

IV-280 - QUALIDADE DA ÁGUA ARMazenADA EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA DE CHUVA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE CURITIBA - PR

Jéssica de Castro Buzeti⁽¹⁾

Tecnóloga em Processos Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Stella Maris da Cruz Bezerra⁽²⁾

Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade de Guelph (Canadá), Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Bosco, 275-Novo Mundo - Curitiba - PR- CEP: 81050-330 - Brasil - Tel: (41) 9948-4780 - e-mail: jessi_buzeti@hotmail.com

RESUMO

Neste trabalho estão apresentados os resultados do monitoramento da qualidade da água de chuva armazenada em três reservatórios de edifícios residenciais no município de Curitiba (PR), entre 2007 a 2014. Em 2007 estes reservatórios foram implantados e a água da chuva passou a ser armazenada. A primeira etapa de amostragem foi realizada em 2008, a segunda em 2009 e a terceira entre 2013 e 2014. Estes três edifícios, aqui denominados A, B e C, possuem sistema de aproveitamento da água de chuva exclusivamente para consumo não potável. A análise da qualidade da água de chuva foi realizada com base nos parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de acordo com a norma ABNT NBR 15527/2007. Os resultados indicaram que a água de chuva armazenada nos edifícios estava imprópria para uso não potável, se o atendimento aos parâmetros indicados na ABNT NBR 15527/2007 fosse obrigatório. Porém, em todos os edifícios, a utilização desta água de chuva proporcionou economia de água potável e sem nenhum inconveniente sanitário aos usuários. Certamente a limpeza periódica destes reservatórios é recomendada, assim como a desinfecção pode auxiliar para melhorar a qualidade da água armazenada. Entretanto, este trabalho aponta para a importância de uma reflexão sobre o rigor para os parâmetros indicados na ABNT NBR 15527/2007, visto que esta severidade pode inibir a utilização de água de chuva e, consequentemente, reduzir as oportunidades de economia de água potável. Além disso, este trabalho indica a necessidade de esclarecimento na regulamentação municipal sobre de quem é a responsabilidade pela qualidade da água de chuva armazenada nas edificações.

PALAVRAS-CHAVE: ABNT, Água de Chuva, Curitiba, Edifícios, Qualidade, PURAE.

INTRODUÇÃO

O uso da água está diretamente relacionado a aspectos econômicos, ecológicos, biológicos e sociais de uma população. O consumo de água vem sendo cada vez mais intenso com o crescimento populacional e com o avanço da tecnologia, comprometendo o abastecimento de água potável para as próximas gerações. Diante deste contexto, verifica-se a importância das pesquisas para caracterizar as fontes alternativas de abastecimento de água, incluindo a água de chuva. Há inúmeras vantagens no aproveitamento de água de chuva, tais como a conservação de água potável e o alívio - mesmo que pequeno - nos sistemas de drenagem.

A utilização de sistemas para aproveitamento de água de chuva vem se tornando mais comum a cada ano no Brasil. Um dos motivos pode ser o surgimento de leis e regulamentações para economia de água potável no país. O município de Curitiba (PR), onde esta pesquisa foi realizada, dispõe de legislações para critérios de uso racional e conservação de água nas edificações. A Lei Municipal 10.785, de 18 de setembro de 2003, foi o início do “Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE”, indicando a obrigatoriedade da captação de água de chuva para as novas edificações (CURITIBA, 2003). O PURAE foi efetivamente implementado após a aprovação dos Decretos Municipais 293/2006 e 212/2007 (CURITIBA, 2006 e CURITIBA, 2007). Estudos anteriores investigaram a eficácia do PURAE em Curitiba, assim como apontaram possibilidades de melhoria no programa (Bezerra *et al.*, 2010a; Bezerra *et al.*, 2010b; Christan, 2007). Porém, a caracterização e o monitoramento da qualidade da água de chuva armazenada nestes reservatórios não estão contemplados nas legislações municipais.

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água de chuva armazenada em três reservatórios de edifícios residenciais no município de Curitiba (PR), desde suas implantações em 2007 até o ano de 2014. O objetivo principal foi caracterizar a qualidade da água armazenada ao longo dos anos, a fim de verificar a existência de riscos para seu aproveitamento em termos de inconvenientes sanitários aos usuários. Conforme indicado anteriormente, as legislações municipais em Curitiba (PR) não indicam nenhum critério de monitoramento de qualidade da água armazenada, portanto foram selecionados os parâmetros indicados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma ABNT NBR 15527/2007 (ABNT, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os três edifícios residenciais selecionados, aqui denominados A, B e C, possuem sistema de aproveitamento de água de chuva exclusivamente para consumo não potável.

