



GESTÃO DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS DO SETOR DE SERVIÇOS SEGUNDO O REFERENCIAL TÉCNICO FRANCÊS - HQE

Lúcia Helena de Oliveira (1); Orestes M. Gonçalves (2)

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: lucia.oliveira@poli.usp.br

(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: orestes.goncalves@poli.usp.br

RESUMO

Os edifícios consomem recursos naturais e geram resíduos sólidos, líquidos e gasosos que causam impactos no meio ambiente nas fases de execução, uso e operação e demolição. Considerando-se que o desempenho ambiental de uma construção envolve tanto aspectos de gestão ambiental como de natureza arquitetônica e técnica, o referencial francês HQE é estruturado em dois instrumentos: o referencial do sistema de gestão do empreendimento (SGE), para avaliar a gestão ambiental implementada e o referencial da qualidade ambiental do edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção. A qualidade ambiental do edifício é organizada em 14 categorias, sendo uma delas a gestão da água. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar as diretrizes de avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços na categoria gestão da água, segundo o referencial francês HQE e discuti-las no âmbito da realidade brasileira. A metodologia utilizada foi uma avaliação do referencial francês HQE, para edifícios do setor de serviços – escritórios e edifícios escolares, tendo-se em vista o processo de concepção, projeto, execução, uso e operação e manutenção dessas tipologias de edifício no Brasil. Os resultados obtidos permitiram verificar que os edifícios de escritórios terão maiores interferências na limitação de vazões de utilização e na gestão de infiltração de água pluviais quando submetidos ao Referencial Francês HQE. Esses resultados podem contribuir para um maior esclarecimento de pesquisadores e profissionais que atuam na gestão de sistemas prediais hidráulicos e sanitários, tendo-se em vista os diferentes sistemas de avaliação de sustentabilidade que estão sendo implementados no mercado nacional.

Palavras-chave: gestão da água; referencial técnico francês; sustentabilidade; edifício de escritórios e escolares.

ABSTRACT

The natural resources consumption and the solid, liquid and gaseous residues generated cause impacts in the environment in the different phases: construction, use and operation and demolition. Considering that the environmental performance of a building depends on many aspects of the environment management process and the architectural and applied technique characteristics, the French HQE referential is organized in two instruments: the referential of the management system of the enterprise (SGE), to evaluate the environment management implemented and the referential of the environment quality of the building (QAE), to evaluate the performance of the architectural design and techniques characteristics of the building. The building environment quality is organized in 14 categories, including the water management. This paper presents the guidelines of assessment system for office and scholarship buildings in the category water management, according to the French HQE Referential, and discusses its scope in the Brazilian context. When applied in office building typologies, the HQE methodology implies in the limitation of the water flow rates and in the management of storm water infiltration. The observed results can contribute for a better understanding of the water management, considering the application of different environmental assessment systems available in the Brazilian market.

Keywords: water management; French technical referential; building sustainability; office and scholarship building.

1 INTRODUÇÃO

Em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios o uso da água é responsável por significativa parcela do impacto sobre o meio-ambiente. As perdas de água nos sistemas prediais devido à má qualidade de materiais, de componentes e de procedimentos inadequados quando de sua utilização, resultam em maiores volumes de consumo, de esgoto e de insumos necessários para o tratamento tanto de água como de esgoto. Ressaltam-se, ainda, os impactos ambientais gerados pela redução da área de permeabilidade do solo quando da implantação dos edifícios, situação que coloca em risco a população, em função da maior probabilidade de enchentes devido à redução de áreas para a infiltração da água pluvial resultando em freqüentes danos materiais e humanos.

No Brasil, verifica-se um movimento da sociedade em busca da aplicação do conceito de sustentabilidade em diversos setores e, em especial, no setor da construção civil. Como o sistema brasileiro de avaliação da sustentabilidade ainda não está disponível, vários empreendimentos têm sido avaliados por meio de outros sistemas internacionais. O método de avaliação de sustentabilidade ambiental mais utilizado no Brasil tem sido o americano, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Mais recentemente, o método francês de avaliação de sustentabilidade ambiental, Referencial Técnico de Certificação para edifícios do setor de serviços – Démarche HQE para escritório e edifícios escolares, foi adaptado para a realidade brasileira no âmbito de um convênio de cooperação entre o Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP e a Fundação Vanzolini.

