



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

A GESTÃO DO USO DA ÁGUA COMO CRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS NO BRASIL

Michele Fossati (1); Enedir Ghisi (2); Roberto Lamberts (3)

(1) M.Sc. em Engenharia de Produção e Sistemas. Doutoranda PPGEC/UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário – Trindade – Florianópolis- SC. michele@ecv.ufsc.br

(2) *PhD.* Bolsista ProDoc. PPGE/UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário – Trindade – Florianópolis- SC. enedir@labeee.ufsc.br

(3) *Ph.D.* Professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina. - Campus Universitário – Trindade – Florianópolis-SC, lamberts@ecv.ufsc.br

RESUMO

A preservação ambiental começa a deixar de ser tratada como uma questão que proporcionava um diferencial competitivo para as empresas e começa a se transformar em um dos pré-requisitos a serem considerados no processo construtivo. Sabe-se que todas as atividades realizadas pelo ser humano têm impactos ou carregam o risco de ter impactos e a questão chave recai sobre qual o nível de risco ou impacto é aceitável pela sociedade. Para que se atinja a sustentabilidade nas construções, a definição de um referencial que estabeleça a partir de quais critérios analisar a inclusão de preocupações ambientais na etapa de projeto torna-se, portanto, fundamental, uma vez que se preocupar com o meio ambiente desde as etapas iniciais de concepção de um empreendimento traz benefícios ao meio ambiente e à sociedade ao longo da vida útil da edificação. Este artigo identifica os critérios considerados em diferentes ferramentas internacionais de avaliação e classificação ambiental e direciona as discussões para a gestão do uso da água em edificações comerciais. A análise das ferramentas mostra uma recorrência de critérios comuns considerados essenciais para uma adequada gestão do uso da água. Com base nestes critérios, um paralelo é traçado para o contexto brasileiro levando em consideração aspectos sócio-econômicos, culturais, climáticos e normativos. Pôde-se concluir que grande parte das exigências determinadas nas ferramentas analisadas pode ser considerada também para o Brasil, principalmente a preocupação com a redução do consumo de água potável pela utilização de tecnologias eficientes, reúso de águas cinzas e utilização da água da chuva.

Palavras-chave: sustentabilidade, uso da água, projeto, edificações sustentáveis

ABSTRACT

Environmental concerns used to be a subject that provided a competitive advantage for the companies. Nowadays such concerns are becoming one of the prerequisites to be considered in the construction process. All human activities imply environmental impacts. Therefore, a key question is to know what level of risk or impact is acceptable for the society. To reach the sustainability in constructions it is necessary, first of all, to establish from which criteria to analyse the inclusion of environmental concerns in the design stage, as this brings benefits to the environment and the society through the life span of the construction. This paper identifies the criteria considered in different international tools for environment assessment related to the water management in commercial constructions. The analysis of the tools shows a recurrence of common criteria, considered essential for an adequate water management. Based on these criteria, analysis was performed to evaluate the possibility of using such criteria in the Brazilian context taking into account social, economic, cultural, climatic and normative aspects. It could be concluded that most of the requirements determined in the analysed tools can also be considered in Brazil, mainly the concern about the reduction of the potable water consumption through the use of efficient technologies, reuse of greywater and use of rainwater.

Keywords: sustainability, water management, sustainable buildings

1. INTRODUÇÃO

Apesar de uma conscientização tardia, a construção civil vem utilizando-se de posturas mais pró-ativas em relação ao meio ambiente e à sustentabilidade. Agopyan (2000) aponta como sendo do início da década de 90 as primeiras medidas consistentes no Brasil, com estudos mais sistemáticos e resultados mensuráveis sobre a reciclagem, redução de perdas e de energia. Mais recentemente, o autor indica algumas mudanças que vêm sendo observadas quanto à redução do consumo energético na produção de insumos como o cimento e a cerâmica de revestimento; à utilização de resíduos (reciclagem) na produção de componentes como as barras de aço e o cimento; à preocupação para a redução das perdas e desperdício nos canteiros de obras; à decisão do Ministério do Meio Ambiente em regulamentar a disposição do entulho por meio da Resolução 307 do CONAMA; ao lançamento no mercado de produtos para a economia de água e energia. A atitude observada na órbita do governo federal, que no ano de 2000 ampliou o escopo do PBQP-H-Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional para PBQP-Habitat (englobando desta maneira as áreas de saneamento, infraestrutura e transportes urbanos), é também um sinal de que a produção de habitações não mais é tratada como uma atividade isolada, mas como parte da criação do habitat urbano.

Essas medidas, apesar de serem muito úteis e representarem uma mudança de mentalidade, são consideradas ainda pontuais. Observa-se que, na construção civil internacional, a tendência de considerar o meio ambiente já está presente não só pelas leis e normas a serem seguidas, mas pela escassez de recursos que exige um melhor controle e uso racional dos materiais. Além disso, incentivos fiscais são concedidos a empresas que incluem entre as suas estratégias a preocupação com o meio ambiente.

