientais da cidade.

3.8 CARACTERIZAÇÃO DOS DOIS PRINCIPAIS MODELOS DE CERTIFICAÇÃO VERDE UTILIZADOS NO BRASIL

Os modelos LEED e AQUA são efetivamente as certificações ambientais para a construção civil mais conhecidos e utilizados no Brasil. O LEED é um selo norte-americano que vem obtendo maior adesão nas edificações em processo de certificação no País, apesar de gerar algumas dúvidas entre os empreendedores brasileiros em relação a sua eficácia, consideradas as características distintas dos dois países, Brasil e Estados Unidos. O AQUA, também bastante disseminado no mercado brasileiro, foi adaptado especificamente para avaliação de construções estabelecidas no Brasil, levando em consideração a realidade social e econômica e as condições climáticas, entre outros fatores.

3.8.1 A CERTIFICAÇÃO LEED

Criado pelo U.S. Green Building Council, o selo LEED é o de maior reconhecimento internacional, utilizado em mais de 130 países. A responsabilidade pela interpretação e adaptação da certificação LEED para o Brasil é do GBC Brasil, uma organização não governamental que visa fomentar a indústria de construção sustentável, utilizando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas de *green building* em um processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos. A ONG chegou ao Brasil em 2007 com a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que atesta a sustentabilidade de um empreendimento, e hoje apresenta um crescimento importante no setor, tendo certificado 63 empreendimentos e registrado outros 574 na busca do selo, conforme mostra a Figura 10. Esse último número leva o Brasil à quarta posição no ranking mundial de construções sustentáveis, atrás apenas dos Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China, conforme dados do site do GBC Brasil.

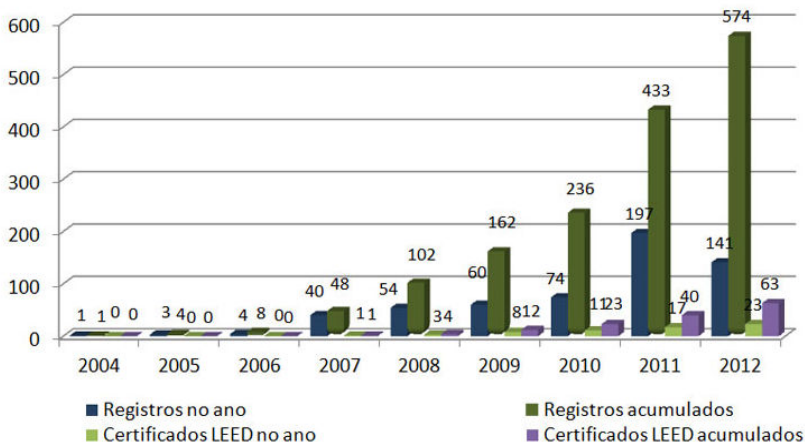


Figura 10 – Registros e certificados LEED no Brasil.

Fonte: GBC Brasil, s.d.

Para atender o crescimento desse mercado, o GBC Brasil, em parceria com diversas instituições de ensino, oferece cursos de curta duração presenciais e *online*, especializações e MBA voltados para o

setor. Presente em sete capitais brasileiras, o Programa Nacional de Educação da ONG já contou com a participação de mais de 33 mil profissionais.

O GBC Brasil tem atuado também para que o País seja exemplo de sustentabilidade nos eventos esportivos que sediará. Por isso, a convite do Comitê Olímpico Brasileiro, cooperou na elaboração dos critérios de sustentabilidade que guiarão as obras dos Jogos Olímpicos de 2016. A organização também participa da Câmara Temática de Sustentabilidade da Copa do Mundo 2014, coordenada pelo Ministério dos Esportes, já que a maioria dos estádios que sediarão a Copa está buscando a certificação LEED.

O modelo LEED apresenta um sistema de pontuação que divide o selo em diferentes níveis: Básico, Prata, Ouro e Platina, como exposto na Tabela 9.

Tabela 9 -Níveis de certificação LEED.

CATEGORIA	PONTUAÇÃO
Certificado Básico	40-49 pontos
Prata	50-59 pontos
Ouro	60-79 pontos
Platina	80 pontos ou mais

Fonte: elaborada pelo autor.

Os critérios da certificação LEED no Brasil englobam seis categorias:

- a. eficiência energética;
- b. uso racional da água;
- c. materiais e recursos;
- d. qualidade ambiental interna;
- e. espaço sustentável;
- f. inovações e tecnologias.

A certificação LEED traz diversos benefícios para os empreendimentos, tais como redução dos custos operacionais em toda sua vida útil (água e energia), melhora da qualidade interna (com o aumento da luminosidade, diminuição do uso do ar condicionado) e valorização do imóvel, além do reconhecimento da organização na aplicação dos conceitos relacionados à sustentabilidade, que é um grande diferencial de marketing.

O consumo de energia torna-se, em média, 30% menor com a aplicação dos critérios do GBC Brasil. Há também redução de até 50% no consumo de água, de até 80% na geração de resíduos e de 9% no custo de operação do empreendimento, bem como valorização de 10% a 20% no preço de revenda (GBC BRASIL, s.d.).

O processo de certificação começa na concepção e na elaboração dos projetos de arquitetura, estruturas e instalações, entre outros, que devem atender os requisitos solicitados nos seis critérios, apresentados através de um relatório de análise no qual constam as intervenções previstas e a meta de pontuação. Mesmo tendo acompanhamento sistemático durante a execução, a certificação LEED ocorre somente após a conclusão da obra, quando é verificado o atendimento dos pré-requisitos e o cumprimento de todos os pontos previstos no projeto. A edificação certificada tem o direito de utilizar o Selo LEED por dois anos, podendo ser renovado por igual período, conforme reavaliação de suas operações sustentáveis (CORBIOLI, 2009; VALENTE, 2009).

3.8.2 A CERTIFICAÇÃO AQUA

A Certificação de Construção Sustentável AQUA busca a alta qualidade ambiental do empreendimento, provada por meio de auditorias independentes. A certificação é concedida ao final de cada uma de suas três fases (concepção, realização e operação), mediante verificação de atendimento ao referencial técnico que é dividido em duas partes: o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor, e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

O referencial técnico do modelo AQUA é uma adaptação para o Brasil da Démarche HQE – Haute Qualité Environnementale, do Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) – existente há mais de 25 anos na França. Esse referencial contém os requisitos para o SGE e os critérios de desempenho nas categorias da QAE. Os requisitos abrangem o comprometimento com o perfil determinado visando o acompanhamento, análise e avaliação da QAE ao longo do empreendimento, entre outros. Os critérios de desempenho desse modelo abordam a ecoconstrução, a gestão e a criação de condições de conforto e saúde para o usuário. A QAE do processo AQUA estrutura-se em 14 categorias (conjuntos de preocupações), reunidas nas quatro famílias acima citadas, conforme elencadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Estrutura de avaliação da qualidade ambiental do edifício no modelo AQUA.

ECO-CONSTRUÇÃO	
Categoria 1	Relação do edifício com seu entorno
Categoria 2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
Categoria 3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
GESTÃO	
Categoria 4	Gestão da energia
Categoria 5	Gestão da água
Categoria 6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
Categoria 7	Manutenção – permanência do desempenho ambiental
CONFORTO	
Categoria 8	Conforto higratérmico
Categoria 9	Conforto acústico
Categoria 10	Conforto visual
Categoria 11	Conforto olfativo
SAÚDE	
Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: elaborada pelo autor.

A certificação da construção deve estabelecer o controle total do projeto em todas as fases: concepção (projeto), realização (obra) e operação (uso). A certificação AQUA é fornecida a cada etapa avaliada separadamente e é válida por um ano. Não há necessidade da renovação, devido ao entendimento de que todos os elementos inerentes ao bom desempenho da edificação já terão sido incorporados.

Os benefícios de um empreendimento certificado pelo processo AQUA são:

- a. melhoria da qualidade de vida do usuário;
- b. economia de água;
- c. economia de energia;
- d. disposição adequada de resíduos;
- e. menores custos de conservação e manutenção;
- f. contribuição para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região.

Segundo a empresa responsável pelo processo de certificação no Brasil, os benefícios podem ser específicos para cada um dos agentes envolvidos, sendo:

– Para o empreendedor: provar a alta qualidade ambiental de suas construções; diferenciar seu portfólio no mercado; aumentar a velocidade de vendas ou locação; manter o valor de seu patrimônio ao longo do tempo; associar a imagem da empresa à alta qualidade ambiental; melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades.

– Para o comprador: economia direta de água e energia; menores custos de condomínio - energia, água, conservação e manutenção; melhores condições de conforto, saúde e estética; maior valor patrimonial ao longo do tempo.

– Socioambientais: menor consumo de energia; menor consumo de água; redução das emissões de gases do efeito estufa; redução da poluição; melhores condições de saúde nas edificações; melhor aproveitamento da infraestrutura local; menor impacto na vizinhança; melhores condições de trabalho; redução da produção de resíduos; gestão de riscos naturais, solo, água e ar.

3.9 LEGISLAÇÃO SOBRE O TEMA

Na Conferência do Meio Ambiente da ONU realizada em Estocolmo, em 1972, surgiu o conceito de ecodesenvolvimento, “via mediana entre o crescimento selvagem e o fundamentalismo ecológico, que mais tarde passou a ser denominado ‘desenvolvimento sustentável’” (PICCAZIO, 2007). Desse encontro, originou-se o Relatório Brundtland, publicado em abril de 1987, considerado o mais importante estudo sobre a situação ambiental de todo o planeta.

Alguns anos depois, em 1992, em Dublin, na Irlanda, durante a denominada Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente, representantes de cem países e 80 organismos internacionais, intergovernamentais e não governamentais reuniram-se e diagnosticaram que a situação futura dos recursos hídricos no mundo caminhava de forma dramática para um ponto crítico. Naquela ocasião, foram estabelecidos quatro princípios para a gestão sustentável da água, assim sistematizados: i) a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento e para o meio ambiente; ii) seu gerenciamento deve ser baseado na participação dos usuários, dos planejadores e dos formuladores de políticas, em todos

os níveis; iii) as mulheres desempenham papel essencial na provisão, no gerenciamento e na proteção da água e iv) a água possui valor econômico (ANA, 2012).

Tendo em vista esses quatro princípios norteadores, os participantes da Conferência de Dublin elaboraram e adotaram a “Declaração de Dublin”, um conjunto de recomendações com as quais os países poderiam enfrentar as principais questões relacionadas aos recursos hídricos, desde que houvesse comprometimento político e envolvimento de todos, governo e sociedade.

Em seguida, os princípios de Dublin sobre a água foram referendados na ECO-92, conferência realizada no Rio de Janeiro também em 1992, quando líderes mundiais reunidos foram incentivados a traduzir as recomendações de Dublin em programas urgentes de ação. Essas recomendações visavam a proporcionar aos países o alcance dos seguintes benefícios (idem):

- a. mitigação da pobreza e das doenças por meio da gestão dos recursos hídricos, da provisão dos serviços de saneamento e do abastecimento de alimentos e de água;
- b. proteção contra os desastres naturais que causam danos pela perda de vidas humanas e pelos altos custos de reparação;
- c. conservação e reaproveitamento da água por meio de práticas de reuso e melhoria na eficiência nos diferentes setores usuários;
- d. desenvolvimento urbano sustentável, reconhecendo que a degradação dos recursos hídricos incrementa os custos marginais do abastecimento urbano;
- e. produção agrícola e abastecimento de água no meio rural, relacionando essa prática à segurança alimentar e à saúde das comunidades rurais;
- f. proteção do ecossistema aquático, reconhecendo que a água é elemento vital ao meio ambiente e abriga múltiplas formas de vida das quais depende, em última instância, o bem estar do ser humano;
- g. solução de conflitos derivados da água, reconhecendo que a bacia hidrográfica configura-se a unidade de referência para a resolução de conflitos.
- h. ambiente favorável, configurando a necessidade de um ambiente institucional que permita que as demais recomendações se efetivem;
- i. bases de dados consistentes, reconhecendo a importância do intercâmbio de informações sobre o ciclo hidrológico com vista a prevenir as ações decorrentes do aquecimento global;

j. formação de pessoal, considerando a necessidade de capacitação e de provisão de condições de trabalho adequadas.

Entre os vários documentos produzidos na ECO-92, o de maior importância foi a “Agenda 21”, instrumento programático que apresenta um plano de ação para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável. Apesar de ser tratada em diversos capítulos da Agenda 21, a questão dos recursos hídricos é enfocada especificamente no capítulo 18, no qual são propostos sete programas de ação referentes às águas doces:

- a. desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos;
- b. avaliação dos recursos hídricos;
- c. proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos;
- d. abastecimento de água potável e saneamento;
- e. água e desenvolvimento urbano sustentável;
- f. água para produção sustentável de alimentos e desenvolvimento rural sustentável;
- g. impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos.