Segundo Silva (2006), o método de avaliação de sustentabilidade ambiental LEED é provavelmente o método disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação na prática profissional. Além disso, apresenta estrutura simples e concede créditos para o atendimento a critérios pré-estabelecidos. O sistema HQE, por sua vez, apresenta preocupações associadas a indicadores e a critérios.

Considerando-se que o método francês HQE apresenta melhores resultados do ponto de vista de sustentabilidade, apresentam-se neste artigo as diretrizes de avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços na categoria “gestão da água”, do referido método, e uma discussão no âmbito da realidade brasileira.

1.1 Princípios do Referencial Técnico de Certificação HQE para edifícios do setor de serviços

Segundo o Referencial Técnico de Certificação HQE (FCAV, 2007) a obtenção do desempenho ambiental de uma construção envolve tanto a gestão ambiental como a natureza arquitetônica e técnica do edifício. Esta é a razão pela qual o referencial técnico de certificação francês estrutura-se em dois instrumentos permitindo avaliar o desempenho alcançado com relação aos dois elementos que estruturam esta certificação:

- o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor;
- o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

A implementação do Sistema de Gestão do Empreendimento permite definir a Qualidade Ambiental desejada para o edifício e organizar o empreendimento para atingi-la, ao mesmo tempo em que permite controlar o conjunto dos processos operacionais relacionados às fases de programação, concepção e execução da obra. A Qualidade Ambiental do Edifício - QAE estrutura-se em 14 categorias, que são agrupadas em quatro famílias, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Famílias e categorias da Qualidade Ambiental do Edifício – QAE (FCAV, 2007).

Família	Categoria
Eco-construção	1. Relação do edifício com o seu entorno
	2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
	3. Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Gestão	4. Gestão da energia
	5. Gestão da água
	6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
	7. Manutenção - Permanência do desempenho ambiental
Conforto	8. Conforto higrotérmico
	9. Conforto acústico
	10. Conforto visual
	11. Conforto olfativo
Saúde	12. Qualidade sanitária dos ambientes
	13. Qualidade sanitária do ar
	14. Qualidade sanitária da água

Neste trabalho será discutida a categoria 5 – Gestão da água. Ressalta-se, também, a relevância da categoria 14 – Qualidade sanitária da água para os sistemas prediais hidráulicos. Nesta categoria são considerados os principais fatores que contribuem para reduzir o risco sanitário para os usuários de um edifício: qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas, organização e proteção das redes internas, controle e temperatura na rede interna e controle dos tratamentos anti-corrosivos e anti-incrustações.

1.2 Como aplicar o Referencial Técnico de Certificação HQE

O referencial técnico do setor de serviços HQE permite avaliar empreendimentos novos ou que tenham sido reabilitados de forma significativa, composto em sua maioria por edifícios de escritórios ou edifícios escolares. As fases contempladas pelo Referencial Técnico Francês adaptado para o Brasil são: a programação, a concepção e a execução.

A fase de uso e operação da construção não é contemplada pelo Referencial adaptado para o Brasil, porque está sendo desenvolvida pelo Certificador francês. No entanto, o Referencial adaptado para o Brasil traz elementos que facilitam a efetiva obtenção dos desempenhos ambientais de uma construção após a sua entrega.

1.3 Níveis de desempenho associados às categorias de QAE

A Qualidade Ambiental do Edifício - QAE é expressa em 14 categorias, apresentadas na Tabela 1, e representa os desafios ambientais de um empreendimento novo ou reabilitado. O desempenho associado às categorias de QAE é expresso segundo três níveis:

- **Bom:** nível correspondente ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento HQE. Isso pode corresponder à regulamentação se esta é suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento ou, na ausência desta, à prática corrente.
- **Superior:** nível correspondente ao das boas práticas.
- **Excelente:** nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de elevada qualidade ambiental, mas assegurando que estes possam ser atingíveis.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar as diretrizes de avaliação da sustentabilidade de edifícios do setor de serviços - escritórios e estabelecimento de ensino, na categoria gestão da água, segundo o Referencial Técnico Francês HQE adaptado para o Brasil e discuti-las no âmbito da realidade brasileira.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi uma avaliação do Referencial Técnico Francês HQE, adaptado para o Brasil e destinado a edifícios do setor de serviços - escritórios e estabelecimento de ensino, do ponto de vista do processo de concepção, projeto, execução, uso e operação e manutenção dessas tipologias de edifício no Brasil. Apresentam-se a seguir o processo de avaliação da categoria gestão da água, que também interage com várias outras categorias do Referencial que não são aqui abordadas como, por exemplo, “Relação do edifício com o seu entorno”.