O edifício A possui 48 unidades habitacionais, com área individual dos apartamentos variando entre 288 e 535 m². O reservatório de água de chuva tem volume de 5.000 litros e localiza-se enterrado sob o jardim na frente da edificação. A água era captada através de calhas na cobertura e era utilizada para lavar a calçada da área comum do edifício e para irrigação de jardins. É importante indicar que o reservatório do edifício A está atualmente desativado, o que inviabilizou o monitoramento mais recente entre 2013 e 2014. A decisão em interromper o uso deste reservatório foi causada pela presença de cor e odor na água armazenada, segundo informações obtidas na portaria do edifício e confirmada pela síndica atual.

O edifício B possui 45 unidades habitacionais com apartamentos de área individual variando de 126 a 350 m². O reservatório de armazenamento de água de chuva tem volume de 10.000 litros e localiza-se no subsolo do prédio. A água é captada através de calhas na cobertura, mas também de ralos nos pisos da área comum do edifício. De acordo com o zelador do prédio, a limpeza do reservatório é realizada a cada seis meses. A água de chuva armazenada atualmente é utilizada apenas para lavar a calçada da área comum do edifício.

O edifício C possui duas torres de sete andares cada, totalizado quatorze unidades habitacionais com área individual de 639 m². O edifício possui um reservatório de água de chuva de capacidade de 38.000 litros, localizado no seu subsolo. A água da chuva captada na cobertura é armazenada neste reservatório inferior. Na sequência, a água armazenada é bombeada novamente até a cobertura, onde estão outros dois reservatórios menores em cada torre, de aproximadamente 9.000 litros cada. De acordo com o zelador do prédio, a limpeza do reservatório é realizada uma vez por ano. A água da chuva captada é utilizada para descargas das bacias sanitárias, lavagem das calçadas da área comum do edifício e para irrigação dos jardins.

As técnicas de amostragem foram realizadas com base na norma ABNT NBR 9898/1987 (ABNT, 1987). As amostras foram coletadas de torneira exclusiva ao sistema de utilização de água de chuva nos edifícios. As amostras foram analisadas para determinar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos indicados na norma ABNT NBR 15527/2007 (ABNT, 2007). Estes parâmetros e seus respectivos valores de referência estão indicados na Tabela 1. Todas as análises foram realizadas com base na metodologia do *Standard Methods* (APHA, 2005).

Tabela 1: Parâmetros e valores de referências utilizados.

PARÂMETROS	VALOR DE REFERÊNCIA
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência em 100 mL
Cloro Residual Livre	0,5 a 3,0 mg/L (se utilizados compostos clorados na desinfecção)
Turbidez	<2,0 UNT (para usos menos restritivos <5,0 UNT)
Cor Aparente	<15 uH
pH	6,0 a 8,0 (para tubulações de aço carbono e galvanizado)

As coletas foram realizadas em três etapas, entre os anos de 2008 e 2014 (Tabela 2). A descrição completa da pesquisa realizada no ano de 2008 está contida em Decker e Ferreira (2008). A pesquisa realizada em 2009 está descrita em Souza e Müller (2009). A etapa mais recente de amostragem entre 2013 e 2014 está descrita em Buzeti (2014). Estas três pesquisas foram desenvolvidas para trabalhos de conclusão do curso ‘Tecnologia em Processos Ambientais’ na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Estes trabalhos foram orientados pela mesma professora.

Tabela 2: Número de amostras analisadas por parâmetro e período.

PARÂMETROS E PONTOS DE COLETA		PERÍODO DE AMOSTRAGEM		
		2008	2009	2013 - 2014
		Julho e Agosto	Agosto e Setembro	Novembro e Dezembro de 2013 Janeiro e Fevereiro de 2014
Coliformes Totais	Edifício A	6	6	-
	Edifício B	6	6	2
	Edifício C	6	6	2
Coliformes Termotolerantes	Edifício A	6	5	-
	Edifício B	6	5	2
	Edifício C	6	5	2
Cloro Residual Livre	Edifício A	6	1	-
	Edifício B	6	1	4
	Edifício C	6	6	4
Turbidez	Edifício A	5	5	-
	Edifício B	6	5	4
	Edifício C	6	5	4
Cor Aparente	Edifício A	5	6	-
	Edifício B	6	6	4
	Edifício C	6	6	4
pH	Edifício A	6	4	-
	Edifício B	6	4	4
	Edifício C	6	4	4
Total		106	86	40