Os esforços realizados nos últimos anos para consolidar a política ambiental no Brasil resultaram na estruturação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), ou na modernização dos instrumentos da política, na concepção e na execução de programas inovadores. No campo regulatório, destaca-se a sanção de leis importantes como a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998), a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999), a lei que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), ou Lei 9.985/2000, bem como as diversas resoluções estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Avanços importantes também foram feitos com relação à política de recursos hídricos. Partindo de um modelo essencialmente pautado pela supremacia do setor elétrico, principalmente durante o período de vigência do Código das Águas, estabelecido em 1934, a gestão de recursos hídricos no Brasil avançou com a promulgação da Constituição Federal de 1988 para um paradigma caracterizado pela inserção da perspectiva ambiental e baseado em um modelo sistêmico de governança e princípios modernos de gestão, como os de interdisciplinaridade, multissetorialidade, integração, descentralização e participação.

Nesse contexto, refletindo as recomendações resultantes da Conferência de Dublin, referendadas na ECO-92 por intermédio da Agenda 21, e visando regulamentar o inciso XIX do artigo 21 da

Constituição Federal de 1988, foram instituídas a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Singreh), pela Lei 9.433/1997, conhecida por “Lei das Águas”, que, junto com o Decreto 24.643/1934, conhecido como o “Código das Águas”, formam a base da legislação brasileira sobre o tema.

A Política Nacional de Recursos Hídricos demonstra a importância da água e reforça seu reconhecimento como elemento indispensável a todos os ecossistemas terrestres, como bem dotado de valor econômico, além de estabelecer que sua gestão deve ser estruturada de maneira integrada. Essa lei, por seu processo de construção e seu conteúdo, constitui-se um marco de significativa importância para a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável no Brasil. Por seu caráter inovador, constitui-se em uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública do País (ANA, 2012).

Tamanho avanço no arcabouço legal foi acompanhado de um avanço no arcabouço institucional, que começou com a criação, em 1995, pelo governo federal, do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, atual Ministério do Meio Ambiente (MMA). Também nesse ano, foi instituída, no mesmo ministério, a Secretaria de Recursos Hídricos, atualmente Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), que tinha entre suas atividades principais, na época de sua criação, a divulgação e a discussão do projeto de lei que definiria a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em julho de 2000, por meio da Lei 9.984, foi criada a ANA, autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira e vinculada ao MMA. Compete à ANA criar condições técnicas para implementar a “Lei das Águas”, promover a gestão descentralizada e participativa em sintonia com os órgãos integrantes do Singreh, implantar os instrumentos de gestão previstos na referida lei (entre eles, a outorga de direito de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e a fiscalização desses usos) e, por fim, buscar soluções adequadas para as secas prolongadas e a poluição dos rios.

Ainda no escopo da Lei das Águas, foi instituído o Plano Nacional de Recursos Hídricos como um dos principais instrumentos para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. O Plano define como objetivos estratégicos a melhoria da disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, a redução dos conflitos pelo uso da água e a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

No âmbito estadual, devido à ausência de um marco legal em nível nacional até 1997, os estados se comportavam de maneira bastante diferenciada em seus processos de administração do setor de recursos hídricos. Com a sanção da Lei no 9.433/1997, eles passaram a priorizar a instituição de suas políticas de recursos hídricos, tendo como referência a legislação federal. Alguns estados, onde a pressão e os conflitos pelos recursos hídricos eram mais críticos, quer seja por restrições quantitativas e/ou por qualitativas, já haviam instituído suas políticas estaduais de recursos hídricos, como foi o caso de São Paulo (1991), Ceará (1992), Distrito Federal (1993), Minas Gerais (1994), Santa Catarina (1994), Rio Grande do Sul (1994), Sergipe (1995), Bahia (1995), Rio Grande do Norte (1996) e Paraíba (1996). Alguns desses entes federados revogaram suas leis e sancionaram outras, como é o caso de Minas Gerais e do Distrito Federal, procurando adequar-se à Lei nº 9.433/1997 e consoante com o previsto na Constituição Federal de 1988. Atualmente, todas as unidades federais brasileiras possuem suas leis de recursos hídricos.

Também com a sanção da Lei das Águas em 1997, houve a instalação dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs), sendo que apenas o estado do Acre não tem instalado o seu até o presente.

Uma estratégia importante para aprimorar a gestão dos recursos hídricos do Brasil foi a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) que vêm se consolidando como o espaço onde as decisões sobre os usos da água são tomadas, sobretudo nas regiões com problemas de escassez hídrica ou de qualidade de água. São competências dos CBHs, entre outras, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar sobre os conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.

Muito se tem avançado no aspecto legal e nas discussões sobre o tema. Entretanto, verifica-se a necessidade de se intensificar a adesão à gestão integrada dos recursos hídricos e de se articular melhor a política nacional de recursos hídricos com as políticas estaduais e setoriais, visando à superação de desafios comuns e à promoção do uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade para as presentes e futuras gerações.

4 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Este trabalho abrangeu quatro fases de análise e verificação de dados dos dois modelos de certificação verde para o setor de construção civil mais utilizados no País, visto que, conforme anteriormente mencionado, os modelos LEED e AQUA conquistaram mais de 90% do mercado nacional de certificação ambiental de edificações. Essas quatro fases são assim resumidas:

1. apresentação de um comparativo entre os dois modelos com referência aos critérios específicos relacionados à gestão e uso eficiente da água;
2. aplicação de questionário dirigido às duas principais instituições ligadas à certificação verde para o setor de construção civil no Brasil, abordando os modelos AQUA e LEED;
3. identificação de cinco empreendimentos certificados ou em processo de certificação que apresentem ações para redução do consumo de água, o que se denominou “Estudos de Caso”;
4. descrição dos empreendimentos com características, estratégias utilizadas na busca pelo uso eficiente da água e dados obtidos nos Estudos de Caso.

Primeiramente, através da revisão de literatura e referenciais técnicos, os dois modelos foram analisados individualmente, com o intuito de mostrar suas características e as formas de pontuação utilizadas, para, em seguida, fazer um comparativo entre eles sobre o critério específico relacionado à gestão e o uso racional da água.

Nesse momento da metodologia, foram relacionados os principais requisitos que são solicitados por cada um dos modelos visando reduzir o consumo de água potável ou mesmo à melhoria da gestão desse recurso, pois a fase de escolha, pelo empreendedor, dos requisitos a serem atendidos é também o momento em que são definidas as estratégias a serem adotadas e as fontes alternativas de água não potáveis a serem utilizadas, bem como suas possibilidades de uso.

Essa fase da avaliação e comparativo dos dois modelos foi de extrema importância para este trabalho, pois, a partir dela, verificou-se qual o modelo que melhor se adapta às características do mercado brasileiro, tendo sempre como referência que os parâmetros podem variar de acordo com o tipo do empreendimento, a localização e a legislação pertinente.

4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS LEED E AQUA EM RELAÇÃO À GESTÃO E AO USO RACIONAL DA ÁGUA

Os dois modelos de certificação apresentam diferentes categorias a serem avaliadas e, conseqüentemente, diferentes resultados ou níveis de certificação, conforme pode ser observado na Tabela 11. Em virtude da importância da redução do consumo de água potável e da melhoria da gestão desse recurso natural, os dois modelos prestigiam e apresentam critérios contemplando esse tema, com diferentes, mas significativos, percentuais de peso, conforme Figura 11.

Tabela 11 - Comparativo da organização dos modelos de certificação.

Modelos	Escopo da Avaliação	Método de Aplicação	Categorias Avaliadas	Resultados
LEED	Ambiental	Atendimento de itens obrigatórios e classificatórios. Classificação do edifício.	Eficiência energética; uso racional da água; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; espaço sustentável; inovações e tecnologias.	Quatro níveis: certificado, prata, ouro e platina, segundo pontuação obtida.
AQUA	Ambiental	Atendimento de um perfil ambiental. Certificação ou não do edifício.	Ecoconstrução; gestão; conforto e saúde.	Não há classificação. A certificação é obtida a partir do atendimento ao perfil de desempenho ambiental escolhido.

Fonte: adaptada de Sayegh, 2008 e Brito, 2008.

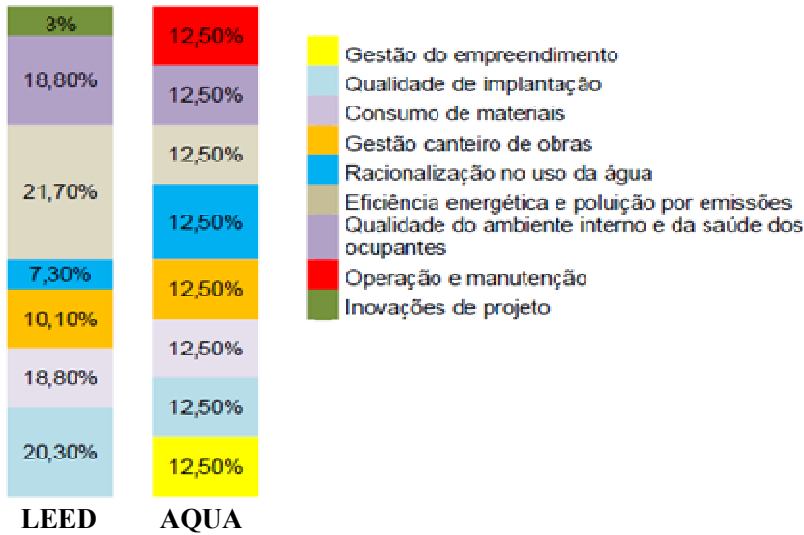


Figura 11 – Comparativo dos pesos das diferentes categorias dos modelos de certificação.

Fontes: Melhado, 2009 e Valente, 2009.

A certificação LEED apresenta pontuação que varia de acordo com a categoria pretendida, variando de 40 a 110 pontos, incluindo os pontos de bônus caso sejam utilizadas tecnologias inovadoras ou regionais (USGBC, 2009) Nesse modelo, o critério de uso racional da água pode atingir dez pontos, de acordo com a Tabela 12, atingindo um percentual máximo de 9% da pontuação total.

Tabela 12 - Pré-requisitos e créditos para uso racional da água no modelo LEED.

USO RACIONAL DA ÁGUA		MÁXIMO DE 10 PONTOS
Pré-requisito	Redução no uso da água	Obrigatório – mínimo 20%
Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	2 a 4 pontos
	Redução de 50%	2 pontos
	Uso de água não potável ou sem irrigação	4 pontos
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2 pontos
Crédito 3	Redução do consumo de água	2 a 4 pontos
	Redução de 30%	2 pontos
	Redução de 35%	3 pontos
	Redução de 40%	4 pontos

Fonte: elaborada pelo autor.

O percentual de redução de consumo na certificação LEED é definido com base nos valores estipulados pelo Energy Policy Act de 1992, lei promulgada pelo Congresso norte-americano visando estimular a conservação e eficiência energética (ESTADOS UNIDOS, 1992). A lei consiste de 27 seções com medidas destinadas a diminuir a dependência dos Estados Unidos da energia importada, dar incentivos para a utilização de energia limpa e renovável e promover a conservação de energia em edifícios. Nela, são definidas as vazões máximas para bacias sanitárias, mictórios, lavatórios, chuveiros, pias e torneiras.

Na certificação AQUA, ao contrário do modelo anterior, os desempenhos ambiental e sanitário de um empreendimento são lineares, ou seja, possuem iguais pesos quanto às suas categorias, que são avaliadas e expressas em três diferentes níveis:

- BOM: nível correspondente ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Isso pode corresponder à regulamentação, se ela é suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência dela, à prática corrente.
- SUPERIOR: nível correspondente ao das boas práticas.

–EXCELENTE: nível definido em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de alta qualidade ambiental, mas assegurado que eles possam ser atingidos.

A atribuição do certificado está vinculada à obtenção de um perfil mínimo referente às quatorze categorias listadas na Tabela 10. Importante notar que, para obter a certificação, devem ser satisfeitas as exigências do referencial técnico, de modo que pelo menos três das categorias atinjam o nível “Excelente” e, no máximo, sete estejam no nível “Bom”, conforme Figura 12, não podendo o empreendimento deixar de atender nenhuma das 14 categorias existentes e descritas no referencial.

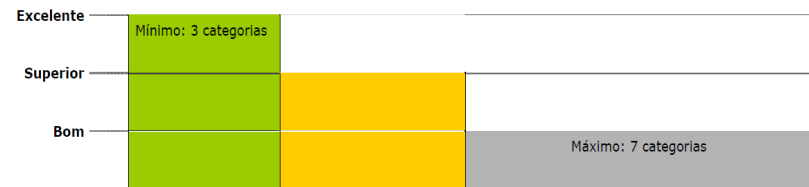


Figura 12 – Perfil de desempenho do modelo de certificação AQUA.

Fonte: Referencial Técnico de Certificação – Vanzolini, 2007.

O referencial técnico da certificação AQUA possui um capítulo, de número 5, dedicado à gestão da água com dois critérios de avaliação: redução do consumo de água potável e gestão de águas pluviais, mostrados na Tabela 13, cada um deles com diferentes exigências para atendimento. Essas exigências já têm os seus níveis bom, superior e excelente predeterminados, cabendo ao empreendedor optar pelas estratégias ou tecnologias a serem incorporadas à edificação para atendimento ao seu perfil predeterminado ou almejado.

Tabela 13 - Critérios e exigências para a gestão da água no modelo AQUA.