4 GESTÃO DA ÁGUA

Segundo o Referencial HQE, adaptado para o Brasil (FCAV, 2007), gerenciar o uso da água de forma ambientalmente correta em um edifício significa estar atento aos seguintes aspectos:

- suprimento de água potável;
- gestão de águas pluviais no terreno;
- esgotamento sanitário.

No que se refere ao suprimento de água potável tem-se como desafio ambiental a redução do consumo de água e, para tanto, são necessárias basicamente duas ações: a exploração racional dos recursos disponíveis e a otimização da quantidade de água consumida para os diferentes usos.

A gestão de águas pluviais no terreno, apesar de ser uma ação em escala micro-urbana, visa limitar o escoamento de forma a prevenir o risco de inundação e reduzir a poluição difusa.

Em termos de tratamento do esgoto proveniente de um empreendimento são consideradas duas situações: uma em que o sistema é ligado à rede pública de esgoto sanitário e, neste caso, um eventual pré-tratamento pode ser realizado antes de seu lançamento ao sistema público ou outra em que o sistema pode apresentar tratamento individualizado. Para este caso o Referencial HQE adaptado para o Brasil (2007) recomenda a NBR 13969 (ABNT, 1997), que indica faixas prováveis de remoção dos poluentes conforme o tipo de tratamento.

Apesar da otimização do tratamento de esgoto ser um tema questionável para os edifícios do setor de serviços, por falta de critérios concretos de avaliação, este aspecto não é abordado nesta versão do Referencial HQE adaptado para o Brasil.

4.1 Redução do consumo de água

A redução do consumo de água potável em edifício, preconizada pelo Referencial HQE adaptado para o Brasil, pode ocorrer de quatro formas, conforme descritas a seguir.

- Limitar seu uso apenas para alimentação: bebida, preparação de alimentos, lavagem de louça e higienização corporal (lavatório, chuveiro, banheira, lavagem de roupa). Os “outros” tipos de uso considerados são: evacuação de excrementos, lavagem de pisos e de veículos, irrigação de horta e água de piscina.
- Instalar componentes economizadores de água.
- Sensibilizar os usuários para as práticas de conservação de água, pois as ações de sensibilização podem atuar na frequência de utilização e no uso adequado dos componentes economizadores, que deve ser abordado pelo Manual de uso e operação do edifício.
- Verificar os consumos de água a fim de limitar os desperdícios e os vazamentos, por meio de equipamentos que permitam assegurar este acompanhamento na fase de uso e operação.

A avaliação e o desempenho da subcategoria “redução do consumo de água” estão apresentados nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – Avaliação da subcategoria “Redução do consumo de água” (FCAV, 2007).

Preocupação	Indicador	Critério de avaliação	
		Título	Nível
Limitar as vazões de utilização	Redutores de pressão (caso a pressão seja superior a 300 kPa)	Presença de redutores de pressão (caso a pressão seja maior que 300 kPa)	B
Otimizar o consumo de água potável	Soluções economizadoras de água	Presença de sistemas economizadores ⁽¹⁾	S
		Presença de sistemas economizadores que assegurem um percentual de redução do consumo de água potável justificado ⁽²⁾	E
Limitar o uso de água potável	Medidas adotadas para limitar o uso de água potável	Emprego de água não potável para os usos que não necessitem das características de potabilidade ⁽³⁾	E

(1) Identificar as atividades consumidoras e os pontos de utilização de água potável, com suas respectivas atividades de conservação e manutenção, e instalar equipamentos economizadores de água.