(-): Reservatório desativado e sem possibilidade de coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras de água de chuva provenientes dos reservatórios dos edifícios A, B e C foram coletadas nos dias 14/07/2008, 21/07/2008, 28/07/2008, 04/08/2008, 11/08/2008 e 18/08/2008, conforme detalhado em Decker e Ferreira (2008), e nos dias 10/08/2009, 18/08/2009, 25/08/2009, 01/09/2009, 10/09/2009 e 15/09/2009 (Souza e Müller, 2009). Em função da desativação do reservatório do edifício A, a etapa mais recente de amostragem foi realizada apenas para os outros dois reservatórios nos edifícios B e C, nos dias 13/11/2013, 11/12/2013, 14/01/2014 e 04/02/2014 (Buzeti, 2014).

No edifício A, o tratamento da água de chuva coletada era feito através de um filtro, na entrada do reservatório, com o objetivo de reter partículas maiores. A professora que vem orientando estas pesquisas contactou a síndica do edifício A em 2009, para indicar a necessidade da limpeza interna do reservatório, em função da presença de cor e turbidez nas amostras, além dos coliformes totais e termotolerantes. Na ocasião, a síndica não sabia onde era a entrada do reservatório para fazer a limpeza. Foi então necessário contactar a construtora que executou a obra para solicitar este esclarecimento. Estes encaminhamentos resultaram na

escavação de uma pequena área do jardim, para acessar a tampa do reservatório, pois estava enterrada e sem indicação do local. Após esta intervenção, a limpeza foi realizada. Porém, quando contatamos novamente a síndica para realizar uma nova etapa de monitoramento em 2014, soubemos que o reservatório não estava sendo utilizado. A data da desativação não foi informada, apenas que a decisão em interromper o uso deste reservatório resultou da presença de cor e odor na água armazenada. Foi novamente recomendado realizar a limpeza do reservatório, para reativar o aproveitamento da água de chuva, mas não houve retorno até esta data.

Nos edifícios B e C, o tratamento da água de chuva coletada também é feito através de filtração, para reter partículas maiores. Além disso, estes reservatórios passam por limpezas anuais.

COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES

O padrão recomendado pela norma ABNT NBR 15527/2007 é ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL das amostras da água de chuva armazenada, para a garantia da saúde dos usuários destes sistemas.

No edifício A os coliformes totais nas amostras coletadas nos dias 28/07/2008, 11/08/2008, 18/08/2008, 25/08/2009, 10/09/2009 e 15/09/2009 estavam acima do padrão exigido pela norma ABNT NBR 15527/2007. Os coliformes termotolerantes estavam apenas acima do padrão nas amostras dos dias 10/09/2009 e 15/09/2009. Esses dados representam um aumento dos valores de coliformes entre os anos de 2008 a 2009, mas estavam dentro do limite da norma na maioria das amostras.

No edifício B os coliformes totais nas amostras dos dias 14/07/2008, 04/08/2008, 11/08/2008, 10/08/2009, 18/08/2009, 25/08/2009, 01/09/2009, 10/09/2009, 15/09/2009, 13/11/2013 e 14/01/2014 estavam acima do padrão exigido pela norma ABNT NBR 15527/2007. Com relação aos coliformes termotolerantes, estes foram observados apenas nas amostras dos dias 10/09/2009 e 14/01/2014. Nas demais amostras coletadas, os valores foram inferiores e atenderam ao padrão requerido pela norma. Foi observado um aumento de coliformes do ano de 2008 para 2009, mas estes valores permaneceram sem alteração significativa nas análises realizadas entre 2013 e 2014.

No edifício C as amostras apresentaram valores de coliformes totais e termotolerantes superiores ao padrão da norma ABNT NBR 15527/2007 nos dias 28/07/2008, 04/08/2008, 11/08/2008, 18/08/2008, 01/09/2009, 10/09/2009 e 15/09/2009. Apenas na amostra de 01/09/2009 foi observada ausência de coliformes termotolerantes. Nas demais amostras coletadas, os valores atendem ao padrão da norma ABNT NBR 15527/2007. É possível observar uma redução dos valores de coliformes no decorrer dos anos, principalmente nas coletas mais recentes entre 2013 e 2014. Portanto, a água de chuva armazenada no período da amostragem entre 2013 e 2014 encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela ABNT NBR 15527/2007.

