



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS¹

CASTILHO, Carolina Paula de (1); OLIVEIRA, Lúcia Helena de (2)

(1) PCC/EP/USP, e-mail: carolinacastilho@usp.br; (2) PCC/EP/USP, e-mail:
lucia.helena@usp.br

RESUMO

Diante da crise hídrica, no Brasil surgem iniciativas independentes de sistemas de água não potável instalados em edifícios residenciais e comerciais (SPANP). Estas iniciativas contam hoje com pequeno respaldo técnico normativo ou de legislação que orientem gestores, executores e profissionais sobre as práticas adequadas de implantação, gestão e monitoramento deste tipo de sistema, colocando em risco a segurança dos usuários. Assim, a avaliação de desempenho de SPANP torna-se importante ferramenta para a melhoria desses sistemas e a redução de riscos relacionados à saúde dos usuários. Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho de SPANP durante sua operação de um edifício residencial, no que se refere à concepção, execução, operação e manutenção, com base nos resultados de pesquisa obtidos em dissertação de mestrado concluída. Para tanto, foi realizado levantamento bibliográfico sobre SPANP e avaliação de desempenho e aplicada metodologia de avaliação em um edifício residencial com sistema de água não potável. Os resultados obtidos indicam que o caso apresentado é caracterizado por sistema que opera com desempenho inferior ao adequado para atender às necessidades e garantir a segurança de seus usuários.

Palavras-chave: Água não potável. Desempenho. Edifício residencial.

ABSTRACT

Given the water crisis in Brazil, it emerged independent initiatives of non-potable water systems in residential and commercial buildings. These initiatives have today little technical or legal support to guide managers, builders and professionals on appropriate deployment practices, management and monitoring of this type of system, endangering the safety of users. Thus, the evaluation of performance of non-potable water systems becomes an important tool to improve these systems and to reduce the risks related to the health of users. This article aims to evaluate the performance of non-potable water systems during operation of one residential building, as regards the design, implementation, operation and maintenance, based on research results on completed Master's thesis. Thus, it was performed bibliographical survey on non-potable water systems and performance evaluation and it was applied evaluation methodology in case study in residential building with system of non-potable water. The results indicate that the case presented is characterized by system operating with lower performance inadequate to meet the needs and ensure the safety of its users.

Keywords: Non-potable water. Performance. Residential building.

¹ CASTILHO, Carolina; OLIVEIRA, Lúcia. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial, que hoje ultrapassa o número de 7 bilhões de pessoas, tem previsão de aumentar para 9,3 a 10 bilhões no período entre 2010 e 2050, chegando à estimativa de alcançar entre 9,7 e 12,5 bilhões em 2100 (United Nations, 2014). Uma vez que este cenário de crescimento populacional caracteriza-se por uma concentração urbana, a tendência é de comprometimento cada vez maior da disponibilidade da água como recurso natural próximo a estes centros.

No estado de São Paulo, a vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água da Macrometrópole Paulista foi constatada em 2007 pelo Governo Estadual. Com crescimento populacional desta região previsto para alcançar o número de 37 milhões de pessoas até 2035, o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) constatou que seria necessário dobrar a capacidade do Sistema Cantareira e quadruplicar o Sistema Guarapiranga para atender o crescimento do consumo neste período.

Diante disso, o uso de água não potável é uma realidade. A água é um recurso natural finito e, pelo modo como a demanda sempre foi gerida, tende a se tornar cada vez mais escassa. Assim, o futuro aponta para a racionalização de seu uso e o emprego de fontes alternativas de abastecimento.

No caso dos centros urbanos e das edificações residenciais em particular, os SPANP apresentam-se como uma alternativa, desde que tomados os devidos cuidados de projeto, execução, operação e manutenção para garantir a segurança de seus usuários.

No Brasil, as iniciativas independentes de SPANP instalados em edifícios não contam com respaldo técnico normativo, diretrizes ou legislação que orientem gestores, executores e profissionais sobre as práticas adequadas de implantação, gestão e monitoramento deste tipo de sistema, colocando em risco a segurança dos usuários e o sucesso da tecnologia.