Critérios / Preocupações	Exigências	Nível Bom	Nível Superior	Nível Excelente
Redução do consumo de água potável	Implementação de sistemas economizadores • Pressão estática - Limitação da pressão estática a 300 kPa com válvula redutora de pressão.	x	x	x
	Implementação de sistemas economizadores • Bacia Sanitária - Caixa de descarga da bacia sanitária com capacidade menor ou igual a 6 litros, com mecanismo de duplo acionamento ou outro mecanismo de interrupção de descarga.	x	x	x
	Implementação de sistemas economizadores • Bacia Sanitária - O conjunto de bacia sanitária, caixa acoplada e o mecanismo de acionamento da descarga deve estar em conformidade com as normas da ABNT e o fabricante deve participar do respectivo PSQ do PBQP-H ¹ .	x	x	x
	Implementação de sistemas economizadores • Metais sanitários - Presença de componentes economizadores.	x		
	Implementação de sistemas economizadores • Metais sanitários - Presença de componentes economizadores que assegurem um percentual de redução do consumo de água potável justificado.		x	x
	Implementação de sistemas economizadores • Metais sanitários - Para todos os aparelhos sanitários com água quente, instalar misturadores que estejam em conformidade com as normas técnicas da ABNT e fabricante com participação no respectivo PSQ do PBQP-H ¹	x	x	x

Redução do consumo de água potável (cont.)	Implementação de sistemas economizadores <ul style="list-style-type: none"> • Metais sanitários - Se necessário, realizar tratamento anti-incrustação (redução da alcalinidade da água) a fim de prolongar a vida útil dos metais. 			+
	Implementação de sistemas economizadores <ul style="list-style-type: none"> • Instalação de medidores de água - Instalar medidor individual (hidrômetro), no mínimo de classe B, na posição horizontal e em local de fácil acesso no ramal de alimentação de água fria de cada unidade habitacional e no ramal de alimentação de água quente, quando for o caso de aquecimento central, permitindo a detecção de pequenos vazamentos na área comum para os condomínios verticais ou na área externa de casas. 			X
	Previsão do consumo anual de água potável <ul style="list-style-type: none"> • Estimar o consumo anual de água potável por unidade habitacional e transmitir essa informação aos futuros usuários no Manual do proprietário e de áreas comuns. 		X	X
	Utilização da água em áreas comuns de uso coletivo <ul style="list-style-type: none"> • As torneiras em áreas comuns só devem ser utilizadas para alimentar atividades relacionadas à conservação dessas áreas (dotadas de chave ou de acesso restrito nas áreas técnicas). 		X	X
	Posto de irrigação coletiva <ul style="list-style-type: none"> • Na existência de um sistema de irrigação destinado às áreas verdes que necessitem de irrigação regular, deve-se prever uma programação para seu uso. 		X	X
	Posto de irrigação coletiva <ul style="list-style-type: none"> • Na existência de áreas verdes contendo espécies que necessitem de irrigação diferenciada, deve-se adotar um sistema de irrigação localizado por gotejamento ou aspersão. 		X	X

Redução do consumo de água potável (cont.)	Posto de irrigação coletiva • Deve-se adotar um sistema de irrigação com programação, setorizando as áreas verdes em zonas de irrigação distintas, de acordo com as necessidades de cada tipo de vegetação (irrigação multizona); ou um sistema de irrigação com programação e mini estação meteorológica prevendo a ocorrência de chuva ou de detectores de umidade; ou um sistema de gestão centralizado de irrigação de uma ou várias operações.			+
	Posto de irrigação coletiva • Seleção de espécies vegetais de baixo consumo para irrigação.			x
Gestão de águas pluviais	Otimização da gestão de águas pluviais • Se uma vazão de escoamento do terreno é imposta: respeitar essa exigência considerando uma intensidade pluviométrica com período de retorno de 10 anos.	x	x	x
	Otimização da gestão de águas pluviais • Se nenhuma vazão de escoamento do terreno é imposta ou se um coeficiente de impermeabilização é imposto: a vazão não deve ser superior àquela correspondente à impermeabilização de 30% da superfície do terreno em condomínios verticais e de 20% no caso de casas (coeficientes de impermeabilização máximos).			+
	Otimização da gestão de águas pluviais • Se nenhuma vazão de escoamento do terreno é imposta ou se um coeficiente de impermeabilização é imposto: o empreendedor calcula a vazão de escoamento do terreno considerando o coeficiente de impermeabilização após a implementação do sistema projetado.		x	x

Gestão de águas pluviais (cont.)	Otimização da gestão de águas pluviais			+
	<ul style="list-style-type: none"> • Se uma vazão de escoamento do terreno é imposta: manter essa vazão, mas como uma hipótese de cálculo da intensidade pluviométrica centenária. 			
	Aproveitamento das águas pluviais			+
	<ul style="list-style-type: none"> • Prever sistema de aproveitamento das águas pluviais coletadas de telhados e coberturas, para utilização no exterior das unidades habitacionais, para usos não potáveis (irrigação dos jardins, espaços verdes, lavagem de ferramentas, piso e limpeza de automóveis); • Os dispositivos de coleta, armazenamento, transporte e utilização devem ser totalmente separados das instalações de alimentação e distribuição de água potável das unidades habitacionais; • Os sistemas de aproveitamento de água pluvial devem estar conforme as exigências do Referencial Técnico AQUA²; • Realização de um estudo técnico prévio por uma empresa especializada (dimensionamento, características, manutenção das instalações e controle de qualidade da água). Os sistemas de coleta, armazenamento e utilização da água pluvial devem ser projetadas de forma a limitar os riscos de refluxo, conexão cruzada e à saúde humana (ingestão da água, etc.). 			

Todos os pontos “x” da coluna B devem ser atendidos para obtenção do nível Bom.

Todos os pontos “x” da coluna S devem ser atendidos para obtenção do nível Superior.

Todos os pontos “x” da coluna E devem ser atendidos e ao menos 3 pontos “+” da coluna E também devem ser atendidos para obtenção do nível Excelente.

(¹) – Programa Setorial da Qualidade do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional criado pela portaria 134/98 pelo Governo Federal.

(²) – Em situações excepcionais e para certos usos limitados ao esgoto e aos usos relacionados, aceita-se a presença de uma dupla rede no interior da construção. Essa tolerância deve ficar bem definida e disposições técnicas rigorosas devem ser implantadas no projeto, na sinalização, nas informações sobre o uso e a manutenção, especialmente a separação e a distinção das diferentes redes, a separação total entre a instalação de distribuição da água pluvial e a rede de água potável.

Fonte: elaborada pelo autor.

Também como no modelo anterior, o AQUA possui um referencial de consumo a ser utilizado para aferir o percentual de economia ou redução estimado. Os valores de consumo de água considerados nessa avaliação, de acordo com o referencial técnico, estão expressos na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores comparativos para avaliação de consumo de água no modelo AQUA.

Casas	Unidades de condomínios verticais
180 litros/pessoa/dia	150 litros/pessoa/dia
61 m ³ /pessoa/ano (340 dias)	51 m ³ /pessoa/ano (340 dias)

Fonte: elaborada pelo autor.

Esses valores são as médias que permitem dar uma referência aos futuros usuários. É necessário, entretanto, orientar ao usuário quanto ao fato de que o sistema de equipamentos sanitários pode provocar diferenças em relação ao consumo esperado.

Conforme se pode depreender da Tabela 15, os objetivos em relação à gestão ou ao uso racional da água para as duas certificações são muito próximos e possuem critérios em comum. Os programas têm como meta principal a redução do consumo de água potável, mas não deixam de pontuar o uso de fontes alternativas de água, a redução da produção de águas residuárias e o controle ou retenção da vazão da água pluvial para a rede pública.

Tabela 15 - Comparativo entre os critérios de gestão e uso racional da água nos modelos de certificação.

Certificação LEED	Certificação AQUA
Redução de 20% no consumo de água potável como pré-requisito de atendimento obrigatório	Implementação de sistemas economizadores
Redução de 30% – ponto extra	Acesso restrito à utilização de água em áreas comuns ou de uso coletivo – ponto extra
Redução de 35% – ponto extra	
Redução de 40% – ponto extra	
Uso eficiente de água no paisagismo com redução de 50% do uso de água potável	Sistema especial de irrigação coletiva
Uso eficiente de água no paisagismo com redução de 100% do uso de água potável – ponto extra	
Uso de tecnologias inovadoras para águas servidas ou redução na geração de efluentes – ponto extra	Aproveitamento de águas pluviais – ponto especial
	Previsão do consumo anual de água potável e comunicação aos futuros usuários – ponto extra
	Gestão de águas pluviais em função da análise do terreno – ponto extra

Fonte: elaborada pelo autor.

Os dois modelos de certificação têm como principal estratégia a utilização de dispositivos economizadores, ou seja, bacias sanitárias, mictórios, lavatórios, chuveiros, pias e torneiras com dispositivos de controle de vazão que visam redução significativa de água potável nas edificações. Também em ambos os modelos tem-se a cobrança por estratégias para redução do uso de água potável no paisagismo, seja pela utilização de sistemas especiais de irrigação ou uso de fontes alternativas de água não potável. Existe, também, o incentivo ao aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis, como lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários e mictórios.

A certificação LEED apresenta uma cobrança mais incisiva quanto ao percentual de redução no uso de água potável e também é a única que incentiva a utilização de tecnologias inovadoras para águas servidas e redução na geração de efluentes, propiciando, assim, maior ganho em sustentabilidade e gestão das águas mais efetiva.

Em contrapartida, a certificação AQUA possui duas práticas interessantes, que podem ser absorvidas facilmente por outros modelos. A primeira é a de informar, por meio do Manual do Proprietário, o consumo anual estimado de água potável. A outra é a otimização da gestão de águas pluviais em função da análise do terreno, com o controle da vazão de escoamento do terreno ou a utilização de um coeficiente máximo de impermeabilização que permita recompor, em parte, a água do lençol freático e diminuir a incidência de enchentes nos grandes centros urbanos.

4.2 QUESTIONÁRIO DIRIGIDO ÀS EMPRESAS DE CONSULTORIA

Para melhor embasar este trabalho, foi aplicado, numa segunda fase, um questionário dirigido às duas principais instituições ligadas à certificação de sustentabilidade para o setor de construção civil no Brasil. Em função de sua vasta experiência e amplo conhecimento adquiridos pelo acompanhamento regular de diversos empreendimentos certificados no País ao longo de cinco anos, foram contatados o Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e a Fundação Vanzolini, ambos sediados em São Paulo, SP.

As perguntas foram formuladas pelo autor com o objetivo de verificar quais objetivos e/ou resultados práticos são esperados quando da aplicação dos dois modelos de certificação para atender aos itens relacionados à gestão e uso racional da água. Também por serem modelos criados e desenvolvidos em países com características e culturas tão diferentes da nossa, mostrou-se importante investigar se os dois modelos possuem parâmetros adequados ao Brasil e seus costumes. Além disso, foi solicitado aos respondentes que identificassem as principais estratégias ou tecnologias que são aplicadas nas diversas edificações e a economia resultante de sua aplicação.

O contato foi realizado por telefone com as duas instituições acima mencionadas. O objetivo era identificar o responsável pelo acompanhamento dos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED e combinar

posterior encaminhamento do questionário por e-mail, para que as perguntas fossem respondidas pelos especialistas indicados.

Na íntegra, as perguntas que compuseram o questionário são as que seguem:

- 1- Quais os principais objetivos para a inclusão dos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED?
- 2- Quais os resultados esperados com a implantação dos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED?
- 3- Os critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED já estão adequados à realidade social, econômica e tecnológica brasileira?
- 4- Quais as principais estratégias ou tecnologias implantadas nas edificações brasileiras para atender aos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água”?
- 5- Quais os principais exemplos, no Brasil, de edificações com reduções significativas ou com utilização de tecnologias diferenciadas nos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED?
- 6- Quais os benefícios e/ou qual economia obtidos nessas edificações e quais as tecnologias utilizadas?
- 7- Quais os dados obtidos e/ou metas dessas edificações nos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água”?
- 8- Seria possível informar os nomes das pessoas de contato da empresa e do responsável pelo acompanhamento dessas edificações para que possamos agendar uma visita e entrevista?