Porém, verifica-se que na maioria das coletas realizadas a água da chuva armazenada não atendeu aos limites da ABNT NBR 15527/2007 de ausência em 100 mL (Figuras 1 e 2). Entretanto, o uso desta água para fins não potáveis vem contribuindo para economia de água potável e não causou nenhum inconveniente sanitário aos usuários. De qualquer forma, foi recomendado aos usuários aumentar a frequência da limpeza dos reservatórios para duas vezes ao ano, seguida de algum processo de desinfecção, para melhorar ainda mais a qualidade desta água armazenada.

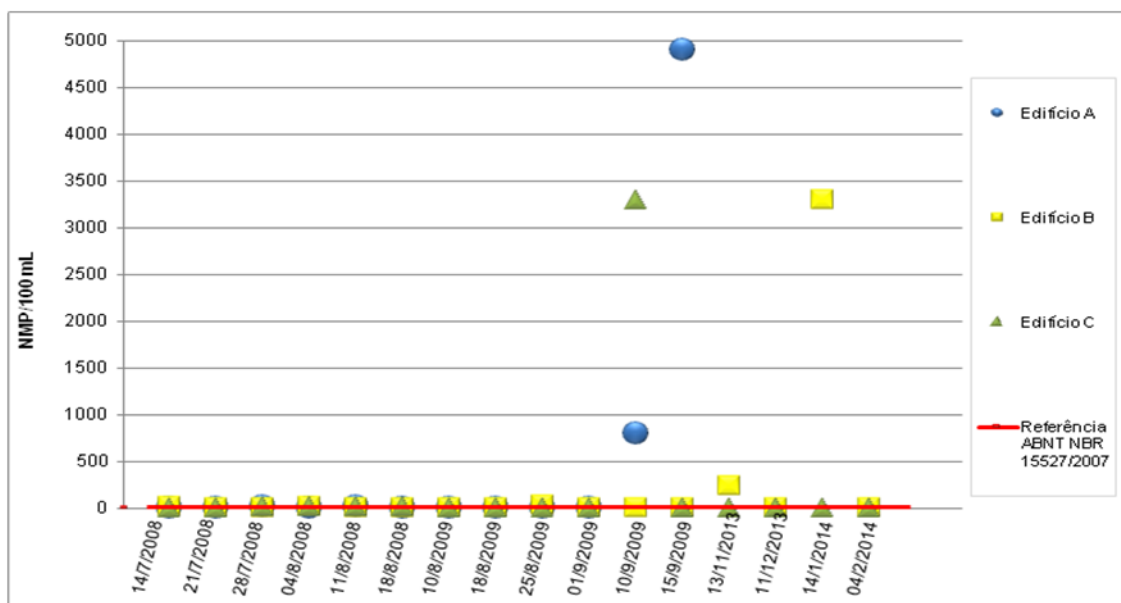


Figura 1: Resultados de coliformes totais e valor de referência da norma ABNT NBR 15527/2007.