O impacto ambiental da construção civil ocorre em toda a cadeia produtiva, desde a concepção dos edifícios até a sua demolição. O projeto (concepção) da edificação permite planejar não apenas a forma final do produto edificado, definindo uma série de aspectos da edificação que influenciam na qualidade e produtividade do processo construtivo. É a partir de definições como formas geométricas da edificação, a sua localização no terreno, as soluções estruturais, a especificação dos materiais, componentes e tecnologias e o padrão de acabamento e detalhamento que são estabelecidas a otimização ou não da execução e o efeito no seu entorno. Desta forma, é notável que a construção civil pode exercer um importante papel na preservação do meio ambiente, visto que sua escala de produção utiliza uma grande quantidade de recursos naturais e seus produtos, as edificações, têm elevado impacto no consumo de energia e água.

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste artigo é identificar os critérios considerados em diferentes ferramentas internacionais de avaliação e classificação ambiental, no que diz respeito à gestão do uso da água nas edificações comerciais, e analisar a viabilidade de inclusão de tais critérios no contexto brasileiro, considerando aspectos sócio-econômicos, culturais, climáticos e normativos deste país.

Este trabalho é parte integrante de uma iniciativa que objetiva determinar os critérios essenciais e definir os parâmetros de desempenho para a formulação de uma ferramenta para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios brasileiros.

3. METODOLOGIA

Para atendimento do objetivo proposto a seguinte metodologia foi utilizada:

- revisão bibliográfica sobre desenvolvimento sustentável, construção sustentável e avaliação ambiental de edificações, tanto a nível nacional quanto internacional;
- revisão bibliográfica sobre a gestão do uso da água em edificações;
- identificação das ferramentas utilizadas internacionalmente para avaliação e classificação ambiental de edificações comerciais. As análises basearam-se nas seguintes ferramentas, de destaque no cenário internacional e cujo acesso às informações foi mais completo:
 - o NABERS – *National Australian Built Environment Rating System*; Austrália (NATIONAL AUSTRALIAN..., 2005);

- o *Green Star Office Design*; Austrália (GBCAUS, 2005);
- o *GBTool – Green Building Tool*; Consórcio internacional (GBC, 2005);
- o *BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method*; Reino Unido (BRE, 2005);
- o *LEED – Leadership in Energy and Environmental Design*; Estados Unidos (USGBC, 2004);
- o *CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*; Japão (JSBC, 2005);
- identificação e análise dos critérios considerados nestas ferramentas para gestão do uso da água;
- análise da viabilidade de inclusão de tais critérios ao contexto brasileiro.

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação Ambiental de Edificações

O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico não possuíam meios para quantificar quão “verdes” eram de fato os seus edifícios. O segundo grande impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais de que a classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação é um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações (SILVA, 2003).

Realizar avaliações ambientais pode não apenas reduzir impactos ambientais e conseqüentes responsabilidades dos projetistas e construtores, mas também salvar consideráveis tempo e dinheiro por meio de:

- identificação de problemas, ganhando tempo interno ou externo para a aprovação dos projetos;
- desenvolvimento de consensos com os diversos envolvidos no projeto, nos estágios mais preliminares possíveis;
- discussão entre engenheiros e projetistas sobre os requisitos ambientais em um estágio preliminar;
- identificação de focos de desperdícios e evolução das técnicas para eliminá-los ou minimizá-los antes de serem gerados ou, quando necessário, identificação das opções de eliminação após a sua geração;
- ajuda no entendimento do negócio e identificação de novas oportunidades;
- aumento da reputação e confiança por demonstrar ações responsáveis e cuidadosas nos negócios;
- eliminação de opções custosas e redução dos custos de reformas;
- melhor ajuste entre produtos ou serviços e seus mercados, por meio de um mais completo entendimento das necessidades de todos os envolvidos.

Atualmente, praticamente cada país desenvolvido possui um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. Os países em desenvolvimento também iniciaram, mais recentemente, a elaboração de metodologias de avaliação e classificação de desempenho de seus edifícios, podendo-se citar as iniciativas da África do Sul (GIBBERD, 2002), Brasil (SILVA, 2003) e Chile (MARTINEZ *et al.*, 2004).

Gibberd (2002) afirma que a função que a indústria da construção precisa desempenhar para promover desenvolvimento sustentável depende do contexto a que está inserido. Em países desenvolvidos, a maioria das necessidades básicas humanas já foi atingida e, em muitos casos, excedida. A ênfase, nesses países tem sido manter padrões de vida enquanto reduz-se o consumo de recursos e os impactos ambientais. Já nos países em desenvolvimento, a média dos padrões de vida está muito abaixo da dos países desenvolvidos e, em muitos casos, necessidades básicas do ser humano não são atendidas. A ênfase nestes casos deve, conseqüentemente, ser em um desenvolvimento que vise atender essas necessidades básicas enquanto evita impactos ambientais negativos. Os métodos para avaliação dos edifícios nos países desenvolvidos, tendo em vista o exposto, têm seu escopo voltado para a avaliação *ambiental* dos edifícios, enquanto que os modelos dos países em desenvolvimento procuram avaliar a

sustentabilidade dos edifícios (incluindo critérios de avaliação de aspectos sociais e econômicos, além dos ambientais), em função do contexto sócio-econômico em que estão inseridos.