As duas empresas responsáveis pela maior parte dos serviços de consultoria e acompanhamento de obras em processo de certificação verde no Brasil receberam o questionário por e-mail e retornaram as respostas de seus especialistas nos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água”. Com base nessas respostas obtidas, consideram-se os seguintes pontos sobre os dois modelos:

a. Os principais objetivos para a inclusão dos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” na metodologia nos dois modelos de certificação são estimular o uso de estratégias/tecnologias que reduzam o total de água potável consumida, monitorar o consumo de água por usos, reduzir o consumo de energia e aumentar a conscientização dos usuários.

b. Os resultados esperados com a implantação dos critérios “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED são a redução do consumo de água potável consumida em um empreendimento, redução no consumo de energia e a conscientização dos usuários.

c. Quanto à adequação dos modelos à realidade social, econômica e tecnológica brasileira, o LEED já identificou fornecedores nacionais de equipamentos hidráulicos e de tratamento de água não potável alinhados aos parâmetros exigidos por sua norma em relação aos aspectos tecnológicos. Quanto às questões sociais e econômicas, trata-se de um processo de mudança cultural no uso, gestão e valoração do recurso hídrico, tendo o aumento contínuo da implantação desses processos de certificação um papel importante no aumento da adoção de uma abordagem mais sustentável para a indústria da construção civil e uma maior adequação à realidade brasileira. No caso do AQUA, o referencial técnico de certificação está adaptado para a realidade brasileira desde seu nascimento em 2007, quando o modelo foi implantado no Brasil.

d. Os critérios de “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” nos modelos de Certificação AQUA e LEED abrangem as seguintes demandas de consumo de água potável dentro de um empreendimento: bacias sanitárias, mictórios, chuveiros, torneiras e irrigação. Em alguns casos, como, por exemplo, nas escolas, incluem também as águas de processo (máquina de lavar roupa, válvulas de pré-lavagem de louça, lava-louças etc.).

e. As principais estratégias ou tecnologias implantadas nas edificações brasileiras para atender os critérios de “Gestão da Água” e “Uso Racional da Água” são a utilização de dispositivos hidráulicos eficientes, sistemas de aproveitamento de água de chuva e sistemas de reuso de água. As tecnologias adotadas em cada empreendimento devem ser capazes de alcançar o desempenho visado. Ressalte-se que, para a escolha da melhor solução, é necessário um conhecimento preciso do contexto em que a solução será usada, ou seja, é preciso um sistema de gestão específico em cada empreendimento para se alcançar a melhor solução/tecnologia para cada tipo de empreendimento.

f. Os principais exemplos no Brasil de edificações com reduções significativas ou com utilização de tecnologias diferenciadas nesse critério são centros logísticos, estádios de futebol e complexos de prédios comerciais e de escritórios.

g. Os benefícios e/ou a economia obtidos nessas edificações são muito grandes, sendo que, nos casos mais eficientes, as reduções

atingem até 100% para consumos de água potável para bacias, mictórios, torneiras e chuveiros. Os principais motivos para tal eficiência são as grandes fontes de oferta de água não potável para utilização e/ou reuso, bem como o investimento em dispositivos hidráulicos altamente eficientes. O contexto em que a edificação se insere tem forte influência nessa economia. Aspectos como clima e perfil do usuário, entre outros, impactam o desempenho e, portanto, a economia varia grandemente. Em relação a um consumo de referência, a economia pode girar de 20% a 70%.

Muito importante para o alcance desses índices é a exigência de um sistema de gestão do empreendimento que possibilite que a solução global seja a melhor, pois pode ocorrer de um empreendimento não ter uma economia tão grande de água, mas, no cômputo de todas as variáveis (água, energia, durabilidade, sistemas construtivos, conforto, produção de resíduos, baixa manutenção etc.) a solução macro adotada ter sido a melhor escolha.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

A terceira fase dos levantamentos deste estudo foi realizada junto às mesmas duas empresas da fase anterior, o CTE e a Fundação Vanzolini, que indicaram diversas obras em processo de certificação ou edifícios já certificados que tiveram significativa incorporação de estratégias e/ou tecnologias para efetivar o uso eficiente da água.

Nesse momento, consideraram-se aspectos de logística e o tempo de dedicação necessário e, então, definiu-se a primeira limitação dos trabalhos de levantamento de dados. Assim, a área de abrangência dos estudos de caso foi limitada à região Sudeste, uma vez que havia sido constatado que não haveria perda de qualidade da pesquisa, visto que essa região concentra o maior número de empreendimentos certificados e também os mais relevantes do Brasil, isto é, os que alcançaram níveis mais altos de certificação (ouro e platina) e que incorporaram mais tecnologias e estratégias em busca da eficiência no uso da água.

Um cuidado adicional tomado durante a escolha dos tipos de edificação estudados foi a observância da diversidade de casos, que incluíram arenas esportivas que estão sendo construídas para a Copa do Mundo de 2014, condomínios logísticos, edifícios da área de saúde e comerciais, dentre outros.

A partir dos dados e informações obtidos por meio do referencial técnico de cada modelo focado por esta pesquisa e dos questionários respondidos por representantes do CTE e da Fundação Vanzolini, além

do apoio técnico recebido das empresas de consultoria, foram identificados cinco empreendimentos certificados ou que estavam em processo de certificação nos dois modelos apresentados. Com relação a esses empreendimentos, foram realizados, então, o levantamento e a verificação de dados e informações sobre as estratégias adotadas, as tecnologias implantadas e os resultados obtidos em cada um deles, o que se denominou “Estudos de Caso”.

4.4 ESTUDOS DE CASO

Para finalizar a fase de metodologia, são apresentados os estudos de caso, fase em que foram realizadas visitas a cinco empreendimentos em processo de certificação ou já certificados segundo os critérios LEED e AQUA no Brasil, seguindo as indicações dos especialistas consultados na fase anterior deste trabalho. O intuito dessas visitas foi a avaliação, *in loco*, da eficiência das estratégias de sustentabilidade implantadas para os critérios de gestão e uso racional da água, bem como a confirmação dos resultados apresentados, de acordo com a indicação dos especialistas consultados. Os estudos de caso são aqui apresentados em termos da caracterização do empreendimento propriamente dito, ou seja, especificando-se tipo, localização, empreendedor, atividade e modelo de certificação escolhido. Além disso, são descritas as estratégias implantadas e os ganhos obtidos em cada uma delas, com referência aos dispositivos economizadores, à utilização de fontes alternativas de água (aproveitamento de água de chuva, reuso de águas cinzas e uso de poço artesiano) e ao paisagismo.

EMPREENHIMENTO 1

Empreendimento: Hospital Regional de Urgência e Emergência de Juiz de Fora (em construção)

Localização: Juiz de Fora / MG

Empreendedor: Prefeitura Municipal de Juiz de Fora

Construtora: Diedro Construções e Serviços Ltda.

Atividade: Prestação de serviços de saúde

Tipo de certificação: LEED NC⁴

⁴ NC é *New Construction* (“nova construção”, na sigla em inglês). Trata-se de uma categoria de certificação LEED.



Figura 13 – Perspectiva do Hospital Regional de Juiz de Fora.

Fonte: BlackBox, 2012⁵.

- Descrição das estratégias de racionalização de água:

Os projetos e memoriais apresentam o uso de equipamentos com os seguintes dispositivos economizadores: bacias sanitárias com sistema *dual flush*⁶ de 3 litros e 6 litros; Torneiras de lavatórios com acionamento hidromecânico ou sensor de presença com vazão 8 l/min e tempo de acionamento de 10 segundos; mictórios com acionamento hidromecânico e vazão de 8 l/min com tempo de acionamento de 10 segundos; Chuveiros com restritor de vazão para 8 l/min e tempo de acionamento de 300 segundos; torneiras de serviço com restritor de vazão para 8 l/min e tempo de acionamento de 10 segundos; sistema de pré-lavagem de louças para cozinha com vazão de 9 l/min e tempo de lavagem média de 15 segundos por prato.

Com os equipamentos acima mencionados, o empreendimento obteve um percentual de economia de 14,26% em relação ao *baseline*⁷ LEED, o que não garantiu o atendimento do pré-requisito de uso racional de água, que é de 20%.

⁵ A BlackBox é o escritório de arquitetura a serviço da construtora contratada.

⁶ *Dual flush* é o sistema de acionamento independente para duas funções: descarga total e meia descarga, sendo descarga total para dejetos sólidos e meia descarga para dejetos líquidos. Essa denominação pode variar conforme o fabricante do sistema.

⁷ *Baseline* é a referência utilizada pelos sistemas de classificação LEED, que tem como base os valores estipulados pelo Energy Policy Act de 1992, lei norte-americana destinada a dar incentivos para a utilização de energia limpa e renovável e promover a conservação de energia em edifícios, onde são definidas as vazões máximas para bacias sanitárias, mictórios, lavatórios, chuveiros, pias e torneiras.

Com isso, novas estratégias foram adotadas para a utilização de água não potável com a finalidade de abastecimento de bacias, mictórios e também irrigação. As fontes alternativas de água não potável a serem utilizadas quando o empreendimento estiver em operação serão a água de chuva e as águas cinzas. De acordo com o memorial descritivo do empreendimento, a estimativa de consumo diário de água potável é de 194 m³. Apenas uma das fontes alternativas – que será o reuso das águas cinzas, com o tratamento diário de 96 m³ – será responsável pela redução de aproximadamente 50% no uso de água potável, ou seja, volume próximo a 35 milhões de litros por ano.

Para o reuso da água cinza, neste caso utilizando apenas os chuveiros e lavatórios, o efluente será encaminhado a uma Estação de Tratamento de Águas Cinzas (Etac) para tratamento e destinado aos reservatórios de reuso (inferior e superiores) com capacidade total de 232 m³ (Figura 14). Chegando as águas cinzas à Etac com concentrações médias de 350 mg/l de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), 700 mg/l de DQO (Demanda Química de Oxigênio total), 400 mg/l de sólidos totais, 30 mg/l de Nitrogênio total, 8 mg/l de Fósforo total e pH de 6,5 a 8,0, as remoções mínimas estimadas são de 86% de DBO, 85% de DQO, 88,5% de sólidos em suspensão e 99% de coliformes fecais.

A água tratada será reaproveitada para atender vasos sanitários, mictórios, irrigação e reserva de incêndio, e o excedente despejado no esgoto primário, junto com os efluentes não tratados e os de cozinha, para então serem encaminhados à rede de esgoto pública.



Figura 14 – Foto de parte dos tanques a serem utilizados como reservatórios inferiores para água de reuso.

Fonte: o autor, 2012.

A Etac foi projetada com tratamento biológico por lodos ativados, desinfecção e filtração, e seu funcionamento é totalmente automatizado por um temporizador lógico programável, que comandará os tempos de todos os equipamentos elétricos da estação, atuando em regime automático ou manual.

Além do reaproveitamento do esgoto secundário, o empreendimento aproveitará as águas provenientes da chuva, que serão captadas nas coberturas dos quatro blocos (com área total de 7.737 m², sendo que, nos blocos C e D, as coberturas serão verdes pela presença de grama Esmeralda – Figura 15) e após a passagem por grades e o descarte dos primeiros quinze minutos, serão direcionadas aos reservatórios de reuso, que são comuns para as águas de chuva e as águas cinzas tratadas. As águas de chuva serão também armazenadas e utilizadas para vasos sanitários, mictórios, irrigação e reserva de incêndio. Na saída do reservatório superior, a água de reuso receberá uma nova desinfecção por luz ultravioleta e também uma coloração para diferenciá-la da água potável.



Figura 15 – Fotos do sistema de telhado verde a ser utilizado no empreendimento.

Fonte: o autor, 2012.

Para atender os critérios de uso racional da água no LEED NC, é necessário, ainda, reduzir o consumo de água potável em paisagismo, seja por redução do consumo de água (especificação de espécies com baixo consumo e sistema de irrigação eficiente) e/ou uso de água não potável (água de reuso ou aproveitamento de água de chuva). Para isso, além de adotar paisagismo que utilize espécimes regionais, foi projetado

um sistema de irrigação automatizado (gotejamento e sensor de chuva), a fim de prevenir o contato da água não potável com os usuários.

EMPREENDIMENTO 2

Empreendimento: Minas Arena – Complexo Mineirão (em construção)

Localização: Belo Horizonte / MG

Empreendedor: Governo do Estado de Minas Gerais

Construtora: Consórcio Nova Arena BH

Atividade: Eventos esportivos / COPA 2014

Tipo de certificação: LEED NC



Figura 16 – Foto da esplanada da Nova Arena BH que está sendo revitalizada para a Copa do Mundo de 2014.

Fonte: o autor, 2012.

- Descrição das estratégias de racionalização de água:

A Nova Arena BH também está em fase de reforma e ampliação, e seu projeto apresenta o uso de alguns equipamentos com dispositivos economizadores, a saber: bacias sanitárias com válvula de descarga de 6 litros; mictórios com válvula de fechamento automático com vazão de 8 l/min e tempo de acionamento de 10 segundos; torneiras de lavatórios com fechamento temporizado, vazão de 9,5 l/min e, para o vestiário dos jogadores, será utilizada a torneira monocomando com registro regulador de vazão de 9,5 l/min; chuveiros com vazão máxima de 40 l/min (no entanto, será utilizado um registro regulador de vazão garantindo a vazão ideal recomendada pelo fabricante de 15 l/min).

Entretanto, o uso desses equipamentos levou o empreendimento a um percentual de economia de 14,88%, índice que não permite atender integralmente o pré-requisito do uso racional de água do padrão LEED NC.

O projeto hidrossanitário contempla a captação de água de chuva para abastecimento de bacias e mictórios e irrigação do campo. Considerando a precipitação local e a área de captação de águas pluviais das duas coberturas (sendo a antiga de 36.141 m² e a nova de 58.287 m²; ver Figura 17), a estimativa é de redução de 100% no consumo de água potável para utilização em bacias e mictórios quando o novo sistema estiver pronto.



Figura 17 – Fotos da montagem da estrutura da nova cobertura do Estádio Mineirão – área de 58.287 m².

Fonte: o autor, 2012.

O volume dos seis reservatórios inferiores destinados ao reuso é de 5.177 m³. Eles estão localizados abaixo das arquibancadas nas duas extremidades do campo (Figura 18).



Figura 18 – Fotos da montagem da estrutura dos reservatórios de água de reuso abaixo das arquibancadas.