Neste sentido, este trabalho permite, por meio da avaliação durante operação de edifício residencial com SPANP, apresentar uma avaliação de desempenho de um estudo de caso na cidade de São Paulo e confirmar que a falta de capacitação técnica em todas as fases do ciclo de vida destes sistemas e, em especial no projeto, implantação, operação e manutenção, resulta em um cenário de SPANP operando com desempenho inferior ao necessário para atender às necessidades dos usuários.

2 DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO

O edifício, se entendido como um sistema, pode ser definido como um conjunto de partes interdependentes que formam um todo unitário, desempenhando determinada função. Cada parte deste sistema tem uma ou mais funções definidas, de acordo com o local onde está inserida no edifício, as relações que tem com as outras partes e o ambiente (BARROS,

2013).

2.1 Desempenho de sistemas prediais de água não potável

Dada esta relação não independente entre os elementos do conjunto, o conceito de desempenho aplicado ao sistema edifício, segundo Gonçalves (2015), avalia princípios e comportamentos pontuais a partir do conhecimento do problema maior, realizando uma análise expansionista. Esta abordagem de questões utilizando o conceito de sistemas e a maneira expansionista de análise é denominada pelo autor de enfoque sistêmico.

Os sistemas prediais são concebidos a partir das necessidades e exigências dos usuários, logo, o desempenho do sistema está diretamente relacionado com a função para a qual foi desenvolvido. Gonçalves (2015) ressalta que quando a concepção de um sistema predial é feita desconsiderando o enfoque sistêmico, pode resultar em um sistema não adequado às necessidades do usuário, o que obriga o usuário a adaptar-se ao sistema. Drake et al. (1986) ainda completa que um sistema de desempenho insuficiente pode afetar o desempenho de outros sistemas. Esse efeito acumulativo pode resultar em um ambiente de estresse percebido pelos ocupantes.

Embora existam diversas normas específicas para sistemas prediais hidráulicos, os SPANP possuem um pequeno respaldo de referências normativas no País. Alguns dos requisitos do sistema predial de água potável se aplicam ao SPANP, porém há outras especificidades e cuidados que precisam ser considerados para se garantir o desempenho deste tipo de sistema e a segurança dos usuários. Estas particularidades do SPANP não são abordadas de forma clara nas recomendações técnicas atualmente disponíveis.

A partir dos requisitos de desempenho apresentados por Peixoto (2008) e Paula (2005) para os sistemas prediais de água não potável, dos requisitos definidos por Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004) e Amorim (1989) apud Peres (2006) para os sistemas prediais hidráulicos e das recomendações das normas nacionais NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 13969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007) e NBR 15575 (2013) e normas internacionais BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009), procurou-se reunir os requisitos de desempenho para SPANP que orientaram a entrevista na visita de estudo de caso deste trabalho.

2.2 Avaliação durante operação

A "Avaliação Pós-Ocupação" (APO) é uma ferramenta de avaliação do ambiente construído que permite a melhoria da qualidade dos edifícios por meio da retroalimentação de informações em todo o ciclo de produção dos mesmos (ARAUJO, 2004).

Existem diversos tipos de avaliações que podem ser feitas ao longo do ciclo de vida do edifício. O que diferencia a APO dos demais processos de

avaliação do ambiente construído é o fato de a APO abordar questões relacionadas com as necessidades, atividades e objetivos das pessoas e da organização que fazem uso do espaço, incluindo manutenção, operação e questões relacionadas ao projeto do edifício (PREISER, 2001).

No caso de sistemas prediais especificamente, que devem ser avaliados em pleno funcionamento, adota-se como avaliação de desempenho a Avaliação Durante Operação (ADO), metodologia aplicada na década de 1990 por Almeida (1994) a partir dos conceitos de APO indicativa, investigativa e de diagnóstico, de qualidade e flexibilidade dos sistemas, de usuários-chave, e critérios de desempenho.

Propondo-se a atuar nas etapas de uso, operação, manutenção e determinação de necessidades funcionais para recuperação de sistemas prediais, a metodologia de ADO é apresentada em seis etapas que, embora apresentadas separadas por Almeida, podem ocorrer simultaneamente quando aplicadas no estudo de caso. São elas: levantamento documental, levantamento cadastral, levantamento das necessidades dos usuários dos sistemas prediais, análise e diagnóstico, plano de recuperação e avaliação de resultados e retroalimentação do processo.