Silva (2003) demonstra que não é possível copiar, traduzir ou simplesmente aplicar modelos internacionais existentes para a avaliação ambiental de edifícios de escritórios, seja no contexto brasileiro ou de qualquer outro país e que mesmo a ferramenta mais flexível apresenta dificuldades práticas para emprego no Brasil. A autora constata também que o mercado não está preparado para, no curto prazo, medir ou ser avaliado por um método sofisticado, sugerindo que um método simplificado e uma estratégia gradual de implementação devem ser propostos, apontando a direção para os desenvolvimentos futuros necessários. Além disso, por mais consagradas que sejam as metodologias estrangeiras, a prática demonstra que a dificuldade de adequação aos locais de avaliação vai além da retirada ou adição de aspectos a avaliar e que os resultados das adaptações revelam-se muito diferentes dos métodos originais. Estes sistemas podem até ser utilizados no Brasil ou em outros países, não havendo impedimentos legais ou restrições oficiais. Entretanto, a maioria dos aspectos seria julgada com base em normas e práticas de tais países, definidas com base em aspectos culturais, tradição construtiva e normas que diferem significativamente da realidade brasileira.

4.1.1 Metodologias para avaliação ambiental de edificações

Conforme mencionado anteriormente, existem diversas metodologias para avaliação ambiental de edifícios. Como forma de estruturação da base comum de aplicabilidade e conteúdo técnico das ferramentas de avaliação do desempenho ambiental, Foliente *et al.* (2004) comparam as tipologias, os objetos de avaliação e as etapas do ciclo de vida da edificação por elas cobertas. A Tabela 1 sintetiza esta comparação.

Tabela 1 – Ferramentas de avaliação ambiental de edifícios e sua aplicabilidade (adaptado de Foliente *et al.*, 2004)

		NABERS	Green Star	GBTool	BREEAM	LEED	CASBEE
TIPOLOGIA DA EDIFICAÇÃO	Comercial	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Residencial	✓	-	✓	✓	✓	✓
	Misto ou outro	-	-	-	✓	-	-
OBJETO AVALIADO	Parte(s) da edificação	✓	-	-	✓	-	-
	Todo o edifício	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ETAPA DO CICLO DE VIDA	Planejamento	-	-	✓	✓	-	✓
	Projeto	-	✓	✓	✓	✓	✓
	Operação e Manutenção	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Desconstrução	-	-	✓	✓	✓	✓

Com relação aos critérios avaliados, observa-se na Tabela 2 a ocorrência de blocos comuns entre as diferentes ferramentas, variando o nível de cobertura e abrangência dispensados a cada critério em função das características climáticas, normativas, econômicas e ambientais de cada país. O foco da comparação apresentada é voltado aos aspectos ambientais, ainda que algumas ferramentas acrescentem outros critérios como gerenciamento, inovações, qualidade dos serviços e saúde e bem estar dos usuários.

Tabela 2 – Critérios de desempenho ambiental e nível de cobertura destinado a cada subcritério (adaptado de Foliente *et al.*¹, 2004)

		NABERS	Green Star	GBTool	BREEAM	LEED	CASBEE
QUALIDADE DO AR INTERNO	Conforto Térmico	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
	Iluminação	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	-	✓✓
	Qualidade do ar	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
	Ruído	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	-	✓✓
MATERIAIS / USO DE RECURSOS	Consumo	-	-	✓✓✓	✓✓	-	✓
	Reciclagem	-	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
	Desperdício	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	-	✓✓	✓✓
	Vida útil	-	-	✓	-	-	✓✓
TRANSPORTE		✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓
ENERGIA	Energia Embutida	-	-	✓✓	-	-	-
	Operação	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	-	✓✓
	Eficiência	-	✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
	Carga Térmica	-	-	-	-	-	✓✓
	Renováveis	-	-	✓✓	-	✓✓	-
ÁGUA	Operação	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	-	-
	Eficiência	-	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
	Reúso*	-	-	-	-	-	-
IMPACTO AMBIENTAL	Aquecimento Global	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓	✓	-
	Camada de Ozônio	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓	✓	-
	Acidificação	-	-	✓✓	-	-	-
	Eutrofização	-	-	✓	-	-	-
	Human Toxicity	-	-	-	✓✓	-	-
	Ecotoxicity	-	-	-	✓✓	-	-
	Winter/Summer Smog	-	-	✓	-	-	-
	Emissões ao ar	-	-	-	✓	-	✓✓
	Emissões à água	✓✓	✓✓	✓✓	-	-	✓✓
	Emissões à terra	-	-	-	-	-	✓✓
	Biodiversidade	✓✓	✓✓	-	✓	✓	-

✓✓✓ Cobertura detalhada

✓✓ Cobertura normal

✓ Pouca cobertura

- Não coberto

* Apesar dos autores avaliarem o reúso de água como "Não coberto", esta estratégia é identificada em todas as metodologias como alternativa para a redução do consumo de água potável, assim como a utilização de água da chuva, que não consta na tabela.