Fonte: o autor, 2012.

Foi adotado o consumo de 210 m³ por jogo/evento realizado no estádio e uma média de 72 jogos/eventos por ano, segundo informações da Administração de Estádios do Estado de Minas Gerais (Ademg). Com isso, o consumo médio mensal estimado é de 2.970 m³, prevendo-se sete eventos por mês e irrigação periódica do campo de futebol com água não potável, o que contribuiu bastante para o atendimento do crédito. Para isso, foi adotado o consumo de 50 m³/dia para irrigação do campo, conforme a média de consumo obtida de vários estádios existentes e em operação no País. A drenagem e o sistema de irrigação do campo serão totalmente automatizados.

EMPREENDIMENTO 3

Empreendimento: GR Jundiaí (em operação)

Localização: Jundiaí / SP

Empreendedor: GR Properties

Atividade: Logística

Tipo de certificação: LEED NC



Figura 19 – Foto da entrada do condomínio logístico GR Jundiaí.

Fonte: o autor, 2012.

- Descrição das estratégias de racionalização de água:

O empreendimento está totalmente ocupado e em operação desde 2010. Trata-se de um condomínio logístico cujos condôminos são empresas que necessitam de local apropriado para recebimento, expedição e armazenamento de mercadorias próximo aos grandes centros de consumo. Uma tendência desses novos centros é a certificação em sustentabilidade, pois, além do valor agregado de marketing, a empresa obtém grande economia de água e energia elétrica, garantindo o retorno nos pagamentos mensais do rateio dos custos de operação.

Apesar da grande área de captação de água de chuva na cobertura, essa fonte não foi utilizada pelo empreendimento, sendo toda a água pluvial, seja das coberturas ou da rede de drenagem do pátio interno (Figura 20), direcionada à rede pública.



Figura 20 – Fotos do pátio interno com a rede de drenagem e das descidas de água pluvial da cobertura.

Fonte: o autor, 2012.

O GR Jundiaí possui 21 galpões independentes com área de 1.700 m² cada, um bloco de serviço e um bloco administrativo. Todas essas instalações utilizam equipamentos com dispositivos economizadores, sendo eles: bacias sanitárias com sistema *dual flush* de 3 litros e 6 litros; torneiras de lavatórios com temporizador; mictórios com temporizador e chuveiros com restritor de vazão para 8 l/min (Figura 21).



Figura 21 – Equipamentos com dispositivos economizadores utilizados no GR Jundiaí.

Fonte: o autor, 2012.

Devido ao grande consumo de água no empreendimento no primeiro ano de operação, foi implantada uma Etac para abastecer a irrigação, o que trouxe melhora na gestão da água e diminuição acentuada no gasto de água potável. A estação de tratamento, implantada posteriormente à certificação LEED, é composta por um gradeamento e um reator UASB⁸ apenas (Figura 22). Apesar do pequeno porte do equipamento e da ação tardia, foi gerada economia média de 700 m³/mês de água potável que era destinada à irrigação.

⁸ Reator UASB é um digestor anaeróbio de fluxo ascendente utilizado para tratamento de águas residuárias.



Figura 22 – Foto do equipamento utilizado no tratamento de águas cinzas e do hidrômetro de controle exclusivo para a água de reuso.

Fonte: o autor, 2012.

EMPREENDIMENTO 4

Empreendimento: Centeranel (em operação)

Localização: São Paulo / SP

Empreendedor: Racional Empreendimentos

Atividade: Logística

Tipo de certificação: LEED NC



Figura 23 – Foto da entrada do condomínio logístico Centeranel.

Fonte: o autor, 2012.

- Descrição das estratégias de racionalização de água:

O Centeranel é um condomínio logístico de cargas com área construída de 170.000 m² e totalmente ocupado. Com pouco tempo de atuação no mercado, a empresa empreendedora priorizou, na concepção e nos projetos, itens relacionados à certificação em sustentabilidade e tecnologia, o que a levou a obter maior participação de mercado,

segundo informou seu representante que acompanhou a visita, e maior valor de aluguel, que é uma das fontes de receita da companhia.

O condomínio é dividido em cinco blocos, sendo três de galpões independentes para movimentação de carga (blocos A, B e C), um bloco operacional e um bloco administrativo e de serviços. Todos utilizam equipamentos com dispositivos economizadores: bacias sanitárias com sistema *dual flush* de 3 litros e 6 litros; torneiras de lavatórios com temporizador; mictórios com temporizador; chuveiros com restritor de vazão para 8 l/min.

O empreendimento também implantou o uso de diversas fontes alternativas de água: água de chuva, águas de reuso e poço artesiano, o que superou o grau de exigência do pré-requisito de uso racional de água da certificação LEED. Com um total de 105.000 m² de área de cobertura, o Centeranel utiliza atualmente 28.000 m², ou seja, apenas a cobertura do Bloco C, como área de captação, sendo que, através da rede coletora desse bloco, a água de chuva é direcionada a um reservatório de aduelas de concreto com capacidade de 972 m³ (360,0 m x 2,00 m x 1,35 m), onde é realizado o gradeamento e a cloração da água que é, em seguida, bombeada diretamente desse reservatório para o sistema de irrigação. Já a água pluvial excedente e dos demais blocos do complexo são direcionadas a uma lagoa de retenção e um vertedouro, com o intuito de diminuir a vazão da chuva e prevenir enchentes na região (Figuras 24 e 25).



Figura 24 – Foto do pátio interno do Bloco C, onde há o reservatório de aduelas de concreto, o poço de visita e a lagoa de retenção com vertedouro para prevenção de enchentes.

Fonte: o autor, 2012.



Figura 25 – Foto do pátio interno entre os Blocos B e A onde se vê a calha central de drenagem do piso.

Fonte: o autor, 2012.

A água de reuso é utilizada para vasos sanitários e mictórios, podendo ser utilizada também na irrigação em períodos de secas prolongadas. A Etac é composta por gradeamento, um reator UASB, um tanque aeróbio com injeção de ar, decantação e cloração (Figura 26). Utilizada para atender vasos sanitários e mictórios, tem um consumo médio de 733 m³/mês. Todos os módulos possuem redes e reservatórios de água potável (P) e não potável (NP) claramente identificados, conforme Figura 27. Com vazão de 87 m³, a água do poço artesiano é tratada e utilizada como água potável e complementada com água da concessionária quando necessário. O consumo médio de água do poço artesiano é de 1.799 m³/mês e, da Sabesp, concessionária local, é de 557 m³/mês.



Figura 26 – Foto do reator UASB e tanque aeróbio utilizado na Etac e os dois reservatório de água, sendo o de 87 m³ para água do poço artesiano e água potável e o maior de 715 m³ para água de reuso.

Fonte: o autor, 2012.



Figura 27 – Foto das redes independentes, inclusive registros, para água potável (P) e não potável (NP) nos galpões.

Fonte: o autor, 2012.

EMPREENHIMENTO 5

Empreendimento: Leroy-Merlin Niterói (em operação)

Localização: Niterói / RJ

Empreendedor: Leroy-Merlin

Atividade: Comércio de materiais de construção

Tipo de certificação: AQUA



Figura 28 – Foto da entrada da loja Leroy Merlin de Niterói.

Fonte: o autor, 2012.

- Descrição das estratégias de racionalização de água:

Loja de referência em sustentabilidade da rede varejista Leroy Merlin no Brasil, este empreendimento apresenta uma série de itens voltados à racionalização do uso da água, destinação correta de resíduos, eficiência energética e outros fins (LEROY MERLIN, s.d.). Instalada na cidade de Niterói, RJ, possui 9.000 m² de área construída e destinada à venda de materiais de construção. A loja utiliza os seguintes equipamentos com dispositivos economizadores: bacias sanitárias com sistema *dual flush* de 3 litros e 6 litros e torneiras de lavatórios com temporizador e mictórios secos (Figura 29). Os chuveiros, que são apenas quatro, não apresentam restritor de vazão. A economia estimada pela certificadora com o uso desses equipamentos é de 50%.



Figura 29 – Fotos dos equipamentos e identificações dos dispositivos economizadores da loja.

Fonte: o autor, 2012.



Figura 30 – Balanço hídrico do edifício: demanda e oferta de água segundo uso e qualidade.

Fonte: o autor, 2012.

A loja também utiliza a água de chuva, captada em toda a cobertura, para atendimento de vasos sanitários, lavação de pisos e irrigação (Figura 30). O volume do reservatório inferior de água de chuva é de 150 m³, com sistema de captação, gradeamento e cloração (Figuras 31, 32 e 33), volume que abastece a irrigação no período aproximado de 30 dias. Saliente-se que o reservatório inferior funciona também como retenção, prevenindo enchentes na região. O volume excedente é direcionado a poços de infiltração existentes para recomposição do lençol freático.



Figura 31 – Fotos da rede de captação de água de chuva e do reservatório superior.

Fonte: o autor, 2012.



Figura 32 – Fotos do poço de vista do reservatório inferior de água de chuva e do gradeamento.

Fonte: o autor, 2012.



Figura 33 – Fotos da rede de distribuição da água de chuva (cor lilás) e do medidor específico.

Fonte: o autor, 2012.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os empreendimentos visitados como estudos de caso possuem formas e estratégias diferentes para minimizar o consumo de água nos edifícios. Nesse sentido, a implantação da gestão da água mostra-se importante, já que há diversas ações que podem ser empreendidas, podendo variar de acordo com o local, as tecnologias existentes ou mesmo a legislação pertinente. Serão apresentados, a seguir, os resultados por empreendimento:

EMPREENHIMENTO 1 – HOSPITAL REGIONAL DE JUIZ DE FORA – LEED NC

Como se trata de um empreendimento em construção, os dados do Hospital Regional de Juiz de Fora foram extraídos dos projetos e memoriais técnicos de instalações enviados pela construtora responsável, tendo sido previstas as seguintes estratégias:

- dispositivos economizadores – a serem implantados no empreendimento com um percentual de economia estimado em 14,3%, conforme cálculo executado pelo CTE, responsável pela consultoria e acompanhamento da obra, ou seja, $194 \text{ m}^3/\text{dia} \times 30 \text{ dias} \times 14,3\% = 832,26 \text{ m}^3/\text{mês}$;
- aproveitamento da água de chuva – a ser implantado nos edifícios, com uma área de captação de 7.737 m^2 de cobertura verde e metálica, ou seja, $7.737 \text{ m}^2 \times 1.450 \text{ mm}$ (soma anual de precipitação utilizada pelo projetista para a região) $\times 0,80\%$ (volume máximo de aproveitamento da água de chuva) $/12 \text{ meses}/1000 = 747,91 \text{ m}^3/\text{mês}$;
- reuso de águas cinzas – a ser implantado por meio da instalação de uma Etac com capacidade de tratamento de $96 \text{ m}^3/\text{dia}$, ou seja, $96 \text{ m}^3/\text{dia} \times 30 \text{ dias} = 2.880 \text{ m}^3/\text{mês}$;
- uso de poço artesiano – não utilizado⁹;

A economia total de água potável prevista como resultado das estratégias implantadas é de $832,26 \text{ m}^3/\text{mês} + 747,91 \text{ m}^3/\text{mês} + 2.880 \text{ m}^3/\text{mês} = 4.460,17 \text{ m}^3/\text{mês}$, ou seja, aproveitamento de 53.522.040 litros/ano de água não potável ao valor de R\$ 275.638,51.

⁹ “Não utilizado” significa estratégia não prevista no planejamento da certificação.

Para calcular a redução do uso de água potável do edifício, foram usados como base o consumo previsto pelo responsável técnico do projeto – que é de 194 m³/dia – e o valor cobrado pela concessionária municipal, CESAMA, que é hoje de R\$ 5,15/m³ para usuário público.

EMPREENDIMENTO 2 – NOVA ARENA BELO HORIZONTE – LEED NC

A Nova Arena Belo Horizonte também se trata de um empreendimento em construção. Os dados de interesse para esta pesquisa foram coletados através dos projetos enviados pelo consórcio construtor responsável, e foram previstas as seguintes estratégias:

- dispositivos economizadores – a serem implantados, com um percentual de economia estimado em 14,9%, conforme cálculo executado pelo CTE, responsável pela consultoria e acompanhamento da obra, ou seja, 1.470 m³/mês x 14,9% = 219,03 m³/mês;

- aproveitamento da água de chuva – a ser implantado nos edifícios, com uma área de captação de 94.428 m² de cobertura, sendo 94.428 m² x 1.450 mm (soma anual de precipitação para a região) x 0,80% (volume máximo de aproveitamento da água de chuva) /12 meses/1000 = 9.128,04 m³/mês. No entanto, pelo volume excessivo de captação, o cálculo de aproveitamento de água de chuva foi realizado pelo projetista de acordo com a demanda, ou seja, 210 m³/evento x 7 eventos/mês x 57% (gasto referente a vasos sanitários e mictórios) + 50 m³/dia (irrigação) x 30 dias = 2.337,90 m³/mês;

- reuso de águas cinzas – não utilizado;

- uso de poço artesiano – não utilizado.

Economia total de água potável prevista como resultado das estratégias implantadas é de 219,03 m³/mês + 2.337,90 m³/mês = 2.556,93 m³/mês, ou seja, o aproveitamento de 30.683.160 litros/ano de água não potável ao valor de R\$ 406.551,87.