Assim, a metodologia da ADO apresenta-se como uma ferramenta adequada para avaliação de desempenho dos sistemas prediais de água não potável nas etapas de uso, operação, manutenção e determinação de exigências dos usuários, objetivo deste trabalho.

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa empregado baseia-se em pesquisa bibliográfica, com coleta de dados secundários, e pesquisa de campo em edifício residencial com SPANP instalado para a coleta de dados primários e a realização de estudo de caso qualitativo.

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico a fim de definir um referencial conceitual-teórico que desse suporte para a pesquisa e explicitasse o estado da arte do tema estudado. Para o estudo de caso, optou-se por realizar uma adaptação da metodologia de ADO, substituindo-se a etapa de plano de recuperação caso a caso por uma análise de validação das questões estabelecidas para a pesquisa.

As técnicas de coleta de dados utilizadas foram: entrevistas semiestruturadas, aplicadas face-a-face com usuários e operadores do sistema, análise documental, nos casos em que este material foi disponibilizado, e observações diretas assistemáticas durante as visitas de campo.

A partir dos dados coletados, elaborou-se uma narrativa geral do edifício visitado, registrando-o como um estudo completo. Por meio do cruzamento dos dados analisados com o conteúdo previamente levantado na literatura, foi possível a aplicação da etapa de análise e diagnóstico prevista na metodologia de ADO.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os dados coletados, a análise documental e as observações diretas assistemáticas foram reunidos em narrativa de estudo de caso, o que permitiu verificar o cenário encontrado.

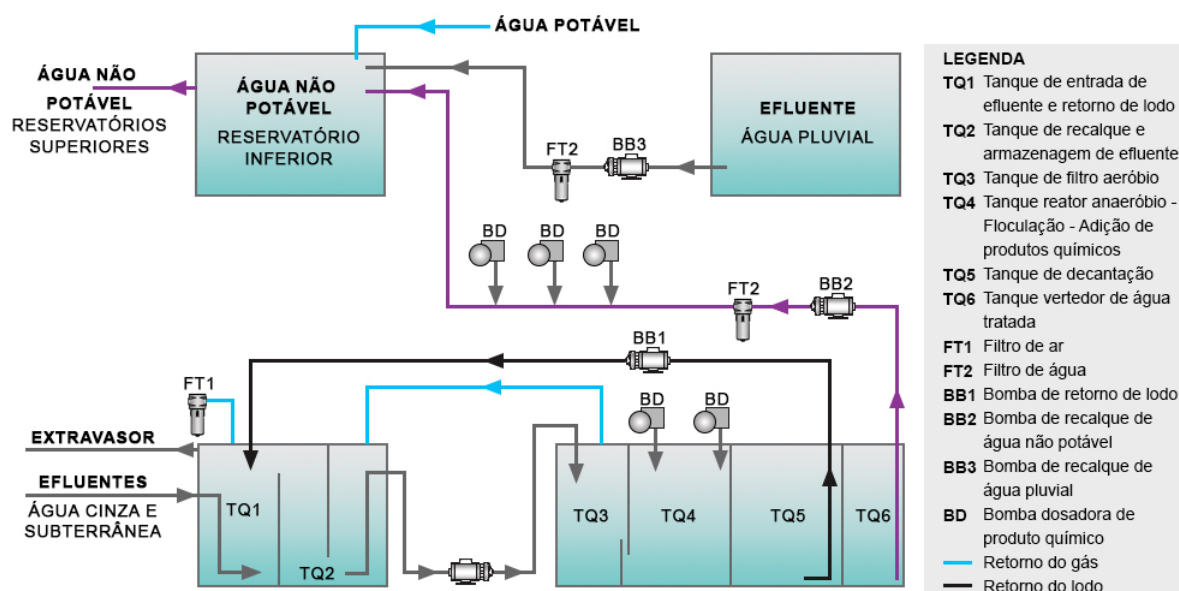
4.1 Estudo de caso

Trata-se de um empreendimento com sete torres de vinte e oito andares. São dois apartamentos por andar, em um total de 392 unidades. A configuração original dos apartamentos é de quatro dormitórios e cinco banheiros, com áreas de 156 a 234m² de área. No total o condomínio possui cerca de 1.500 moradores, de acordo com o entrevistado.