4.2 A Gestão do Uso da Água como Critério de Sustentabilidade

O consumo total de água para as atividades humanas (agrícola, industrial, doméstica e outras) cresceu seis vezes entre 1900 e 1995 - mais do que o dobro do crescimento da população mundial neste período (LEMOS, 2003). O aumento do consumo é maior nos países em desenvolvimento, em virtude do crescimento da população, e acarreta uma série de conseqüências principalmente por nestes países o crescimento não ser acompanhado de uma infra-estrutura compatível. Aliado a isso, à crença da infinidade da água no planeta e à mudança nos hábitos diários da população, começaram a surgir perspectivas de falta d'água em diversas cidades espalhadas pelo mundo e a conseqüente necessidade de redução da demanda diária de água potável. Lemos (2003) afirma que a água será um recurso limitante no Século 21 e vai atingir mais severamente os países que estão se desenvolvendo.

Estima-se que apenas 2,5% da água do planeta seja própria para o consumo e a maior parte desta esteja na forma de gelo polar ou se encontre em camadas profundas e inacessíveis. Assim sendo, a quantidade de água potável acessível em lagos, rios ou represas, representa algo em torno de 0,01% do total da água no planeta (UNEP, 2002).

O consumo de água no mundo vem aumentando exponencialmente e Lemos (2003) alerta que apenas para o atendimento da demanda futura para fins urbanos seriam necessários investimentos na ordem de

¹ Foliente *et al.* (2004) observam que a avaliação das ferramentas foi realizada de acordo com o julgamento dos autores em relação ao tratamento dos atributos selecionados para distinguir as características de cada ferramenta, e não leva em consideração a facilidade de uso, que fica a cargo do usuário decidir em função da aplicação pretendida.

11 a 14 bilhões de dólares por ano, durante os próximos trinta anos. Segundo projeções da Organização das Nações Unidas, no ano de 2025 dois terços da população mundial (ou 5,5 bilhões de pessoas) viverão em locais que sofrem com algum tipo de problema relacionado à água.

Segundo Tomaz (2001), o Brasil possui 12% da água doce do mundo, porém mal distribuída no país. Em alguns estados do nordeste do Brasil a disponibilidade hídrica *per capita* é insuficiente para atender a demanda necessária. Já na região norte do país concentra-se a maior parte do volume de água, correspondendo 68,5%. Em muitos casos, como em São Paulo por exemplo, a água utilizada em certas partes das cidades já é captada a 60 km do local de consumo, aumentando consideravelmente o seu custo (CAMPOS; AMORIN, 2004).

Além do problema do abastecimento, a impermeabilização gerada pelas construções, profusão de ruas, calçadas e estacionamentos pavimentados fez com que aumentassem os escoamentos superficiais, eliminando grande parcela da infiltração das águas no terreno natural e contribuindo para as enchentes. Essa deficiência na drenagem urbana acarreta prejuízos financeiros (construções e pavimentos destruídos, interrupção no abastecimento de energia, vias interditadas, congestionamentos e proliferação de doenças) e psicológicos, pois torna a população temerosa de possíveis desastres com qualquer precipitação. Também a deposição de resíduos, sem considerar tratamento adequado, contamina tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas, dificultando o atendimento da crescente demanda por água pura.

A construção civil é responsável por boa parte do desperdício da água, seja pelo baixo nível de instrução de sua mão-de-obra, seja pela adoção de técnicas construtivas tecnologicamente ultrapassadas. Dentre as ações cabíveis de uso racional de água, Campos e Amorin (2004) apontam as ações tecnológicas, na maioria dos casos, como as mais viáveis, pois o retorno é mais rápido e propicia a redução no consumo de água sem que sejam necessárias mudanças nos hábitos da população. Os autores enfatizam, entretanto, que ações econômicas e educacionais são de fundamental importância para um projeto de conscientização e educação da população. Rogers *et al.* (2002) argumentam que a política de preços pode ajudar a manter a sustentabilidade deste recurso, pois quando o preço da água refletir seu verdadeiro custo, esta será posta para seus usos mais valiosos. Os autores afirmam que o problema enfrentado pelo setor da água é que as tarifas são quase que universalmente abaixo do custo total do suprimento, significando que em quase todo lugar existem grandes ineficiências no setor.

Outras ações que devem ser levadas em consideração na elaboração de um sistema de gestão dos recursos hídricos em uma edificação, visando o controle do desperdício e redução do volume consumido são identificadas a seguir.