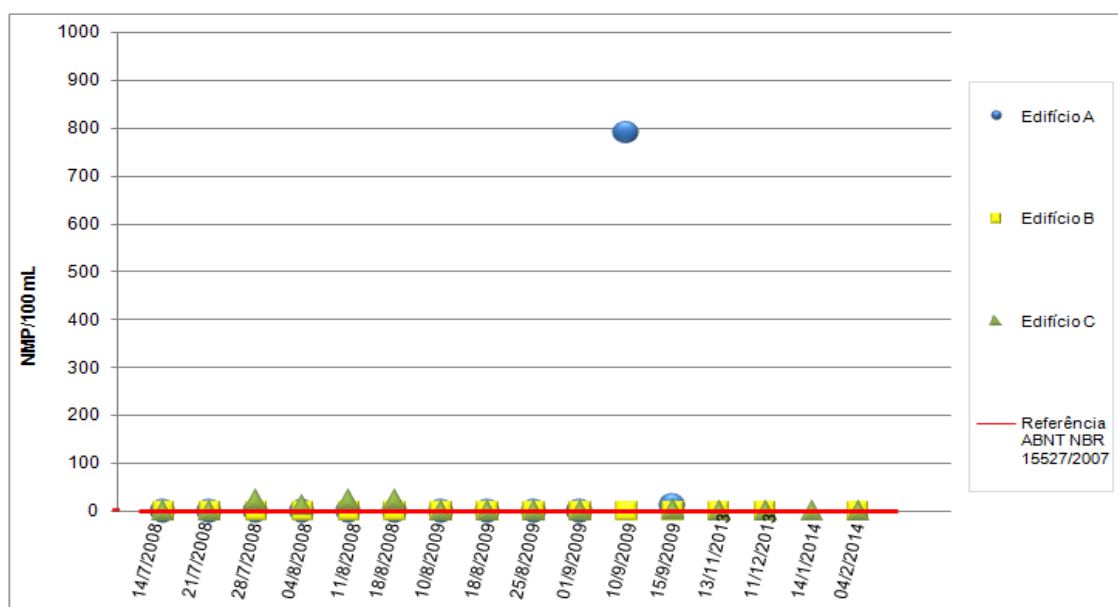


Figura 2: Resultados de coliformes termotolerantes e valor de referência da norma ABNT NBR 15527/2007.

CORO RESIDUAL LIVRE

A norma ABNT NBR 15527/2007 recomenda concentração de cloro entre 0,5 e 3,0 mg/L quando são utilizados compostos clorados na desinfecção. No caso dos edifícios estudados, de acordo com informações obtidas dos zeladores de cada prédio, nenhum deles realiza rotineiramente a cloração nos reservatórios. Portanto, os valores para cloro residual são inferiores ao indicado pela norma.

Os resultados para a maioria das análises de cloro residual livre dos edifícios A, B e C indicaram concentrações inferiores ao limite de quantificação (LQ) do laboratório. Porém, o cloro residual foi detectado em algumas amostras, provavelmente pelo fato de que em época de estiagem os reservatórios dos edifícios são complementados com água potável da rede municipal de abastecimento. Na Figura 3 são apresentados os resultados de cloro residual livre e o valor de referência utilizado.

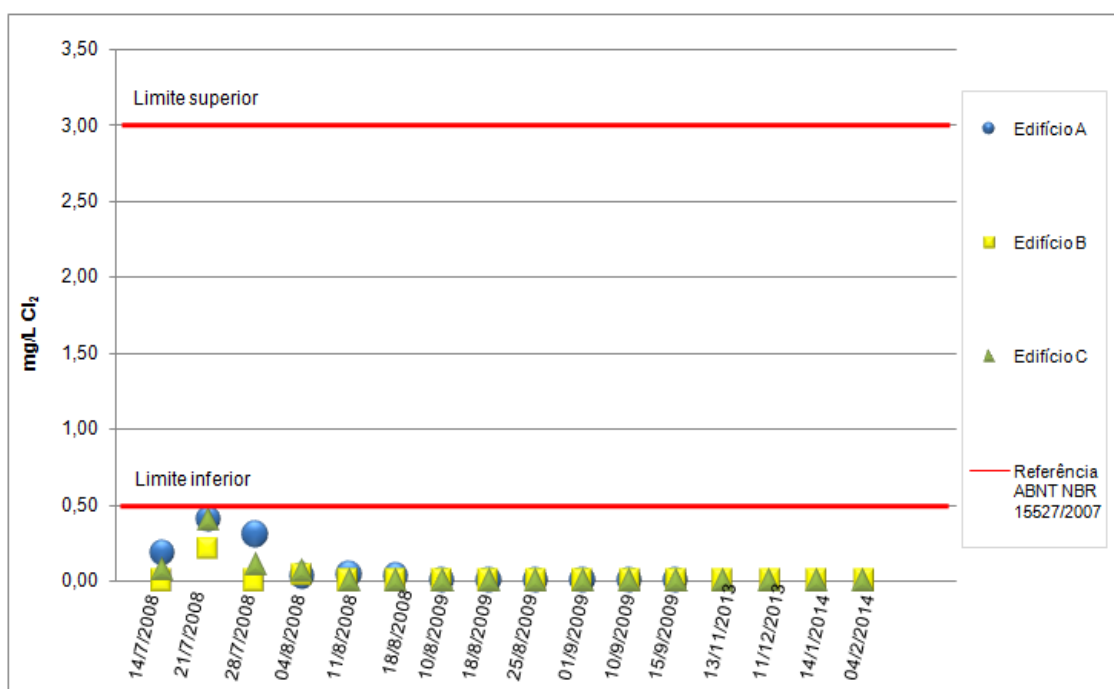


Figura 3: Resultados de cloro residual livre e valores de referência da norma ABNT NBR 15527/2007.