O SPANP foi executado pela construtora responsável pelo empreendimento com assessoria de empresa terceirizada e, embora o condomínio tenha sido entregue em 2011, o SPANP só foi colocado em operação em 2013.

A fonte de abastecimento do SPANP neste empreendimento era originalmente a água cinza coletada de chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas. Após as intervenções realizadas no sistema, passou-se a utilizar também a água subterrânea proveniente dos poços de drenagem existentes no subsolo e a água pluvial coletada nos reservatórios de retenção que o edifício é obrigado a ter em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002), localizados no térreo. A Figura 1 esquematiza o sistema de tratamento conforme encontrado no fluxograma da empresa responsável pela execução do sistema e informações coletadas na visita.

Figura 1 – Fluxograma do SPANP



Fonte: Acervo do autor (2015)

Com a intervenção, a água subterrânea passou a ser conduzida para o primeiro reservatório no subsolo, que também recebe a água cinza e onde se inicia o processo de tratamento, conforme esquematizado na Figura 1. O

entrevistado afirmou que o tratamento é físico-químico, porém, analisando o fluxograma do sistema de tratamento, a presença de reator anaeróbio no processo indica que o tratamento é físico-químico e biológico.

A água pluvial não recebe o mesmo tratamento utilizado para as águas cinza e subterrânea. Foi instalado um filtro, pelo qual este efluente passa ao ser conduzido do reservatório de água pluvial localizado no térreo, à frente do condomínio, para o reservatório inferior de água não potável, localizado no subsolo, ao lado do primeiro reservatório de águas cinzas. Ressalta-se que a água pluvial coletada é proveniente de coberturas e pisos do condomínio.

A adição de produtos químicos é feita por dosadores automáticos. As quantidades e períodos de adição dos produtos químicos são programados pelos operadores do sistema. A identificação dos recipientes dos produtos químicos que abastecem o sistema, no entanto, não corresponde àquelas encontradas nos dosadores. Assim, não pode ser confirmado se os produtos químicos utilizados permanecem os previstos em projeto.

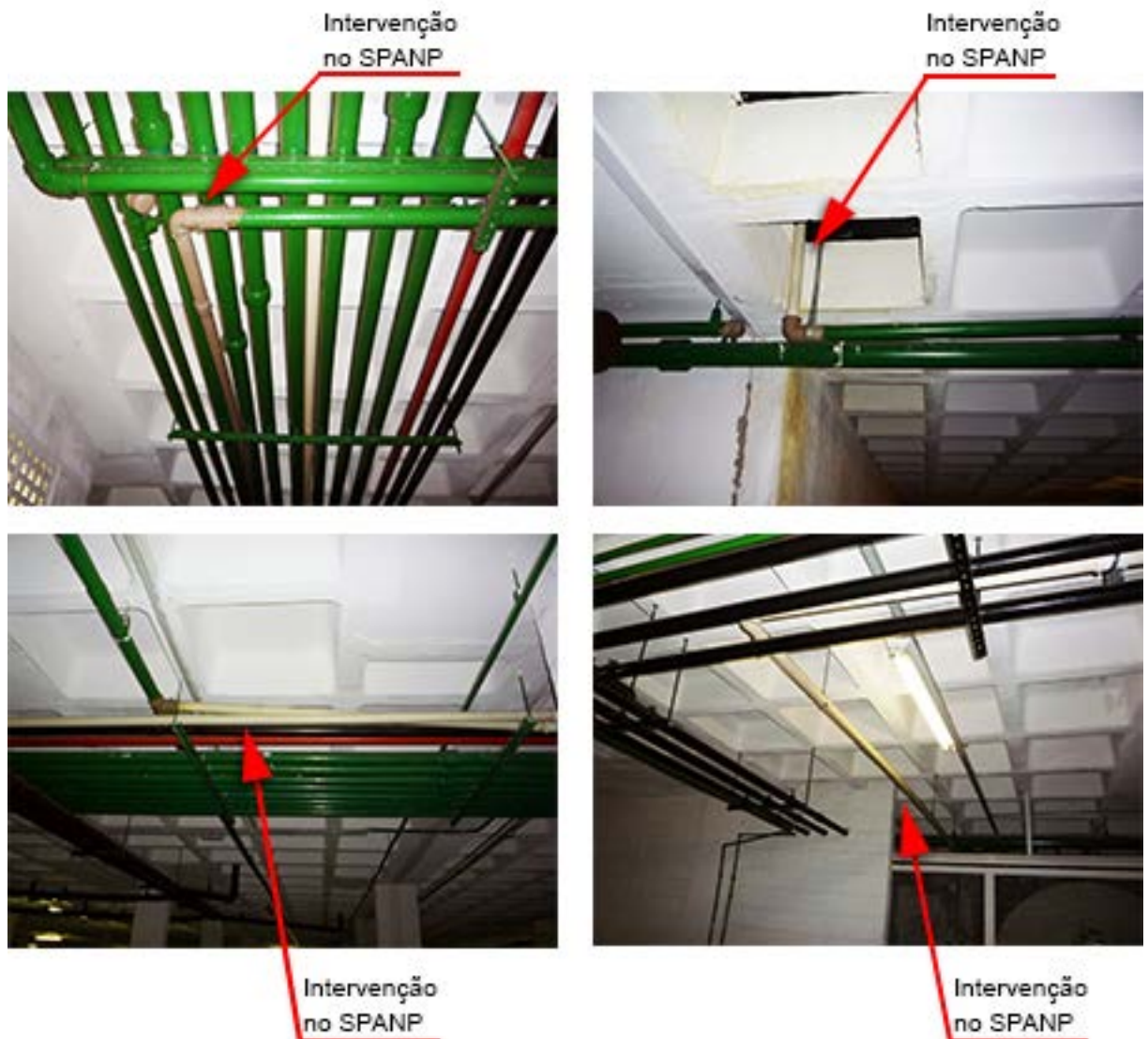
A água não potável obtida pós-tratamento é conduzida ao reservatório inferior de água não potável, localizado atrás do reservatório de águas cinzas e com capacidade de armazenamento de 10.000L, após passar por um filtro. No reservatório de água não potável ainda é feita a adição de corante azul. A água pluvial coletada também é conduzida para o reservatório de água não potável, de onde a água é recalçada para os reservatórios superiores de cada uma das torres do condomínio.