4.2.1 Aproveitamento da água da chuva

O aproveitamento de água pluvial apresenta-se como uma boa alternativa para a redução da demanda de água potável fornecida pela companhia de saneamento, pois além de servir para o uso racional da água, diminui o impacto causado pela impermeabilização dos terrenos, sendo dessa forma uma medida não-estrutural de drenagem urbana (CAMPOS; AMORIN, 2004). Cidades como São Paulo (LEI 13.276, 2002) e Rio de Janeiro (DECRETO 23.940, 2004) incluem em sua legislação a preocupação com a água da chuva e exigem que as edificações com mais de 500 m² de área impermeabilizada criem reservatórios para a retenção temporária da água. Essa medida objetiva contribuir para a redução dos níveis de enchentes, retraindo a água em reservatórios e injetando-a na rede pluvial de forma controlada depois de cessada a chuva, mas o processo seria bem mais racional se a própria edificação utilizasse esta água da chuva para fins onde a água tratada não é necessária.

Os usos mais comuns da água pluvial em edificações são em locais onde não há a necessidade de utilização de água potável para as atividades, como em bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagens de carros, pisos, passeios e calçadas. Nas indústrias e estabelecimentos comerciais, a água da chuva pode ser utilizada para resfriamento de telhados e máquinas, climatização interna, lavanderia industrial, lava jatos de caminhões, carros e ônibus e limpeza industrial. O sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser aplicado também em sistemas de ar-condicionado e de controle de incêndio.

Diversos estudos apresentam o potencial de economia da água potável utilizando-se de água pluvial (HERRMANN; SCHMIDA, 1999; FEWKES, 1999; MARINOSKI *et al.*, 2004). Em um destes

estudos, realizado em edificações residenciais e multi-familiares de 62 cidades de Santa Catarina, o potencial de economia médio da água potável calculado foi de 69,0%, variando de 34,0% a 92,0%, dependendo da demanda de água potável. Para Florianópolis, este potencial foi de 27,0% (em junho) a 73,0% (em fevereiro) (GHISI *et al.*, 2006). Em outro trabalho, Ghisi e Oliveira (2005) avaliaram o potencial de redução do consumo de água, em duas residências da Palhoça-SC (grande Florianópolis), utilizando água da chuva, águas cinzas e os dois sistemas combinados. Os resultados apontam um potencial de redução do consumo de água potável variando entre 25,6% e 36,4%. Uma análise econômica também foi realizada para avaliar os benefícios de se utilizar estas duas técnicas juntas ou separadamente e os três sistemas investigados não foram considerados viáveis economicamente, uma vez que o período de retorno estimado foi alto (a reutilização de águas cinzas, que se mostrou o sistema mais efetivo, teve período de retorno estimado em 17 anos e 8 meses). Além disso, a economia de água potável em uma das residências não traria economia financeira para os moradores, uma vez que o consumo era inferior a 10m³/mês, que é a tarifa mínima cobrada pela concessionária.

Apesar das vantagens apontadas para a utilização da água da chuva em edificações, Campos e Amorin (2004) apontam alguns paradigmas que ainda pairam sobre o uso de água pluvial: **1)** falta de conhecimento do sistema e divulgação dos conhecimentos no meio técnico e na sociedade; **2)** receio sobre a qualidade da água pluvial; **3)** custo de implantação. Marinoski *et al.* (2004) acrescentam que um dos grandes obstáculos do aproveitamento da água da chuva está diretamente relacionado ao clima, considerando a distribuição e o volume das chuvas durante o ano muito importantes para a armazenagem da água, influenciando na capacidade dos reservatórios. Os autores adicionam que estimar o volume de reservatórios para água da chuva é um processo que apresenta incertezas, pois depende em muito da disponibilidade e confiabilidade dos dados de precipitação e consumo. Além disso, fatores como custo de construção e ocupação do terreno devem ser levados em consideração.

4.2.2 Reúso de águas

Uma outra alternativa que propicia economia de água tratada é o reaproveitamento de águas cinzas, provenientes do chuveiro, lavatórios, máquinas de lavar roupa e tanques. O reúso da água busca principalmente evitar o consumo de água potável em procedimentos onde seu uso é totalmente dispensável, como em descargas de bacias sanitárias, lavagem de pisos, irrigação de jardins, entre outros. As águas negras, originárias de efluentes com resíduos de bacias sanitárias, também têm potencial de reaproveitamento mas só devem ser utilizadas novamente após tratamento para garantia da segurança sanitária (HESPANHOL, 2003).

A configuração básica de um sistema de utilização de água cinza seria o sistema de coleta de água servida, do subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e condutores), da unidade de tratamento da água (gradeamento, decantação, filtro e desinfecção) e do reservatório de acumulação. Pode ainda ser necessário um sistema de recalque, o reservatório superior e a rede de distribuição (SANTOS, 2002).