Para calcular a redução do uso de água potável do edifício, foram usados como base, o consumo previsto pelo responsável técnico do projeto – que é de 1.470 m³/mês em eventos e 1.500 m³/mês em irrigação – e o valor cobrado pela concessionária estadual, COPASA, que é hoje de R\$ 13,25/m³ para usuário público.

EMPREENDIMENTO 3 – GR JUNDIAÍ – LEED NC

O empreendimento GR Jundiaí está em operação desde 2010, e seus dados foram coletados junto aos seus administradores. Foram implantadas as seguintes estratégias:

- dispositivos economizadores – foram implantados no empreendimento com um percentual de economia médio nos blocos de 29,8%, conforme cálculo executado pelo CTE, responsável pela consultoria de certificação, gerando um consumo atual de 900 m³/mês referentes aos 70,2% de água fornecidos pela concessionária. Com isso, a economia de água potável obtida é de 29,8%, ou 268,20 m³/mês;
- aproveitamento da água de chuva – não utilizado;
- reuso de águas cinzas – foi implantada, posteriormente à certificação, uma Etac com capacidade de tratamento de 40 m³/dia, que gerou efetivamente, conforme informado pelo administrador do condomínio logístico, uma economia de 700 m³/mês (de acordo com o comparativo entre as contas de água da concessionária);
- uso de poço artesiano – não utilizado.

A economia total de água potável obtida com as estratégias implantadas é de 268,20 m³/mês + 700 m³/mês = 968,20 m³/mês, ou seja, aproveitamento de 11.618.400 litros/ano de água não potável ao valor de R\$ 158.010,24.

Para calcular redução do uso de água potável do edifício, foram usados como base o consumo atual dos edifícios informado pelo responsável técnico do projeto – que é de 900 m³/mês em uso geral nas edificações e 700 m³/mês em irrigação – e o valor cobrado pela concessionária municipal, DAE S/A, que é hoje de R\$ 13,60/m³ para a categoria comercial.

EMPREENDIMENTO 4 – CENTERANEL SÃO PAULO – LEED NC

O Centeranel é um condomínio logístico em operação e totalmente ocupado. Os dados utilizados por esta pesquisa, monitorados regularmente pela Racional Empreendimentos, que administra o condomínio logístico, foram fornecidos pela equipe responsável pela administração do empreendimento. Foram implantadas as seguintes estratégias:

– dispositivos economizadores – foram implantados, gerando um percentual de economia médio nos blocos de 27,7%, conforme cálculo executado pelo CTE, responsável pela consultoria de certificação. O consumo médio total de água do condomínio é de 3.089,85 m³/mês, abrangendo água de reuso, poço artesiano e água fornecida por concessionária. Retirando-se 2.000 m³/mês referentes ao gasto com irrigação, tem-se o consumo de 1.089,85 m³/mês referentes aos 72,3% de uso geral. Com isso, obtém-se economia de 27,7%, ou 417,55 m³/mês;

– aproveitamento da água de chuva – apesar de ter 105.000 m² de cobertura, o condomínio utiliza apenas 28.000 m² (Bloco C) para captação de água de chuva, destinada exclusivamente à irrigação. Logo, 28.000 m² x 1.465 mm (soma anual de precipitação utilizada pelo projetista para a região) x 0,80% (volume máximo de aproveitamento da água de chuva) /12 meses/1000 = 2.734,67 m³/mês, água suficiente para abastecer a irrigação, cujo consumo médio é de 2.000 m³/mês;

– reuso de águas cinzas – foi implantada uma Etac para atender vasos sanitários e mictórios, reserva de incêndio e irrigação em períodos de estiagem. O consumo médio medido no período de janeiro a julho de 2012 foi de 733,26 m³/mês;

– uso de poço artesiano – foi solicitada a outorga do poço artesiano com vazão de 87 m³/dia para reduzir o consumo de água potável. O consumo médio medido no período de janeiro a julho de 2012 foi de 1.799,30 m³/mês.

A economia total obtida com as estratégias implantadas é de 417,55 m³/mês + 733,26 m³/mês + 1.799,30 m³/mês = 2.990,11 m³/mês, ou seja, aproveitamento de 35.881.320 litros/ano de água não potável ao valor de R\$ 848.234,40.

Para calcular a redução do uso de água potável do edifício, foram usados como base o consumo médio dos últimos 7 meses do ano de 2012 – que foi de 733,26 m³/mês em água de reuso, 1.799,30 m³/mês em água de poço artesiano e 557,29 m³/mês em água potável – e o valor cobrado pela concessionária, a Sabesp, que é hoje de R\$ 23,64/m³ para a categoria comercial. Não foi considerado, no cálculo, o aproveitamento da água de chuva, porque o reservatório inferior tem capacidade de reservação pequena em relação ao volume de captação e ao consumo.

EMPREENDIMENTO 5 – LOJA LEROY MERLIN DE NITERÓI – AQUA

A loja de Niterói é a primeira loja da rede Leroy Merlin em operação no Brasil. Os dados nos quais este estudo se baseou foram fornecidos pela equipe responsável pela administração da loja, onde foram implantadas as seguintes estratégias:

- dispositivos economizadores – foram implantados no empreendimento, inclusive com a os mictórios secos, gerando um percentual de economia de 50%, conforme cálculo executado pela Fundação Vanzolini, responsável pela de certificação do edifício. Visto que o consumo atual é de 17 m³/mês de água fornecida pela concessionária, o que corresponde a 50% do consumo total estimado, tem-se que a economia obtida com esses dispositivos é também de 17 m³/mês;
- aproveitamento da água de chuva – a área aproximada da cobertura é de 4.500 m² para captação de água de chuva para atendimento exclusivo da irrigação. Então, 4.500 m² x 1.120 mm (soma anual de precipitação utilizada pelo projetista para a região) x 0,80% (volume máximo de aproveitamento da água de chuva) /12 meses/1000 = 336 m³/mês, ou água suficiente para abastecer a irrigação que apresenta consumo médio de 150 m³/mês;
- reuso de águas cinzas – não utilizado;
- uso de poço artesiano – não utilizado.

A economia total obtida com as estratégias implantadas é de 17 m³/mês + 150 m³/mês = 167 m³/mês, ou seja, aproveitamento de 2.044.000 litros/ano de água não potável ao valor de R\$ 29.779,44.

Para calcular a redução do uso de água potável do edifício, foram usados como base o consumo informado pela administração da loja – que é de 17 m³/mês – e o valor cobrado pela concessionária, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (Cedae), de R\$ 14,86/m³ para categoria comercial.

Para que se tenha uma visão completa dessas estratégias, foram elaborados três quadros-resumos, expressos nas Tabelas 16, 17 e 18.

Tabela 16 - Quadro-resumo dos estudos de caso - Parte A.

ESTUDO DE CASO	CARACTERÍSTICAS	ÁGUA DE CHUVA	TIPO DE TRATAMENTO
HOSPITAL REGIONAL DE JUIZ DE FORA	Hospital público para atendimento de urgências e traumas em Juiz de Fora / MG. Com 23.582 m ² de área construída, 230 leitos e heliponto.	Sim, captação da água de chuva em 7.737 m ² de cobertura, para atender vasos sanitários, mictórios e irrigação.	Gradeamento e dosadora de cloro. Reservatórios inferior e superior unificados para as águas de chuva e de reuso, com capacidade de 144 m ³ e 44 m ³ cada.
NOVA ARENA BH (MINEIRÃO)	Arena de eventos para a COPA 2014 em Belo Horizonte / MG.	Sim, captação nas duas coberturas, a antiga com 36.141 m ² e a nova com 58.287 m ² , para atender vasos sanitários, mictórios e irrigação.	Descarte das primeiras águas, gradeamento e cloração. São seis reservatórios com capacidade total de 5.177 m ³ e dotados de extravasores.
GR JUNDIAÍ	Condomínio logístico em Jundiaí / SP. Possui 21 galpões com 1.700 m ² cada, totalmente ocupados.	Não implantado, apesar da grande área de cobertura; a água de chuva vai para a rede de água pluvial pública.	
CENTERANEL	Condomínio logístico em São Paulo junto ao Rodoanel e à Rod. Raposo Tavares. Área construída de 170.000 m ² e cobertura com 105.000 m ² , totalmente ocupado.	Sim, Apenas o Bloco C com área de cobertura de 28.000 m ² para atender a irrigação. A água pluvial dos outros blocos segue para a lagoa de retenção com vertedouro.	Utilização de <i>First Flush Diverter</i> ¹⁰ , gradeamento e dosadora de cloro. O bombeamento é feito diretamente do reservatório inferior de 972 m ³ .
LEROY MERLIN DE NITERÓI	Loja de material de construção, varejo, em Niterói/RJ. Área construída de 9.000 m ² em funcionamento. Loja referência da rede no Brasil em sustentabilidade.	Sim, captação em toda a cobertura para atender vasos sanitários, lavação de pisos e irrigação.	Possui reservatório inferior de 150 m ³ , onde é feito o primeiro descarte, gradeamento e direcionado à dosadora de cloro antes do reservatório superior.

Fonte: elaborada pelo autor.

¹⁰ *First Flush Diverter* é um sistema para desviar a primeira descarga de água, a fim de evitar que o primeiro fluxo de água do telhado possa entrar no tanque de armazenamento de água e contaminar a água reservada para consumo com detritos e particulados que ficam acumulados nas coberturas.

Tabela 17 - Quadro-resumo dos estudos de caso - Parte B.

ESTUDO DE CASO	ETE	TIPO DE TRATAMENTO	DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES
HOSPITAL REGIONAL DE JUIZ DE FORA	Sim, estação de tratamento de águas cinzas para atender vasos sanitários, mictórios e irrigação, incluindo a reserva de incêndio.	Gradeamento, decantador primário, reator aeróbio, decantador secundário, desinfecção por cloro, Filtro Russo, medição por Calha Parshall e desinfecção por ultravioleta.	Sim, possuem vasos <i>dual flush</i> , mictórios e lavatórios com temporizadores e chuveiros de baixo consumo.
NOVA ARENA BH (MINEIRÃO)	Não implantado.		Sim, possuem vasos com válvulas de 6 litros, mictórios e lavatórios com temporizadores. Chuveiros com registro regulador de vazão.
GR JUNDIAÍ	Sim, estação de tratamento de esgoto para águas cinzas com capacidade de 40m ³ , para atender a irrigação.	Gradeamento e reator UASB (anaeróbio).	Sim, possuem vasos <i>dual flush</i> , mictórios e lavatórios com temporizadores e chuveiros de baixo consumo.
CENTERANEL	Sim, estação de tratamento de esgoto para atender vasos sanitários e a reserva de incêndio, com reservatório de 715 m ³ .	Gradeamento, reator UASB (anaeróbio), tanque aeróbio com injetor de ar, decantação e cloração, sendo o efluente após o tratamento direcionado ao reservatório técnico de 715 m ³ .	Sim, possuem vasos <i>dual flush</i> , mictórios e lavatórios com temporizadores e chuveiros de baixo consumo.
LEROY MERLIN DE NITERÓI	Não implantado.		Sim, possuem vasos <i>dual flush</i> , mictórios secos e lavatórios com temporizadores. Devido ao número, quatro unidades, os chuveiros são convencionais.

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 18 - Quadro-resumo dos estudos de caso - Parte C.

ESTUDO DE CASO	CONSUMO	ECONOMIA GERADA	OBSERVAÇÕES
HOSPITAL REGIONAL DE JUIZ DE FORA	A economia média com os dispositivos economizadores é de 14,3% em relação ao <i>baseline</i> LEED e a economia prevista com a utilização de fontes alternativas (Água de chuva e reuso) é de 3.628 m ³ /mês.	Os dispositivos geram uma economia prevista de 832 m ³ /mês e as fontes alternativas de 3.628 m ³ /mês, totalizando 4.460 m ³ /mês e valor estimado de R\$ 22.969,00/mês. Valor do m ³ é de R\$ 5,15.	Tarifa utilizada é categoria pública da concessionária local, CESAMA. A água de chuva e a água cinza tratada são misturadas no reservatório inferior de reuso que atende os dois reservatórios superiores de reuso.
NOVA ARENA BH (MINEIRÃO)	A economia média com os disp. economizadores é de 14,9% em relação ao <i>baseline</i> LEED e a economia prevista com a utilização de água de chuva é de 2.338 m ³ /mês (sete eventos por mês e irrigação diária do campo).	Os dispositivos geram uma economia prevista de 219 m ³ /mês e as fontes alternativas de 2.338 m ³ /mês, totalizando 2.557 m ³ /mês e valor estimado de R\$ 33.880,00/mês. Valor do m ³ é de R\$ 13,25.	COPASA, tarifa utilizada é categoria pública.
GR JUNDIAÍ	A economia média com os disp. economizadores é de 29,8% em relação ao <i>baseline</i> LEED. O consumo era de 1.600 m ³ /mês e com a implantação da ETE passou para 900 m ³ /mês.	Os dispositivos geram uma economia prevista de 268 m ³ /mês e a ETE de 700 m ³ /mês, totalizando 968 m ³ /mês e valor de R\$ 13.165,00/mês. Valor do m ³ é de R\$ 13,598.	Concessionária local, DAE S/A, cuja tarifa utilizada é categoria comercial, faixa 5 (acima de 45 m ³ /mês). Reservatório de água potável com capacidade de 170 m ³ , incluindo a reserva de incêndio.
CENTERANEL	A economia média com os disp. economizadores é de 27,7% em relação ao <i>baseline</i> LEED e a economia com a utilização de fontes alternativas (Água de chuva, reuso e poço artesiano) é de 2.572 m ³ /mês.	Os dispositivos geram uma economia prevista de 418 m ³ /mês e as fontes alternativas de 2.572 m ³ /mês, totalizando 2.990 m ³ /mês e valor estimado de R\$ 70.684,00/mês. Valor do m ³ é de R\$ 23,64.	SABESP, tarifa utilizada é categoria comercial/normal, faixa acima de 50 m ³ /mês. Reservatório de água potável utiliza água do poço artesiano e complementado com água da concessionária. Todos os módulos possuem reservatórios separados para P e NP.