(2) Calcular o consumo de água, a partir de referências bibliográficas para a mesma tipologia de edifício, considerando um sistema convencional, ou seja, sem a consideração de economia de água e calcular os consumos anuais totais de cada equipamento e depois o consumo anual do sistema; analisar os consumos anuais de cada ponto de utilização, verificar os pontos críticos e aqueles onde será possível obter maior impacto de redução; escolher as soluções economizadoras mais adequadas, incluindo o uso de água não potável e definir o percentual de redução do consumo esperado por equipamento ou sistema com justificativa técnica de cada equipamento e, por fim, calcular o consumo de água potável considerando as ações implementadas.

(3) Caso o projeto não considere o uso de água não potável para os “outros” tipos de usos, o nível E pode ser atingido caso sejam feitas justificativas conforme apresentadas no Referencial Técnico HQE adaptado para o Brasil.

Quadro 2 - Desempenho da subcategoria “Redução do consumo de água” (FCAV, 2007).

Subcategoria	Preocupações								
	Limitar as vazões de utilização			Otimizar o consumo de água potável			Limitar o uso de água potável		
	B	S	E	B	S	E	B	S	E
B									
S									
E									

Assim, de acordo com o Quadro 2, para obter nível excelente (E) na subcategoria redução do consumo de água, o empreendimento deve atingir **B** na preocupação “limitar as vazões”; **E** na preocupação “otimizar o consumo de água potável” e **E** na preocupação “limitar o uso de água potável”.

4.2 Otimização da gestão de águas pluviais

Nesta subcategoria, o objetivo é avaliar o desempenho dos sistemas considerados para gerir as águas pluviais. Na área de implantação do empreendimento, a gestão de águas pluviais consiste em limitar as vazões de escoamento para prevenir o risco de inundação nas zonas críticas e reduzir a poluição difusa. Para otimizar as opções de implantação, o empreendedor pode intervir em três parâmetros:

- a **retenção**: reter a água após a chuva a fim de assegurar um escoamento controlado no meio natural ou no sistema de drenagem;
- a **infiltração**: favorecer a percolação de águas pluviais nos solos a fim de manter tanto quanto possível o ciclo da água;

- o **tratamento**: recuperar as águas que escoaram sobre superfícies com risco de poluição (estacionamento, zonas de circulação de veículos etc.) e tratá-las em função da sua natureza antes do descarte.

A avaliação e o desempenho da subcategoria “otimização da gestão de águas pluviais” estão apresentados nos Quadros 3 e 4, respectivamente.

Quadro 3 – Avaliação da subcategoria “Otimização da gestão de águas pluviais” (FCAV, 2007).

Preocupação	Indicador	Critério de avaliação	
		Título	Nível
Gestão da retenção	Vazão de escoamento após a implantação do sistema projetado ^{(1) (2)}	Inferior ou igual à vazão inicial	B
		Inferior ou igual à vazão inicial e Inferior à vazão de escoamento que corresponde a uma impermeabilização de 65% da superfície do terreno	E
Gestão da infiltração	Coeficiente de impermeabilização após a implantação do sistema projetado ^{(3) (4)}	70% a 80%	B
		60% a 70%	S
		< 60%	E
	Para os locais fortemente urbanizados: percentagem de melhoria do coeficiente de impermeabilização do estado existente ⁽²⁾	< 2%	B
		2% a 10%	S
Gestão de águas de escoamento poluídas	Recuperação e tratamento de águas de escoamento poluídas	> 10%	E
		Medidas tomadas para recuperar as águas de escoamento potencialmente poluídas e para tratá-las antes do descarte em função da sua natureza ⁽⁵⁾	B

(1) (2) (3) (4) O referencial apresenta sugestões de cálculo da vazão de escoamento e de coeficiente de impermeabilização.

(5) Distinguem-se quatro tipos de superfícies sobre as quais as águas podem escoar: superfícies gramadas; superfícies não gramadas tendo um coeficiente de impermeabilização baixo; superfícies impermeáveis sem poluição significativa (telhado convencional); vias e áreas contendo atividades poluidoras (estacionamento, zonas de circulação de veículos, etc.).

As águas que escoam sobre este último tipo de superfície devem ser obrigatoriamente recuperadas (armazenamento em bacia de retenção) e tratadas de acordo com a sua natureza (gradeamento, separador de óleo, filtros de areia).