Pelo acesso ao reservatório inferior de água não potável, feito por uma abertura sem tampa na parte superior da parede do tanque, foi possível perceber mau cheiro na água ao se aproximar deste acesso. Segundo o entrevistado, há um ponto de fornecimento de água potável no reservatório inferior que pode ser utilizado para abastecer o SPANP em caso de falha no sistema. Este ponto de abastecimento não é visível pelo acesso do reservatório.

O atual responsável pelo gerenciamento do condomínio, ao realizar as intervenções no sistema, incluiu a adição de corante à água não potável, o que só havia sido feito na fase de testes do sistema até então. O produto selecionado é um corante alimentício, por acreditar-se que não implicaria em risco para a saúde dos usuários. De acordo com o entrevistado, é adicionado um litro de corante por dia e, até o momento do estudo, o produto não tem provocado manchas nas louças sanitárias.

Com relação à identificação da tubulação, não há uma cor diferenciada para as instalações do SPANP. Foram observados trechos de tubulação de água não potável de cor verde, mesma cor utilizada para as tubulações de água potável, conforme ilustrado na Figura 2. Além disso, observa-se, na Figura 2, que não houve uma padronização na execução das intervenções. Foram utilizadas tubulações de diferentes cores, sem identificação do tipo de água que transporta, com grande risco de conexão cruzada em futuras manutenções ou alterações do sistema.

Figura 2 – Identificação das tubulações do SPANP



Fonte: Acervo do autor (2015)

O gerenciamento e a manutenção do SPANP são feitos por uma empresa terceirizada. O entrevistado afirmou que esta empresa terceirizada realiza visitas mensais para manutenção preventiva. Nestas visitas é realizada inspeção visual e teste do sistema. A cada três meses são coletadas amostras de água para análise de qualidade em laboratório. A data do último laudo laboratorial apresentado, no entanto, mostra que a última análise de qualidade da água havia sido realizada há mais de quatro meses, prazo superior ao apontado pelo entrevistado. O entrevistado não forneceu cópia do laudo apresentado. Os laudos anteriores não ficam arquivados no condomínio, também não tendo sido disponibilizados para o estudo. De acordo com o entrevistado, estes laudos também não são apresentados para os moradores.