LEROY MERLIN DE NITERÓI	A economia média com os disp. economizadores calculado pela certificadora é de 50%, ou seja, de 17 m ³ /mês e a economia com a utilização de água de chuva é de aproximadamente 150 m ³ /mês.	A economia total chega a 167 m ³ /mês com valor estimado de R\$ 2.482,00/mês. Valor do m ³ é de R\$ 14,86. O consumo mensal de água potável é de apenas 17 m ³ /mês devido a utilização de disp. economizadores e água de chuva.	A concessionária é a CEDAE, tarifa utilizada é categoria comercial. O reservatório inferior funciona também como retenção, sendo o excedente direcionado a poços de infiltração para o lençol freático.
------------------------------------	---	---	---

Fonte: elaborada pelo autor.

Observa-se que a redução no consumo de água potável é expressiva nos estudos de caso apresentados, sendo uma parcela desse ganho resultado da implantação de dispositivos economizadores, que possuem controle de vazão e tecnologias que viabilizam menor consumo de água sem, no entanto, perder a qualidade ou a eficiência. Por meio dessa simples ação, que parte de uma escolha por equipamentos mais modernos e adequados ao uso, a economia média atingida é de 12,19%, como apresentado na Tabela 19.

As estratégias adotadas variam de acordo com necessidades e as tecnologias disponíveis, mas as Tabelas 16, 17 e 18 mostram as principais medidas implantadas pelos empreendimentos pesquisados para estabelecer uma eficiente gestão da água, reduzindo o consumo de água potável. Em 100% dos casos estudados, foram aplicados dispositivos economizadores, que apresentam um menor custo de implantação em comparação às outras estratégias e economia de água potável entre 7% e 15%, o que significa rápido retorno financeiro.

O uso de fontes alternativas também se mostra eficaz nessa gestão, tendo uma incidência de 80%, ou seja, quatro dentre cinco empreendimentos visitados implantaram o sistema de aproveitamento de água de chuva e três deles implantaram o sistema de reuso de água cinza, ou 60%. O prazo de retorno econômico pode ser mais longo no uso de outras fontes de água, mas os resultados na redução do consumo de água potável se mostram maiores, variando de 37,47% a 81,52%, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Quadro-resumo dos percentuais de economia.

CASOS	Consumo Previsto (m ³ /mês) A	Dispositivos Economizadores (m ³ /mês) B	(%) B/A	Uso de Fontes Alternativas (m ³ /mês) C	(%) C/A	Total (%) (B+C) /A
HOSPITAL REGIONAL JF	5.820,00	832,26	14,30	3.627,91	62,34	76,64
NOVA ARENA BH (MINEIRÃO)	2.970,00	219,03	7,37	2.337,90	78,72	86,09
GR JUNDIAÍ	1.868,20	268,20	14,36	700,00	37,47	51,83
CENTER ANEL	3.547,40	417,55	11,77	2.572,56	72,52	84,29
LEROY MERLIN DE NITERÓI	184,00	17,00	9,24	150,00	81,52	90,76
TOTAL	14.389,60	1.754,04	12,19	9.388,37	65,24	77,43

Fonte: elaborada pelo autor.

Além disso, chega-se a valores ainda mais favoráveis em termos de economia quando é implantada uma gestão eficiente e planejada, orientada de acordo com o uso dos diversos tipos de água, instalações e tecnologias disponíveis, como os apresentados nas Tabelas 16, 17 e 18. Nos exemplos deste trabalho, em apenas cinco empreendimentos de diferentes usos, tem-se economia total de 133.708.920 litros de água potável, que correspondem ao valor de R\$ 1.718.214,46 por ano (Tabela 20). A economia seria ainda mais relevante se fosse considerada a redução dos custos das concessionárias com a distribuição e o tratamento da água, valores que não são objeto deste estudo.

Tabela 20 - Quadro-resumo dos resultados físicos e econômicos.

ESTUDOS DE CASOS	ECONOMIA OBTIDA POR ESTRATÉGIA (m ³ /mês e R\$)				ECONOMIA TOTAL OBTIDA (Anual em litros)
	DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES	ÁGUA DE CHUVA	REUSO	POÇO ARTESIANO	
HOSPITAL REGIONAL JF	832,26	3.628	-	-	53.522.040
	4.286,14	18.683,74	-	-	R\$ 275.638,51
NOVA ARENA BH MINEIRÃO	219	2.338	-	-	30.683.160
	2.902,15	30.977,18	-	-	R\$ 406.551,87
GR JUNDIAÍ	268	-	700	-	11.618.400
	3.647,52	-	9.520,00	-	R\$ 158.010,24
CENTER ANEL	418	773	-	1.799	35.881.320
	9.870,88	18.279,87	-	42.535,45	R\$ 848.234,40
LEROY MERLIN DE NITERÓI	17	150	-	-	2.004.000
	252,62	2.229,00	-	-	R\$ 29.779,44
TOTAL					133.708.920
					R\$ 1.718.214,46

Fonte: elaborada pelo autor.

A economia gerada apenas com esses cinco empreendimentos seria suficiente para abastecer a cidade de Rio Manso, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, que apresenta um consumo de

3 litros/segundo, e é atendida pela concessionária COPASA. Sua população, segundo o IBGE, é de 5.007 habitantes (BRASIL, 2007).

Por meio da Tabela 19, também se pode verificar que, com o uso de fontes alternativas, (nesses casos, água de chuva, água de reuso e poço artesianos), atinge-se um percentual de 65,24% em economia de água potável. O percentual de uso de fontes alternativas de água não potável nos exemplos apresentados neste trabalho é bem superior ao descrito nas Figuras 7, 8 e 9 do referencial teórico, segundo estudo realizado pela UFES (GONÇALVES, 2009). No entanto, é importante salientar que há uma grande demanda, nesses empreendimentos, de água para irrigação, para a qual pode e deve ser utilizada água não potável.

Vale enfatizar a importância da gestão das águas na concepção dos projetos de edificações e no planejamento urbano, como foi demonstrado neste estudo, pois, com a implantação de uma gestão competente, em quaisquer dos modelos pesquisados, tem-se ganhos maiores na redução do consumo de água potável do que nas situações em que a tecnologia é implantada, mas de maneira não planejada. Por exemplo, em ações simples como a implantação da medição individualizada de água, segundo Coelho e Maynard (1999) e Carvalho (2010), verifica-se uma redução no consumo global dos edifícios na faixa de 30%, demonstrados na conta individual de cada condômino. Em diversos casos, a redução do valor da conta supera 50%, pois, com o controle do consumo, o morador se sente estimulado a diminuir o desperdício.

No caso dos exemplos levantados neste trabalho, a economia média gerada, de R\$ 343.642,89 por empresa/ano, é suficiente para ressarcir os investimentos efetuados, além de propiciar benefício duradouro para os edifícios, seus usuários e a sociedade. A economia gerada com as estratégias implantadas é repassada ao usuário nas contas de água e energia, o que gera, também, retorno sobre o investimento do usuário no imóvel, mesmo que este imóvel certificado ambientalmente seja relativamente mais valorizado no mercado imobiliário. Foi possível comprovar, pela análise dos dados coletados para este estudo, que o investimento em sustentabilidade traz, também, retorno financeiro.

Além dos ganhos financeiros, há de se destacar, completando o tripé da sustentabilidade, os ambientais e sociais, pois, nos empreendimentos visitados, observa-se melhoria da qualidade e da quantidade de efluentes lançados nas redes de esgoto públicas e/ou cursos d'água, além da diminuição dos efeitos das chuvas nos grandes centros urbanos, em razão da retenção das águas pluviais. Outro ganho ambiental expressivo é a redução da demanda de água bruta dos

mananciais para atender o consumo de água potável nas áreas urbanas. Tal diminuição é fruto da utilização, por parte dos empreendedores, da gestão da demanda, o que propiciou uso mais eficiente dos diversos tipos disponíveis de água.

Convém ressaltar a importância dos programas de certificação verde para obtenção desses resultados. A certificação LEED, por exemplo, exige redução mínima de 20% no consumo de água potável, o que, na maior parte dos casos pesquisados, não é atendido apenas pelo uso de dispositivos economizadores. Por conta dessa referência, todos os cinco empreendimentos empregaram outras estratégias com o uso de fontes alternativas de água, liberando, assim, o abastecimento de água potável para usos prioritários.

Quanto à regulamentação, o Brasil ainda não possui uma legislação específica que determine a possibilidade do uso de fontes alternativas de água não potável e o nível de qualidade exigida para cada fim. A norma ABNT NBR 15.527/2007 menciona que os padrões de qualidade devem ser fixados pelo projetista de acordo com a utilização prevista e apresenta uma tabela com parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis. Já a norma a ABNT NBR 13.969/1997 apresenta os usos previstos para esgoto tratado e determina o grau de tratamento necessário ou os parâmetros para seu uso, dividido em quatro classes distintas, conforme apresentado na Tabela 8. Essa norma é utilizada na maior parte dos empreendimentos visitados, visando o atendimento aos parâmetros de reuso para água não potável de acordo com o seu uso.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho se propôs a verificar, por meio de análise de estudos de caso, a aplicabilidade, os benefícios e a economia que podem ser obtidas com a implementação dos programas de certificação verde no que tange à redução do consumo de água potável e ao aproveitamento de fontes alternativas de água no mercado brasileiro da construção civil.

Os dois modelos estudados, LEED e AQUA, revelam, na amostra considerada, sua aplicabilidade, independentemente do grau de adequação atual de cada modelo à realidade brasileira, pois, os benefícios da implantação dos critérios existentes atualmente nos referenciais técnicos ficaram evidenciados nos estudos de caso apresentados.

Com base nos resultados apresentados e no comparativo entre os dois principais modelos utilizados no País, pode-se afirmar que a certificação LEED se mostra mais eficiente na redução do consumo de água potável, até mesmo porque os critérios que esse modelo utiliza exercem uma cobrança mais incisiva sobre o empreendedor em termos de percentuais de economia.

A indução à implantação de uma gestão para o uso racional da água, principalmente referenciando seu uso e demanda, por parte do mercado imobiliário e das entidades certificadoras, mostra-se eficiente e relevante nos empreendimentos visitados na região Sudeste do Brasil, a mais urbanizada do País.

Os programas de certificação ambiental de edificações são imprescindíveis para acompanhar a mudança de cultura da sociedade, que passou a dar mais valor, em anos recentes, ao uso de fontes alternativas de água, o que, consequentemente, pressiona empresários a considerarem os benefícios da implantação desses programas. Tal fato se depreende, inclusive, do aumento, em 12 vezes, dos registros da certificação LEED nos últimos cinco anos – um incremento expressivo, que mostra a disseminação dos edifícios verdes no País, ainda que sejam programas de adesão voluntária. Verificou-se, pelos resultados apresentados, que a economia obtida, principalmente no consumo de água potável, é significativa e eficaz, o que representa diferencial relevante no mercado atual.

Os casos analisados em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais apresentaram resultado superior a 133 milhões de litros de água potável economizados por ano. Tal economia pode ser consideravelmente maior em condomínios multifamiliares ou edificações que possuam maior fluxo de pessoas. Portanto, fica demonstrado o potencial dos programas

de certificação ambiental de edificações como uma excelente ferramenta para redução do consumo de água potável e incremento de novas tecnologias na construção civil.

O desenvolvimento sustentável passa, necessariamente, pelo incentivo ou aplicação da certificação verde dos edifícios, principalmente numa sociedade urbana como a brasileira, em que 84% das pessoas vivem nas cidades. Foi observado, neste trabalho, que a economia gerada pelo uso de equipamentos com dispositivos economizadores (12,19%) e de fontes alternativas de água (65,24%), pontos obrigatórios para certificação de um edifício, chega a 77,43%. Esse percentual, isoladamente dos demais dados coletados, já fundamenta o presente estudo e destaca a importância do incentivo à construção de edifícios verdes.

Destaca-se aqui, também, a influência do papel da legislação para nortear e incentivar a sustentabilidade no setor. O Brasil não apresenta padrões consensuais para o uso de água não potável ou de reuso e cabe, principalmente ao setor acadêmico, ampliar os estudos sobre as características do uso e seus parâmetros para subsidiar a criação de normas e legislação sobre o tema. No entanto, é preciso ressaltar que, mesmo carente de regulamentação, o Brasil já possui bons exemplos na área de legislação municipal por meio de incentivos fiscais, o chamado “IPTU Verde”, ou mesmo de incentivos intangíveis.