Quadro 4 - Desempenho da subcategoria “Otimização da gestão de águas pluviais” (FCAV, 2007).

Subcategoria	Preocupações								
	Gestão da retenção			Gestão da infiltração			Gestão de águas de escoamento poluídas		
	B	S	E	B	S	E	B	S	E
B									
S									
E									

Assim, de acordo com o Quadro 4, para obter nível excelente (E) na subcategoria otimização da gestão de águas pluviais, o empreendimento dever atingir **E** na preocupação “gestão da retenção”; **E** na preocupação “gestão da infiltração” e **B** na preocupação “gestão de águas de escoamento poluídas”. A avaliação do desempenho da categoria água é feita com a utilização do Quadro 5.

Quadro 5 - Desempenho da categoria “Água” (FCAV, 2007).

Categoria “Água”	Subcategorias					
	Redução do consumo de água			Otimização da gestão de águas pluviais		
	B	S	E	B	S	E
B						
S						
E						

Assim, de acordo com o Quadro 5, para obter nível excelente (E) na categoria “Água”, o empreendimento tem duas alternativas: obter o nível S na subcategoria “redução do consumo de água” e E na subcategoria “otimização da gestão de águas pluviais” ou E na subcategoria “redução do consumo de água” e S na subcategoria “otimização da gestão de águas pluviais”.

5 AVALIAÇÃO REFERENCIAL HQE NO ÂMBITO DA REALIDADE BRASILEIRA

Neste item é apresentada uma avaliação crítica da categoria “gestão da água” e, em particular, das prováveis dificuldades a serem encontradas para que os empreendimentos atendam os critérios de avaliação.

5.1 Gestão da água

A gestão da água já vem sendo realizada no Brasil há alguns anos conforme trabalhos apresentados em GONÇALVES *et al.* (2004); YASHIMA (2005); SILVA *et al.* (2006); entre outros. No entanto, observa-se muitas vezes que a gestão é considerada como a somatória de implementação de componentes economizadores de água sem uma prévia avaliação do potencial de impacto de redução propiciado por determinado sistema ou componente utilizado para uma determinada atividade.

Outros trabalhos relacionados à otimização de águas pluviais podem também contribuir para subsidiar o atendimento a esta subcategoria dentre eles: PAULA e OLIVEIRA (2005); HERNANDES (2006); REIS *et al.* (2006).

5.1.1 Redução do consumo de água

Nesta subcategoria, conforme apresentado nos Quadros 1 e 2, são apresentadas três preocupações:

- limitar as vazões de utilização;
- otimizar o consumo de água potável;
- limitar o uso de água potável.

Na primeira preocupação “limitar as vazões de utilização”, o indicador são os redutores de pressão para os casos em que esta for superior a 300 kPa. Considerando-se que a recomendação da NBR 5626 (ABNT, 1998) é de pressão estática máxima de 400 kPa, os projetos deverão ser mais criteriosos quanto ao item pressão hidráulica para atingirem o nível B, correspondente ao desempenho mínimo.

Assim, as zonas de pressão deverão ser limitadas a 300 kPa, o que implica em maior investimento em válvulas redutoras de pressão, porém resultando em uma redução de vazão de cerca de 13%. Isto pode ser evidenciado por meio da eq.1, quando da redução da pressão de 400 kPa para 300 kPa.

$$Q = k \cdot P^{1/2} \quad (\text{eq. 1})$$

Q – vazão, expressa em L/s;

k – coeficiente de perda de carga;

P – pressão na seção considerada, expressa em kPa.

Tendo-se em vista que, em geral, os edifícios escolares são bem mais baixos que os edifícios de escritórios, esta preocupação influenciará muito mais os edifícios de escritórios.

Na segunda preocupação “otimizar o consumo de água potável” pode-se obter o desempenho superior (S), identificando as atividades consumidoras e os pontos de utilização de água potável, com suas respectivas atividades de conservação e manutenção, e instalando equipamentos economizadores de água tais como: bacia sanitária com sistema de descarga dual (3/6L), torneiras hidromecânicas ou eletrônicas, registros reguladores de vazão, arejadores. Estes componentes já vêm sendo considerados em edifícios brasileiros, principalmente em edifícios de escritórios e escolares e, portanto, não há nenhuma dificuldade para a obtenção do nível **S** desta preocupação.