TURBIDEZ

A norma ABNT NBR 15527/2007 recomenda limite inferior de 2,0 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez) e para usos menos restritivos menor que 5,0 UNT. Na norma não estão indicados o que seriam exemplos de usos menos restritivos.

Os resultados das amostras coletadas no edifício A apresentaram valores de turbidez superiores ao valor maior da ABNT NBR 15527/2007 (5,0 UNT para usos menos restritivos), em apenas duas amostras (10/08/2009 e 25/08/2009). Nos três edifícios os valores de turbidez ultrapassaram o padrão de 2,0 UNT em apenas sete amostras, de um total de aproximadamente 120 amostras analisadas. Na Figura 4 são apresentados os resultados para o parâmetro turbidez.

COR APARENTE

A norma ABNT NBR 15527/2007 recomenda que a cor aparente seja inferior a 15 uH (Unidade de Hazen).

Nas amostras das coletas de 2008 e 2009 a cor aparente apresentou concentração superior ao valor máximo estabelecido pela norma em aproximadamente 30% das amostras analisadas do edifício A e em apenas uma amostra analisada no edifício B. Na etapa mais recente de amostragem, realizada entre 2013 e 2014, os resultados obtidos para as amostras dos edifícios B e C não apresentaram cor aparente. Na Figura 5 são apresentados os valores de cor aparente.

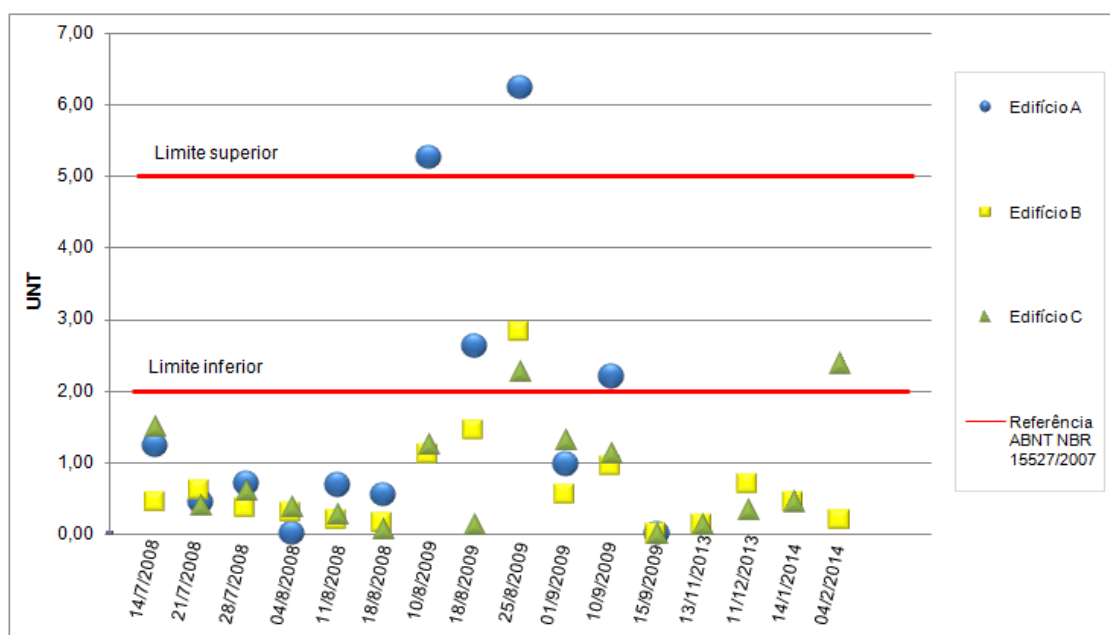


Figura 4: Resultados de turbidez e valores de referência da norma ABNT NBR 15527/2007.