O município do Rio de Janeiro, dentre outros, fez um verdadeiro avanço nessa área ao lançar o Programa Qualiverde, legislação que constitui exemplo de incentivo intangível ao priorizar os edifícios verdes nos processos de aprovação e autorização de obras, reduzindo o tempo necessário em quase 70%. Sem incorporar custos ao poder público, trata-se de uma excelente estratégia de incentivo e disseminação da cultura sustentável, visto que, no setor imobiliário como em qualquer negócio, “tempo é dinheiro”, isto é, a economia de tempo pode significar redução de investimentos e/ou antecipação de fluxo de receitas, o que favorece o retorno sobre o investimento.

Desse modo, observa-se a importância do convencimento, da gestão eficiente e das boas leis, o que equivale ao verdadeiro tripé da sustentabilidade, que pode ser utilizado pela sociedade para atingir padrões mínimos de consumo dos recursos naturais. Urge, contudo, que os legisladores públicos sejam incentivados à criação de ferramentas ou leis que estimulem ainda mais a construção sustentável e uma nova e harmoniosa forma de convívio do ser humano com o planeta.

Nesse sentido, é importante, ainda, que existam estudos que demonstrem os ganhos e a efetividade das ações implementadas pelas

certificações ambientais de edificações. Pode-se pensar, por exemplo, em um estudo comparativo entre edifícios convencionais e verdes com mesmo padrão de uso, para que sejam apresentadas as diferenças de consumo dos dois tipos de edificação e os ganhos reais do modelo verde.

A convivência sadia do homem com o planeta é o grande desafio deste século 21, e os programas de certificação ambiental de edifícios ou certificação verde para o setor da construção podem contribuir em muito para a disseminação das boas práticas e melhoria da relação do homem com o meio urbano.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. NBR 13.969. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- _____. Instalação predial de água fria. NBR 5.626. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- _____. Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. NBR 15.527. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Edição Especial. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2012.
- ANNECHINI, K.P.V. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na Região Metropolitana de Vitória / ES**. Vitória: UFES, 2005. Dissertação de Mestrado do programa de pós-graduação em engenharia ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.
- ARAÚJO JR., O. Consciência sobre a água. Portal EcoTerra Brasil, s.d. Disponível em: <<http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=curiosidades&tipo=temas&cd=1322>>. Acesso em: 7 abr. 2012.
- BANCO MUNDIAL. **Relatório de desenvolvimento mundial de agricultura para o desenvolvimento em 2008**. Washington, 2007.
- BC INTERNATIONAL COMMITTEE. **Water for all: resources and challenges**. Vancouver: Girl Guides of Canada, 2009.
- BELO HORIZONTE. Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental da Prefeitura de Belo Horizonte: BH Sustentável, s.d. Disponível em: <<http://cesa.pbh.gov.br/>>. Acesso em: 12 jun. 2012.
- BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, Dnaee, 1992.
- _____. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- _____. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução 274 de 29 de novembro de 2000. Brasília, 2000.

- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, IBGE. Contagem da população 2007. Brasília, 2007. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.sh>. Acesso em: 7 mai. 2012.
- _____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, INMETRO. Portaria 372, de 17 de setembro de 2010. **Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos**. Brasília, 2010.
- _____. Ministério das Cidades, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos 2010**. Brasília, 2012.
- _____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, INMETRO. Portaria 18, de 16 de janeiro de 2012. **Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios residenciais**. Brasília, 2012b.
- BRITO, A. C. et al. Avaliação ambiental de edifícios. **Téchne**, São Paulo, n. 133, p. 72-76, abr. 2008.
- CARVALHO, W. F. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Monografia do curso de especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
- CASADO, M. Green Buildings, antes tarde do que nunca. **Buildings**, São Paulo, n. 15, p. 34-36, 2011.
- CETESB. Águas superficiais. s.d. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas.../39-Reuso-de-agua#>>. Acesso em: 9 jun. 2012.
- COELHO, A. C. e MAYNARD, J. C. B. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Recife: Comunicarte, 1999.
- CONSTRUBUSINESS 2012. Competitividade Sustentável na Cadeia da Construção. 10º Construbusiness 2012. Caderno técnico. São Paulo: FIESP e DECONCIC, 2012.
- CORBIOLI, N. Entrevista a Manoel Martins. **Projeto Design**, n. 354, p. 10-13, 2009.
- CORCORAN, E. et al. (editores). **Sick Water? The central role of wastewater. A Rapid Response Assessment**. Arendal: UNEP/UN-HABITAT, 2010.
- CUTOLO, S. A. **Reúso de águas residuárias e saúde pública**. São Paulo: Annablume, 2009.
- DeOREO W. B. et al. **The end uses of hot water in single family homes from flow trace analysis**. Relatório Aquacraft, 2001.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. Construção civil e sustentabilidade em pauta. Belo Horizonte, 1 set 2009.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: the triple bottom line of 21st century business**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 1997.

ERIKSSON, E. et al. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, Londres, v.4, p.85- 104, 2002.

ESTADOS UNIDOS. Energy policy act de 24 out 1992. Lei que visa o aperfeiçoamento da eficiência energética. Public Law 102-486, 106 Stat. 2776. Washington, DC, 24 out. 1992.

FERNANDES, D. Escassez de água pode gerar conflitos no futuro, dizem especialistas. BBC Brasil, 16 mar. 2012. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/03/120316_agua_escassez_df.shtml>. Acesso em: 18 jun. 2012.

FÓLHA ONLINE. Escassez de água pode gerar conflitos no futuro. Disponível em: <

www.redeambiente.org.br/Tanamidia.asp?Codigo_Noticia=21140&sessao=0>. Acesso em: 22 mar. 2012.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Referencial técnico de certificação: edifícios do setor de serviços, Processo AQUA - Escritórios e edifícios escolares, parte I: Introdução, Versão 0, out 2007. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2007.

_____. Processo Aqua, s.d. Disponível em:

<http://www.vanzolini.org.br/hotsite-104.asp?cod_site=104>. Acesso em: 5 mar. 2012.

GBC BRASIL. Green Building Council Brasil, s.d. Apresenta informações sobre a certificação LEED e outras esferas de atuação da entidade. Disponível em: <www.gbcbrazil.org.br>. Acesso em: 5 mar. 2012.

GONÇALVES, J. C. et al. Água: um bem que deve ser preservado! (parte 1). A Tribuna de Jales, Jales, p. A10 - A10, 22 abr. 2001.

GONÇALVES, R. F. (coordenador). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: Abes, Projeto Prosab/Finep, 2006.

_____. (coordenador). Uso racional de água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: Abes, Projeto Prosab/Finep, 2009.

GOULART, S. Sustentabilidade nas edificações e no espaço urbano. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2012.

- GREYWATER.COM. Greywater: what it is... how to treat it... how to use it. Disponível em: <[www.http://www.greywater.com](http://www.greywater.com)>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- HAILS, C. et al. (editores). Relatório Planeta Vivo 2006. Gland: WWF - World Wide Fund For Nature, 2006.
- HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003.
- JAMRAH, A. et al. Evaluating greywater reuse potential for sustainable water resources management in Oman. **Environ Monit Assess**, n. 137, v. 1-3, p. 315-327, 2008.
- JOHN, M. e PRADO, R. T. A. (coordenadores). **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.
- JUNGMANN, M. Saneamento básico é o maior problema ambiental do Brasil, diz especialista da UnB. Brasília: Agência Brasil, 21 jun. 2012. Disponível em: <<http://agenciabrasil.etc.com.br/noticia/2012-06-20/saneamento-basico-e-maior-problema-ambiental-do-brasil-diz-especialista-da-unb>>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- LEROY MERLIN. Leroy Merlin e a sustentabilidade. s.d. Disponível em: <www.leroymerlin.com.br/sustentabilidade>. Acesso em: 19 mai. 2012.
- MAGALHÃES, L. C. **Orientações gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos**. Rio de Janeiro: Procel/Eletronbras, 2001.
- MAIA NETO, F. Reutilização da água pluvial. **O Estado de Minas**, Belo Horizonte, 12 mai. 2008. Disponível em: <www.precisao.eng.br/fmnresp/reutilizacao.htm>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- MARINOSKY, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. Florianópolis: UFSC, 2007. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações** São Paulo: USP, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.
- MEDEIROS, H. Etiquetagem energética classifica edificações. **Finestra**, ed. 56, mar. 2009. Disponível online em:

<<http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/procel-edifica-etiqueta-de-11-12-2009.html>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

MELHADO, A. R. **Construção sustentável: a experiência da Método Engenharia**. Trabalho apresentado ao 9º Encontro Técnico da ASEC (Associação dos Engenheiros e Especialistas da Cetesb em meio ambiente, São Paulo, 2008.

MONTENEGRO, M. H. F. e SILVA, R. T. Economia de água: quadro de necessidades e linhas de ação. Conferência. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, 1987. **Anais**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), 1987, p. 7–26.

NOVA GALES DO SUL. NSW Health (ministério da saúde da Austrália). **Greywater reuse in Sewered single domestic premises**, Sidney, 2000. Disponível em:

<http://www0.health.nsw.gov.au/resources/publichealth/environment/water/pdf/greywater_policy.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2012.

OCDE. **Environmental outlook to 2050: the consequences of inaction**. Paris: OECD Publishing , 2012.

OLIVEIRA, R. N. **Certificação ambiental na construção civil – LEED**. São Paulo: UAM, 2009. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil da Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2009.

PICCAZIO, C. **Água, urgente! Nosso futuro pode morrer de sede**. São Paulo: Terceiro Nome, 2007.

PRADO, T. Aqua: primeiro referencial técnico brasileiro para construções sustentáveis. *Planeta Sustentável*, 9 abr. 2008. Disponível em:

<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_275506.shtml>. Acesso em: 17 abr. 2012.

RAPOPORT, B. **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial**. Dissertação de mestrado em saneamento ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: ENSP, Fiocruz, 2004.

RIGHETTO, A. M. (coordenador). **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: Abes, Projeto Prosab/Finep, 2009.

RODRIGUES, L. C. S. **Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES**. Vitória: UFES, 2005. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

- SAUTCHUK, C. et al.. Conservação e reuso da água em edificações. São Paulo: ANA; Fiesp e Sinduscon-SP, 2005.
- SAYEGH, S. Alto desempenho, baixo impacto. **Téchne**, n. 133, abr. 2008. Disponível em: <www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77952-1.asp>. Acesso em: 15 abr. 2012.
- SCHOMAKER, M. et al. (editores). **Global Environment Outlook 4 – GEO 4: environment for development**. UNEP, 2007.
- SILVA, R.T. et al. Apresentação do Programa. Brasília, Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), 1999.
- SONDA et al. A convivência da mulher com o semi-árido: a vida antes e depois das cisternas. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, Paraíba, 2001. **Anais**. Paraíba, ABRH, p. 8, 2001.
- TERPSTRA, P.M.J. Sustainable water usage systems: models for the sustainable utilization of domestic water in urban areas. **Water Science & Technology**, v. 39, n. 5, p. 65-72, 1999.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2011.
- TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: Rima, 2003.
- ULLSTEIN, B. et al. (editores). **Global Environment Outlook 5 – GEO 5: environment for the future we want**. UNEP, 2012.
- UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Distribuição dos recursos hídricos, superfície e população. São Paulo, 2007. Disponível em: <www.uniagua.org.br/public_html/website/default.asp?tp=3&pag=agua-planeta.htm>. Acesso em: 24 abr. 2012.
- USGBC. **LEED 2009 for retail: new construction and major renovations rating system**. Washington: US Green Building Council, 2009.
- VALENTE, J. P. **Certificações na construção civil: comparativo entre LEED e HQE**. UFRJ: 2009. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.
- VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. 254, n. 5, p. 109-134, 1999.
- VITTORINO, F. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: método IPT. São Paulo, 2 out. 2007. Disponível em:

<www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/10/fulvio.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2012.

WCED. **Our Common Future**. Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas. Genebra: ONU, 1987.

WIDIASTUTI, N. et al. The potential application of natural zeolite for greywater treatment. **Desalination**, v. 218, n. 1-3, 2008, p. 271-280.

WHO. **Our planet, our health**. Genebra: WHO - World Health Organization, 1992.

WHO. **Water global annual assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2012 report: the challenge of extending and sustaining services**. Genebra: WHO - World Health Organization, 2012.

WORLD WATER FORUM. The Forum Newsletter. Marselha, 2012.

Disponível em:

<<http://www.worldwaterforum6.org/en/news/newsletter/>>. Acesso em: 18 mar. 2012.

WWAP. **Water: a shared responsibility**. The United Nations World Water Development Report. Paris: Unesco/Berghahn Books, 2006.

YOSHIMOTO, P. M. **Programa de redução de perdas na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Sabesp, 2006. Disponível em: <[www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/1C54110AC84FC24C83257243004851C3/\\$File/apimec_prog_red_perdas.pdf](http://www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/1C54110AC84FC24C83257243004851C3/$File/apimec_prog_red_perdas.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2012.