Em um estudo realizado em dez edifícios públicos de Florianópolis para identificar os usos finais de água, Kammers e Ghisi (2005) identificaram um maior consumo de água em bacias sanitárias e mictórios. Os usos finais na bacia sanitária variaram de 23,0% a 78,8% e nos oito edifícios que possuem mictório o uso médio foi de 30,6%. A média dos usos que não requerem água potável (bacia sanitária, mictório, limpeza, etc) para os dez edifícios foi de 77,0%, indicando a possibilidade de utilização de água pluvial ou reúso de águas cinzas nos edifícios.

4.2.3 Aparelhos economizadores de água

Dentre as opções para gestão dos recursos hídricos em uma edificação, a inclusão de aparelhos que gastam menos água que os convencionais vêm se difundindo nos projetos de sistemas prediais.

PNCDA (1999) identifica como tecnologias economizadoras de água as bacias sanitárias de volume reduzido, cujo consumo de água é significativamente inferior aos usuais (sistema a vácuo, sistema dual); torneiras (acionadas por sensor infravermelho, com tempo de fluxo determinado), arejadores, pulverizadores e registros reguladores de vazão, utilizados em lavatórios e pias de cozinha (peças com controle de vazão e melhor distribuição de água); chuveiros restritores de vazão e mictórios (válvulas com temporizador de descarga). Dentre elas, a bacia sanitária de volume reduzido assume fundamental

importância e desde 2002 somente bacias sanitárias com volume de descarga máximo de 6,8 litros vêm sendo fabricadas no Brasil, em função de um acordo setorial contemplado no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (SILVA *et al.*, 2004).

Em Florianópolis foi aprovada uma lei sobre a utilização de aparelhos e dispositivos hidráulicos visando reduzir o consumo de água em edifícios públicos do estado de Santa Catarina (LEI 012, 2003)

4.2.4 Separação do esgoto

A separação sanitária significa manter o fluxo de fezes, urina e águas cinzas separadas com o objetivo de um tratamento e disposição diferentes para cada um, e até o tratamento local das águas cinzas (ROGERS *et al.*, 2004).

4.3 Como as ferramentas internacionais tratam o uso da água

Silva (2003) apresenta uma re-categorização dos itens avaliados nas diferentes ferramentas segundo uma mesma base de categorias de avaliação e mostra que a distribuição dos créditos destinados à gestão da água varia de 4,0% (GBTool) a 9,1% (CASBEE) do total de créditos atribuídos aos itens ambientais. O *Green Star*, ferramenta não incluída na análise de Silva (2003), é a ferramenta analisada neste trabalho que mais dedica créditos à gestão do uso da água, destinando mais de 10,0%. Além das ferramentas analisadas, foi identificado um projeto para avaliação ambiental de edificações chilenas que mais dedica créditos à gestão do uso da água, variando de 15% a 20%, dependendo da região geográfica apresentar maior ou menor escassez deste recurso (MARTINEZ *et al.*, 2004).

Analisando os requisitos constantes nas diferentes ferramentas, pôde-se perceber que as exigências são recorrentes e, portanto, optou-se por apresentá-las agrupadas. Os créditos são atribuídos quando a edificação atende às seguintes exigências:

- utilização de componentes economizadores de água;
- redução de 50% a 90% do consumo de água potável para irrigação de jardins por meio de tecnologias eficientes de irrigação, uso de água da chuva ou água reutilizada. Um ponto adicional é concedido se for demonstrado que apenas água da chuva ou de reúso for utilizada para irrigação, ou que não há sistema de irrigação permanente instalado;
- redução do consumo de água potável previsto para usos sanitários por meio da utilização de águas cinzas e/ou águas negras (reúso) ou sistemas coletores de água da chuva;
- redução do consumo da água na torre de resfriamento por meio do uso eficiente, ou da não utilização de sistemas evaporativos ou torres de resfriamento de água;
- redução do uso de água potável provida pelo município para tratamento do esgoto (em pelo menos 50%) utilizando tecnologias inovadoras de tratamento, ou tratamento de 100% da água residual no local;
- uso de estratégias para utilização de 20% a 30% menos água do que o calculado para a edificação (não incluindo irrigação) comparado com os parâmetros de desempenho fixados pelo *Energy Police Act*²;
- consumo de água de 1,5 m³ (mais pontos são atribuídos) a 5,5 m³ por pessoa por ano;
- medição e verificação de desempenho por meio da instalação de equipamentos de medição do consumo de água para todos os principais usos (consumo interno e sistemas de irrigação);
- monitoramento do desempenho ligado ao gerenciamento do edifício para prover um sistema de detecção de vazamentos;
- demonstração de que há armazenamento temporário de água suficiente para sistemas de combate a incêndio;
- implementação de um plano e sistema de gestão da água da chuva;
- controle da poluição de cursos d'água pelo tratamento ou filtragem de toda a água que escoar do terreno.