Para o atendimento do nível excelente (E), exige-se não somente a instalação de equipamentos economizadores de água, mas também uma avaliação analítica do impacto a ser obtido quando da utilização dos referidos equipamentos e sistemas, conforme apresentado nas notas do Quadro 1. Neste item, os procedimentos recomendados solicitam uma avaliação prévia do impacto de redução, com base em algum resultado referenciado, o que permite uma avaliação econômica do investimento. Esses procedimentos asseguram ao empreendedor e aos usuários que as ações implementadas realmente contribuirão para a redução do consumo de água potável, o que é diferente de receber uma pontuação pelo fato de ter um equipamento ou sistema instalado, que muitas vezes pode não ser o mais adequado para aquela situação.

Na preocupação “limitar o uso de água potável”, pode-se obter o nível **E** quando do atendimento ao critério de avaliação “emprego de água não potável para usos que não necessitem das características de potabilidade”. Neste item, a implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial tem-se como suporte a NBR 15527 (ABNT, 2007). Ressalta-se que para a tipologia escola é usual ter edifícios com grandes áreas de cobertura, grandes áreas pavimentadas, percentual de consumo de água representativo em bacias sanitárias e grandes áreas verdes, fatores que propiciam a implantação desses sistemas.

Já os edifícios de escritórios não apresentam essas características, pois em geral são de grandes alturas, mas com pequenas áreas de cobertura, o que propicia a captação de pequenos volumes de água pluvial para suprir a demanda de várias unidades autônomas. Este fato influenciará sistemas mais complexos de maior custo.

5.1.2 Otimização da gestão de águas pluviais

Nesta subcategoria, conforme apresentado nos Quadros 3 e 4, são apresentadas três preocupações:

- gestão da retenção;
- gestão da infiltração;
- gestão de águas de escoamento poluídas.

No que diz respeito à gestão da retenção pode-se obter o nível **B**, caso a vazão de escoamento seja inferior ou igual à vazão inicial. Assim, um sistema de aproveitamento de água pluvial cumpre tanto a função de redução de consumo de água potável como a de retenção de água pluvial, liberando para o sistema de drenagem urbana somente o excedente do sistema de reservação. Para a obtenção do nível **E**, deve-se além de assegurar uma vazão de escoamento inferior ou igual à vazão inicial, garantir uma vazão de escoamento correspondente a uma impermeabilização de 65% da superfície do terreno.

Neste caso também o sistema de aproveitamento de água pluvial atende a esse requisito, desde que o volume reservado seja suficiente para que o extravasamento seja inferior a uma vazão de escoamento correspondente a uma impermeabilização de 65% da superfície do terreno.

Ressalta-se ainda, que a capacidade de retenção pode ser influenciada por meio da aplicação de telhados verdes, poços de infiltração em caso de solos impermeáveis em superfície, bacias de retenção ou tanques de recuperação.

Quanto ao cálculo da vazão de escoamento, o Referencial Técnico HQE recomenda o método racional, porém considerando um coeficiente de minoração k , para contemplar a distribuição da chuva no espaço, conforme a eq. 2, que em geral não é considerado em sistemas prediais porque as áreas utilizadas são menores, fato que aumenta a probabilidade de uma distribuição de chuva uniforme.

$$Q = C \cdot i \cdot k \cdot A \quad (\text{eq. 2})$$

Q – vazão de escoamento, expressa em L/s;

C – coeficiente de escoamento superficial;

i – intensidade pluviométrica média, expressa em L/ha.s;

k – coeficiente de minoração (permite integrar a noção de forma da superfície do terreno);

A – área de contribuição, expressa em ha.

O coeficiente k é determinado de acordo com uma lei das distribuições da chuva estudada por Frühling, que ao observar a não uniformidade da distribuição da chuva na área receptora, propôs a fórmula empírica expressa pela eq. 3. Esta fórmula, segundo Wilken (1978), indica que a intensidade da chuva se anula a uma distância de 12,5 km do centro, o que significa dizer que a chuva pode ser considerada como cobrindo uma área correspondente a um círculo de 25 km de diâmetro.

$$D = 1 - 0,009 \cdot L^{1/2} \quad (\text{eq. 3})$$

D – proporção da intensidade da precipitação a uma distância L;

L – distância do centro da chuva, expressa em m.