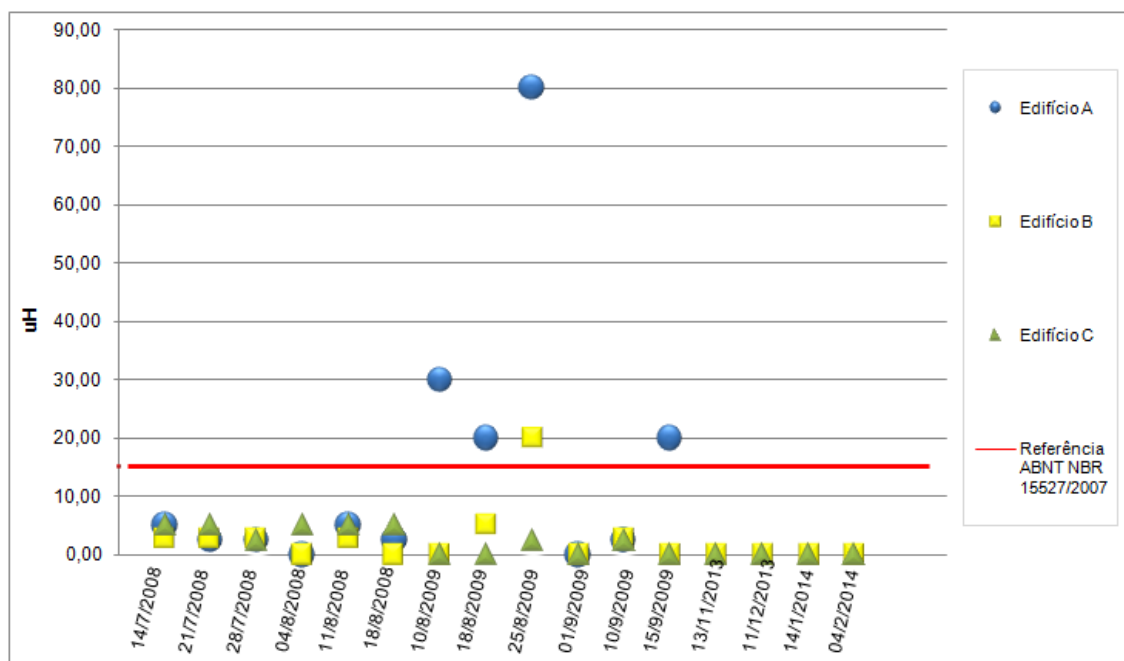


Figura 5: Resultados de cor aparente e valor de referência da norma ABNT NBR 15527/2007.

pH

A norma ABNT NBR 15527/2007 recomenda que o pH esteja dentro do intervalo de 6,0 a 8,0 nas instalações contendo tubulação de aço carbono ou galvanizado. Nos edifícios estudados a informação sobre o tipo de tubulação não foi obtida. De qualquer forma os resultados nos edifícios A e C indicaram que o pH estava dentro do limite estabelecido pela norma. Apenas dois valores obtidos das amostras do edifício B, nos dias 14/07/2008 e 04/08/2008 estavam acima do pH 8,0. Ou seja, mesmo que as tubulações sejam de aço carbono ou galvanizado, os resultados não indicam a necessidade de correção do pH, exceto em duas ocasiões que já foram naturalmente solucionadas (Figura 6).