4.4 Discussões para o contexto brasileiro

² O *Energy Police Act*, de 1992, é uma promulgação do governo dos Estados Unidos que fixa limites de consumo de água e energia em equipamentos de edificações comerciais, institucionais e residenciais (USGBC, 2003).

Com base nos requisitos levantados nas análises das ferramentas para avaliação ambiental de edifícios foi realizada uma discussão da pertinência da utilização de tais requisitos para o contexto brasileiro. Esta discussão levou em consideração as etapas de projeto, execução e ocupação da edificação, identificando-se que as estratégias para atendimento da maioria dos requisitos devem ser levadas em consideração desde as fases preliminares do projeto para que possa trazer os benefícios pretendidos ao longo da vida útil da edificação.

Identificou-se que a utilização de equipamentos economizadores de água já vem se tornando prática nas novas edificações comerciais e deve continuar a ser estimulada como forma de redução do consumo de água potável. Como segunda alternativa para a redução deste consumo, a utilização de águas cinzas e água da chuva é considerada viável, tanto para utilização nos usos não potáveis da edificação quanto nas torres de resfriamento e na irrigação (apesar de não se identificar como prática comum a irrigação de jardins em edifícios comerciais brasileiros). Entretanto, a porcentagem exigida de redução do consumo deve ser cuidadosamente definida para incentivar a adoção de tais técnicas começando de um nível de exigência menor do que nos países onde as metodologias já são consagradas. Destaca-se apenas que, apesar da literatura indicar um grande potencial de redução do consumo da água potável por meio da utilização destas alternativas em edifícios residenciais, hotéis e edifícios públicos, não foram encontrados na bibliografia estudos referentes a edifícios de escritórios.

A redução do fluxo de esgoto por meio da utilização de sistemas inovadores de tratamento também é considerada viável.

A instalação de equipamentos de medição e monitoramento aos aparelhos de usos principais de água é considerada inviável em um primeiro momento. Incentiva-se, entretanto, a medição individual do consumo de água em cada sala.

A implementação de um sistema de gestão da água da chuva para uso em bacias sanitárias, mictórios, atividades de limpeza, torres de resfriamento e outros usos que não requerem necessariamente água potável é importante pois, além de influenciar diretamente na redução do consumo, ajuda a evitar o carreamento e infiltração de poluentes nos cursos d'água e ajuda a controlar as enchentes.

Considerando a realidade brasileira, destaca-se como critério a ser incluído durante a etapa de execução da edificação o incentivo ao uso de materiais “secos”, estimulando, desta forma, a redução do consumo de água potável durante esta etapa. Durante a etapa de operação e manutenção da edificação (após a ocupação), identifica-se como critérios a serem incluídos: **1)** assegurar que, na necessidade de troca de algum equipamento, sejam utilizados novamente equipamentos economizadores de água; **2)** existência de equipes de manutenção dos sistemas, principalmente dos filtros do sistema coletor da água da chuva e da qualidade da água de reúso tratada. Sem este comprometimento, as iniciativas acima descritas podem não atender aos propósitos a que foram desenvolvidas; **3)** inspecionar periodicamente as salas para detectar possíveis vazamentos de água; **4)** planos de conscientização dos usuários da edificação para redução do consumo de água, visto que mesmo a edificação mais sustentável pode não ter o desempenho pretendido se os usuários tiverem maus hábitos de consumo. Uma alternativa possível seria a determinação de metas de consumo máximo *per capita* e o acompanhamento da evolução deste consumo; **5)** incentivos fiscais como o Programa de Incentivo à Redução do Consumo de Água, anunciado pelo governador do estado de São Paulo em 10 de março de 2004. Este programa prevê um prêmio de 20% de desconto no valor final das contas de água, aos clientes que atingirem uma redução de 20% em suas médias de consumo de água.

5. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou os requisitos considerados por diferentes ferramentas internacionais para a avaliação ambiental de edificações comerciais, centrando as discussões na gestão do uso da água.

Após a análise dos requisitos identificados foi realizada uma discussão da pertinência da sua utilização, considerando o uso da água nas etapas de projeto, execução e ocupação da edificação. Correlacionando-os ao contexto brasileiro, as principais estratégias que devem ser levadas em consideração na elaboração de um sistema de gestão do uso da água foram identificadas, visando o controle do desperdício (referente à água utilizada sem que desta se obtenha nenhum benefício relativo