Para atender a eq. 3, o Referencial Francês HQE recomenda uma tabela para a determinação do coeficiente de minoração k gerado a partir da eq. 2.

Na segunda preocupação, “gestão da infiltração” uma das dificuldades é o atendimento aos coeficientes de impermeabilização após a implantação do sistema. Para a obtenção do nível E deve-se garantir coeficiente de impermeabilização inferior a 60%, praticamente inexistente nos edifícios de escritórios. Para amenizar a dificuldade desta preocupação e facilitar a obtenção do nível E, o Referencial Técnico HQE permite que a capacidade de infiltração do local seja influenciada por meio de soluções que reduzam o coeficiente de impermeabilização tais como: aumento da área verde de espaços externos, telhados verdes e aproveitamento de água pluvial seguido de infiltração total ou parcial da água dentre outras.

Por fim, para o atendimento da preocupação “gestão de águas de escoamento poluídas” é que se encontra uma das maiores dificuldades, pois deverão ser considerados sistemas de tratamento de águas pluviais efluentes de vias e áreas de atividades poluidoras tais como estacionamento, zonas de circulação de veículos entre outras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado, a avaliação do Referencial Técnico Francês HQE adaptado para o Brasil indica que para um adequado desempenho ambiental, os projetos e execução de edifícios de escritórios terão mais dificuldades nos itens relativos à limitação de vazões, devido à redução do valor de pressão estática máxima de 400 kPa para 300 KPa, não em função de atividades técnicas, mas com relação às dificuldades construtivas, uma vez que as válvulas redutoras de pressão requerem mais áreas, além de maiores custos. Este fato não ocorrerá em edifícios escolares uma vez que, em geral, são de pequenas alturas e com baixos valores de pressão hidráulica.

No que diz respeito à limitação do uso de água potável, os edifícios escolares também serão mais beneficiados, pois em geral apresentam maiores áreas de cobertura para a captação de águas pluviais, em relação aos edifícios de escritórios. Observa-se que não somente o aproveitamento de água pluvial é considerado pelo HQE, mas do ponto de vista de gestão de sistemas alternativos de água esta tem sido uma das opções mais atrativas.

Outra dificuldade é a exigência na gestão da infiltração com elevados índices de permeabilidade do solo, o que em geral não é comum, principalmente nos grandes centros urbanos. Ressalta-se ainda que o indicador para a preocupação “gestão de águas de escoamento poluídas” além de exigir grandes áreas e elevados custos para a execução de sistemas de tratamento de águas de escoamento poluídas

requerem um eficiente sistema de gestão.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626**: Instalação predial de água. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527**: água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13969**: tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERT VANZOLINI (FCAV); CERTIVÉA. **Referencial Técnico de Certificação Edifícios do setor de serviços - Démarche HQE**. Adaptação para o Brasil: versão 0 (provisória). São Paulo, 15/10/2007.

GONÇALVES, O.M. *et al.* Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio com ênfase em índices de consumo. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 13p.

HERNANDES, A.T. **Diretrizes para o gerenciamento da água pluvial nas edificações escolares municipais da cidade de Ribeirão Preto**. 2006. 308 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2006.

PAULA, H.M.; OLIVEIRA, L.O. Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade em função do tempo de detenção no reservatório. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 9, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005. 1 CD-ROM.

REIS, R.P.A.; OLIVEIRA, L.H.; SALES, M.M. Avaliação de desempenho de poços de infiltração de águas pluviais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006, 10p.

SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M. Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários. **Ambiente construído**, v.4, n.1, 2006.

SILVA, V.G. Sistemas de avaliação ambiental de edifícios: Estado atual e discussão metodológica. Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável. Estado da Arte, Projeto Finep. 2386/04. São Paulo, abril 2006. Capturado no site: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/> em 07/01/08.

WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial**. CETESB, 1978.

YASHIMA, L.A. **Avaliação do uso da água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo**. 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.