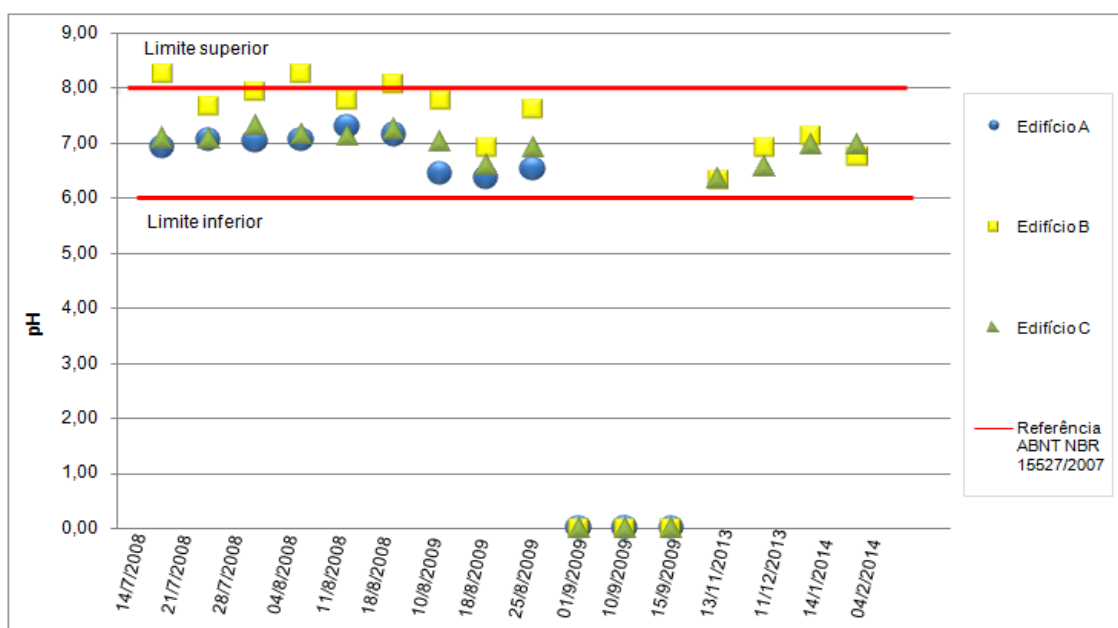


Figura 6: Resultados de pH e valores de referência da norma ABNT NBR 15527/2007.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, verificou-se que o aproveitamento da água de chuva está sendo realizado de forma satisfatória em dois dos três edifícios avaliados. Desde 2007, são aproximadamente sete anos de armazenamento de água de chuva nos reservatórios e a qualidade desta água não está sofrendo deterioração com o tempo. Além disso, os usuários não sinalizaram nenhum inconveniente sanitário, ou qualquer problema de saúde, resultante do aproveitamento da água de chuva armazenada nos edifícios.

Certamente a limpeza e desinfecção anual destes reservatórios devem estar contribuindo para a manutenção da qualidade da água armazenada. Porém, podemos sinalizar que o aumento da periodicidade destes procedimentos de limpeza e desinfecção para duas vezes por ano contribuiria para melhorar ainda mais a qualidade da água armazenada.

Este trabalho aponta para a importância de uma reflexão sobre o rigor para os parâmetros de coliformes e turbidez indicados na norma ABNT NBR 15527/2007. É importante o estabelecimento de critérios seguros, mas é necessário refletir sobre o seguinte aspecto: o risco do rigor apresentado nesta norma inibir a utilização de água de chuva para fins não potáveis e, consequentemente, reduzir as oportunidades de economia de água potável.

Outra conclusão deste trabalho é referente ao fato de que a regulamentação existente no município de Curitiba (PR) não contempla nenhum controle da qualidade da água armazenada nos reservatórios para aproveitamento de água de chuva. Os usuários nos edifícios avaliados não conheciam os padrões indicados na norma ABNT NBR 15527/2007 e também apresentavam dúvidas sobre quem é a pessoa responsável pela garantia do uso seguro desta água no condomínio. Alguns zeladores perguntaram se eles seriam responsabilizados caso ocorresse algum problema pelo uso da água de chuva armazenada, ou se isto era responsabilidade da administração do condomínio. Portanto, é fundamental que na legislação municipal a questão da responsabilidade pelo uso do sistema de água de chuva seja esclarecida e que seja incluída a recomendação para limpeza, no mínimo anual, destes reservatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898: Preservação e técnicas de efluentes líquidos e corpos receptores - Requisitos. Rio de Janeiro, 1987.
2. 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.
3. APHA, AWAA, WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21 ed. 2005.
4. BEZERRA *et al.* Políticas Públicas para Conservação e Uso Racional de Água: Estudo de Caso do Município de Curitiba – Brasil. In: *World Sustainable Building Conference – SB10 Brazil*. São Paulo, SP, Brasil. 2010a.
5. BEZERRA *et al.* Dimensionamento de Reservatório para Aproveitamento de Água de Chuva: Comparação entre Métodos da ANBT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 219-231, out./dez. 2010b.
6. BUZETI, Jéssica C. Avaliação da Qualidade da Água de Chuva Armazenada em Reservatórios de Edifícios Residenciais em Curitiba - PR. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.
7. CHRISTAN, Priscila. Análise das Exigências Impostas pelo Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE, Existente na Cidade de Curitiba – PR. 105p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
8. CURITIBA. Lei nº. 10.785, de 18 de setembro de 2003. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Curitiba, 2003.
9. CURITIBA. Decreto nº. 293, de 22 de março de 2006. Regulamenta a Lei nº 10.785 de 2003 e Dispõe Sobre os Critérios do Uso e Conservação Racional da Água nas Edificações. Curitiba, 2006.
10. CURITIBA. Decreto nº. 212, de 29 de março de 2007. Aprova o Regulamento de Edificações do Município de Curitiba. Curitiba, 2007.
11. DECKER, Franciele. C.; FERREIRA, Lee Ann. M. Avaliação de alguns Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Água de Chuva Armazenada em Reservatórios para Aproveitamento em Fins Não Potáveis na Cidade de Curitiba – PR. 84p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
12. SOUZA, Elisabeth. P.; MÜLLER, Juliana. Consumo de Água Potável na Construção de Edificações: Estimativas e Alternativas para a Redução. 101p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.