à sua função) e a redução do volume consumido (envolvendo parâmetros de projeto e conscientização dos usuários). Dentre elas pode-se destacar: **1)** incentivo à economia de água potável por meio da adoção de sistemas econômicos de captação, armazenamento e distribuição, utilização de água de chuvas e reúso de águas em locais que não requerem necessariamente água potável; **2)** incentivo à utilização de técnicas e materiais “secos”; **3)** uso de aparelhos economizadores de água; **4)** gestão das águas pluviais (infiltração, permeabilidade natural) e dos efluentes líquidos; **5)** incentivo à adoção de medição individualizada; **6)** detecção e controle de perdas de água no sistema predial; **7)** conscientização do usuário para não desperdiçar água; e **8)** incentivos fiscais para a redução do consumo de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOPYAN, V. Prefácio da versão em língua portuguesa. **Agenda 21 para a construção sustentável**. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. Tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; Ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. São Paulo: 2000. 131p.
- BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. **BREEAM offices 2005: Core Prediction Checklist Assessment Criteria**. Disponível em: <http://www.breeam.org/offices.html> Acessado em: 23/02/05.
- CAMPOS, M. A. S.; AMORIM, S. V. **Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multifamiliar no município de São Carlos**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 18-21 julho 2004, São Paulo.
- DECRETO 23.940 – Retenção de águas pluviais em reservatórios para o combate a inundações. Rio de Janeiro, 30 de janeiro de 2004.
- FEWKES, A. *The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system*. **Building and Environment**, 1999; 34(6); 765-772.
- FOLIENTE, G.; SEO, S.; TUCKER, S. **Guide to Environmental Design and Assessment Tools**. 2004. PeBBu Thematic Network. Disponível em <http://www.auspebbu.org/> Acessado em: 24/05/2005, 15:43.
- GHISI, E.; MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. *Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil*. **Building and Environment**, 2006; 41(2); 204-210.
- GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. **Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil**. Artigo aceito na *Building and Environment* em 2005. Aguardando publicação.
- GIBBERD, J. **The Sustainable Building Assessment Tool assessing how buildings can support sustainability in developing countries**. In: Built Environment Professions Convention. 1–3 May 2002, Johannesburg, South Africa. Disponível em: www.civils.org.za/bepc/jgibberd.pdf Acessado em: 18/08/04.
- GREEN BUILDING CHALLENGE. **GBC Green Building Tool 2005**. Disponível em: <http://greenbuilding.ca/iisbe/gbc2k2/gbc2k2-start.htm> Acessado em: 23/02/05.
- GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA - GBCAUS. **Green Star Office Design. v2**. Disponível em: <http://www.gbcaus.org/> Acessado em: 23/02/05.
- HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. *Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects*. **Urban Water**, 1999; 1(4); 307-316.
- HESPAÑOL, I. **Potencial de Reúso de Água no Brasil-Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. Disponível: http://www.aguaboliviana.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_verde/TC-158.htm Acesso em: 12/09/05
- JSBC JAPAN. **COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY – CASBEE**. Disponível em: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/CASBEE_E.htm Acessado em: 24/05/05.
- KAMMERS, P. C.; GHISI, E. **Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis-SC**. Artigo aceito na *Ambiente Construído* em 2005. Aguardando publicação.
- LEI 012 – **Utilização de aparelhos e dispositivos hidráulicos para a redução do consumo de água**. Florianópolis, 2003.
- LEI 10.875 – **Promoção do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA)**. Curitiba, 18 de setembro de 2003.
- LEI 13.276 – **Criação de Reservatórios para a acumulação de águas Pluviais**. São Paulo, 15 de março de 2002.
- LEMONS, A. M. **O século 21 e a crise da água**. Instituto Brasil PNUMA; Comitê brasileiro do programa das nações unidas para o meio ambiente. 2003. Disponível em: http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireitodebeber_1.htm Acesso em: 12/09/2005.

MARINOSKI, D. L.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. **Aproveitamento de água pluvial e dimensionamento de reservatório para fins não potáveis: estudo de caso em um conjunto residencial localizado em Florianópolis-SC.** In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 18-21 julho 2004, São Paulo.

MARTINEZ, P.; OSSES, P.; IBACETA, C. **Modelo de evaluación de la sustentabilidad de la construccion en chile.** In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 18-21 julho 2004, São Paulo.

NATIONAL AUSTRALIAN BUILT ENVIRONMENT RATING SYSTEM – NABERS. Disponível em: <http://www.deh.gov.au/settlements/industry/construction/nabers/> Acessado em: 20/02/05.

PNCDA - PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA. http://www.cidades.gov.br/pncda/Dtas/Arg/DTA_F1.pdf Brasília, 1999. Acessado em: 19/05/2005.

ROGERS, P.; SILVA, R.; BHATIA, R. Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability. **Water Policy** 4 (2002) 1–17.

SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.2, n.4, p. 7-18, out/dez/2002

SILVA, L. O. B.; SOUZA, M. A. A.; ALLAM, N. J. **Uma proposta de reúso de água em condomínios verticais em Brasília-DF.** In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 18-21 julho 2004, São Paulo.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. 210p.

TOMAZ, P. **Economia de água:** para empresas e residências. 2º Ed. São Paulo: Navegar, 2001. 112p.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. **GEO3 - Global Environment Outlook 3. Past, present e future perspectives.** 2002.

USGBC – UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED-NC construction project statistic.** October, 2004. <https://www.usgbc.org/LEED> Acessado em: 25/03/2005.