Com relação a ocorrências que tenham sido observadas no SPANP durante o período em que está em operação, foram relatados um caso de conexão cruzada e um caso de qualidade inadequada da água.

A situação de conexão cruzada foi identificada logo após o sistema ter sido colocado em operação. Alguns moradores que haviam feito alterações em seus apartamentos instalaram ducha higiênica nos banheiros adicionando uma ramificação na tubulação de abastecimento das bacias sanitárias, sem terem conhecimento de que aquele ponto era alimentado por água não potável. Durante a fase de teste do SPANP, a adição de corante à água não potável permitiu a identificação da irregularidade na instalação das duchas higiênicas. A correção foi realizada e o corante deixou de ser utilizado até o momento em que o atual gerente predial assumiu a administração do condomínio.

A situação de qualidade inadequada da água ocorreu em um dos poços de drenagem, utilizado como fonte de água subterrânea, que passou a apresentar mau cheiro. Foi solicitada análise laboratorial de amostra da água deste poço que, como apresentou características não conformes para o uso a que se destina a água, deixou de ser utilizado como fonte de abastecimento do SPANP.

Embora o segundo entrevistado tenha informado que exista uma cartilha para o responsável pelo monitoramento e operação do sistema no local onde está instalado, no subsolo só foi possível identificar durante a visita o fluxograma do sistema, fixado junto ao primeiro conjunto de tanques, sendo esta a fonte de informação disponibilizada. Segundo o primeiro entrevistado, funcionários do condomínio e da construtora receberam treinamento para ciência dos riscos inerentes ao sistema predial, bem como para conhecimento da operação e manutenção do SPANP, no momento em que o sistema foi colocado em operação. Quando questionados sobre a confiabilidade que têm no sistema, ambos os entrevistados afirmaram ser alta.

Os moradores receberam informações referentes ao SPANP por meio de cartas, comunicados fixados no quadro de aviso dos elevadores das torres e e-mail. Estas informações só são novamente apresentadas para novos moradores no momento em que se dirigem à administração para realizar cadastro de acesso ao condomínio. Não existem cartilhas ou manuais que informem os moradores sobre os riscos inerentes ao sistema e não é disponibilizado nenhum boletim informativo sobre sua operação e manutenção. Ainda assim, a confiabilidade que moradores apresentam no sistema foi avaliada como sendo alta pelo primeiro entrevistado e média pelo segundo, não havendo nenhuma preocupação com o uso de água não potável.

Os dados de economia de consumo de água potável apresentados são imprecisos, não tendo sido disponibilizado pelo condomínio nenhum histórico de contas da concessionária. De acordo com os entrevistados, cerca de 65% do volume de água consumido pelo condomínio corresponde à água potável, fornecida pela concessionária, e cerca de 35% da demanda é suprida SPANP.

Não há medição de consumo de energia elétrica independente para o

SPANP, não havendo, portanto, registro de sua contribuição no consumo de energia do empreendimento.

5 CONCLUSÕES

Os SPANP têm se disseminado em edifícios residenciais no Brasil como uma fonte alternativa de água, evitando o uso de água potável em locais onde não é necessária. Muitos empreendimentos têm investido em soluções técnicas e inovações que permitam implantar um SPANP, muitas vezes não previsto no projeto original.

A ADO realizada no empreendimento permite identificar que o cenário para o estudo de caso avaliado é caracterizado por SPANP que opera com desempenho inferior ao adequado para atender às necessidades e garantir a segurança dos usuários.

Entre os pontos mais graves, a coleta de efluentes é feita sem se considerar a relevância que a qualidade da fonte de abastecimento tem no sistema de tratamento. Isto pôde ser verificado na situação em que intervenções alteraram a fonte de abastecimento sem rever o processo de tratamento.

A falta de dados sobre a qualidade da água produzida também impede a avaliação do sistema de tratamento instalado à classe de uso especificada para o edifício, uma vez que ao monitorar as características da água produzida, realiza-se também um monitoramento da eficiência da estação de tratamento.

Além disso, o sistema não segue padronização de cor, não apresenta informações da qualidade da água, fatos que aumentam o risco de conexão cruzada durante o ciclo de vida do edifício.

Gestores, operadores e usuários não dispõem de manual ou cartilha com informações técnicas que apresentem os riscos inerentes ao sistema e recomendem as práticas apropriadas de operação e manutenção.

É importante ressaltar que a não identificação de um grande número de irregularidades no SPANP não é necessariamente um dado positivo, uma vez que podem ser resultado da falta de capacitação técnica dos operadores. As deficiências registradas nos processos de controle e operação do sistema dos estudos de caso podem dificultar a identificação de não conformidades existentes.

Pela falta de informação sobre o SPANP e o uso de água não potável, ainda assim, os usuários confiam no sistema instalado em seus empreendimentos, não manifestando muitas preocupações com a água não potável.

Outro ponto relevante identificado é que, diante da realidade de crise hídrica vivida no Estado de São Paulo, o empreendimento passou a utilizar a água pluvial coletada nos reservatórios de retenção que os edifícios são obrigados a ter, em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002), como fonte alternativa de abastecimento. Esta água contém elevada carga de poluentes, uma vez que corresponde à água pluvial coletada de todas as

superfícies do edifício, inclusive dos pisos. Esta prática descumpre as recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007).

Por fim, diante das constatações feitas no estudo de caso, é possível perceber que a falta de capacitação técnica, normas técnicas e legislações específicas que orientem projetistas, executores, gestores e usuários e padronizem os SPANP contribuem para o cenário encontrado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G.G.; GONÇALVES, O.M. **Avaliação durante operação (ADO): metodologia aplicada aos sistemas prediais**. São Paulo: EPUSP, 1994. 21 f. Boletim técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, BT/PCC/133. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00133.pdf> Acesso em: 27 de set. 2015.
- ARAUJO, L.S.M. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares**. 2004. 245 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR5626**: Instalações prediais de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- BARROS, M.M.B. **O conceito de desempenho**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013. 90 f. Material de aula para disciplina de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, PCC 5962 – Construção Baseada em Desempenho.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 8515**: Rainwater harvesting systems: code of practice. London, 2010.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 8525-1**: Greywater systems. London, 2010.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Plano Diretor de Aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista**: relatório final - volume I. São Paulo: Cobrape, 2013. Disponível em: <<https://docs.google.com/uc?export=download&confirm=gKjf&id=0B8iXiltOrl5aQ3FOc3psV0I5b0k>> Acesso em: 05 de jun. 2015.

DRAKE, P.; WELCH, P.; ZEISEL, J. The role of occupancy analysis in diagnosing total building performance. In: BUILDING PERFORMANCE: FUNCTION, PRESERVATION AND REHABILITATION. Philadelphia: ASTM Special Technical Publication, n. 901, p. 23-38, 1986. Disponível em: <<http://compass.astm.org/download/STP901-EB.27536.pdf>> Data de acesso: 23 de set. 2015.

GONÇALVES, O. **Desempenho de Sistemas Prediais**: conceito e metodologia, norma de desempenho NBR 15575. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015. 92f. Material de aula ministrada por Orestes Gonçalves para disciplina de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, PCC 5957 – Desempenho e Inovação de Sistemas Hidráulicos Prediais.

PAULA, H.M. **Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia**: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório. 2005. 196 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

PEIXOTO, L.M. **Requisitos e critérios de desempenho para sistema de água não potável de edifícios residenciais**. 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PERES, A.R.B. **Avaliação durante operação de sistemas de medição individualizada de água em edifícios residenciais**. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

PREISER, W.F.E. **The evolution of post-occupancy evaluation: Toward building performance and universal design evaluation**. In: LEARNING from our buildings: A state-of-the-practice summary of post-occupancy evaluation. Washington: National Academy Press, 2001. cap. 2, p. 9-22. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=skhwiYaAw4kC&oi=fnd&pg=PA9&dq=the+evolution+of+post-occupancy+evaluation&ots=_XGrwfQhrh&sig=CLnyOyNiuVs9jlsko35iraq9ACg#v=onepage&q=the%20evolution%20of%20post-occupancy%20evaluation&f=false Acesso em: 28 de set. 2015.

UNITED NATIONS. **Probabilistic population projections based on the world population prospects**: the 2012 revision. 2014. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/ppp/Documentation/highlights.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2014.