

AVALIAÇÃO DE TELHADOS CONSTRUTIVOS NOS CRITÉRIOS DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA: Telhas de Cerâmica Tipo Portuguesa – Estudo de Caso

Leandreia Basso

Graduanda em Engenharia Civil,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Flávio Anatonias

Graduando em Engenharia Civil,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Mauro Marques Junior

Graduando em Engenharia Civil,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Lucas Henrique Lozano Dourado de Matos

Mestre em Engenharia Civil – UNESP,
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Tatiana Santos da Silva Magri

Mestre em Engenharia Civil – UNESP,
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

Esse artigo trata de estudo da análise de viabilidade de reutilização da água pluvial coletada de telhados de cerâmica do tipo portuguesa, e classificando a água quanto ao tipo de reuso, segundo as normas do Conama. Os resultados das análises de água revelaram valores que estavam dentro dos permitidos para águas classe 1, embora ainda dependa de outras análises microbiológicas pra ser aprovada para consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento; sustentabilidade; águas pluviais; recursos hídricos; reuso da água, telha cerâmica.

1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, o uso consciente da água é de grande importância, pois é um recurso natural renovável e finito, e cada vez mais valorizado. Dessa maneira, toda forma de reaproveitamento ou reutilização da água é desejável e bem-vinda.

Atualmente, é possível captar quase toda a água de chuva em edificações, que pode ser utilizada para diversos fins. Para cada metro quadrado de telhado, por exemplo, é possível captar cerca de 20 litros de água numa chuva mediana de 20 mm. Essa água pode ser utilizada para limpeza da casa, irrigação de jardim, em vasos de

descarga e, dependendo de sua qualidade, até na lavagem de roupa.

Existem vários tipos de construções urbanas, utilizando diversos tipos de cobertura, como telhas cerâmicas, de fibrocimento, cimento, telhado verde, entre outros. As águas pluviais não aproveitadas pelo homem estão sendo refletidas em forma de impactos ao meio ambiente, que são consequências de várias causas e associados a determinados aspectos, ocasionando diversos problemas e prejuízos à população urbana, tais como enxurradas, alagamentos e inundações, com consequente danificação dos pavimentos, buracos nas ruas, erosões e voçorocas. Com isso, torna-se importante a realização de pesquisas visando adotar diferentes formas e maneiras de captação da água da chuva e avaliar sua qualidade, podendo assim reutilizá-la em uma edificação familiar em área urbana, tendo em vista seu aproveitamento para uso doméstico, em torneiras de jardins, vasos sanitários, entre outros.

Dentre os vários benefícios da coleta de água de chuvas, é possível destacar alguns, tais como (i) ajuda a diminuir o consumo de água tratada; (ii) é relativamente limpa; (iii) promove a redução da carga de drenagem e enchentes; (iv) a água fica disponível onde é necessária; (v) é possível aproveitar a utilização das estruturas já existentes, como telhados, lajes, entre outros, pois a utilização de materiais é o mais simples possível e (vi) reserva de água para situações de emergências ou interrupção no abastecimento.

De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a Norma Brasileira NBR 5626/82 define que instalações prediais de água fria fixam as condições exigíveis quanto à maneira e os critérios pelos quais devem ser projetadas as instalações prediais de água fria, para atender as exigências técnicas mínimas de higiene, segurança, economia e conforto dos usuários. A norma se aplica a quaisquer tipos de instalações de água fria para uso e consumo humanos. Portanto, a utilização de sistemas de coleta e armazenamento das águas pluviais já está previsto, conforme especificado no subitem 4.1.2 da Norma NBR 5626/82, destacando-se que os usos das águas pluviais deverão ser para fins não potáveis. Caso contrário, as águas pluviais deverão passar por tratamento e desinfecção, e atender aos padrões de potabilidade fixados pela Portaria Nº 1469/01, do Ministério da Saúde.

Pela substituição das águas potáveis fornecidas pelo sistema de abastecimento público, visando à otimização na utilização dos mananciais de

abastecimento, preservando-os e não exaurindo sua exploração num pequeno espaço de tempo, destacam-se as seguintes utilizações das águas pluviais da drenagem urbana, para fins não-potáveis: Descargas nas bacias sanitárias; lavagem de veículos; lavagem de calçadas e das áreas de estacionamento de veículos; limpeza de coletores de esgotos sanitários; lavagem de ruas; rega de plantas; irrigação de jardins residenciais e de logradouros públicos; processos industriais que não exigirem potabilidade; combate a incêndios ou outros usos em situações emergenciais (FENDRICH, 2002).

Quanto aos tipos de utilização e reutilização das águas, tanto pluviais como residuárias, Silva e Santana (2014) citaram que, de acordo com Moruzzi (2008), órgãos competentes definiram alguns tipos e modalidades de reuso, segundo as diretrizes definidas pela OMS em 1973. Estabeleceu-se um documento que apresenta a classificação dos tipos de reuso em diferentes modalidades, de acordo com seus usos e finalidades, em (1) reuso indireto (águas originadas após o uso, doméstico ou industrial, despejadas em cursos d'água superficiais ou subterrâneos. Pode ainda ser proveniente do despejo direto de efluente em rios que sofrem o processo de autodepuração); (2) reuso direto (consiste no uso de esgoto tratado, seja para a irrigação, industrial ou como água potável, exigindo, porém, alto rigor de qualidade); (3) reciclagem interna: com o objetivo de reduzir o consumo de água, é composto pelo reuso da água internamente em indústrias; (4) reuso potável direto (quando o esgoto é sujeito a um processo avançado de tratamento e em seguida é direcionado ao consumo como água potável) e (5) reuso potável indireto (neste sistema o esgoto após ser submetido a tratamento adequado o mesmo é disposto em cursos d'água para efeito de diluição, sendo posteriormente captado e tratado para consumo).

Referente à legislação vigente, tem-se a Resolução N° 54 pertencente ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, da data de 28 de novembro de 2005, que coloca as modalidades, diretrizes e critérios a serem adotados quando do reuso direto não potável de água.

Quanto às modalidades de reuso especificadas por esta resolução, tem-se as apresentadas abaixo, com base no artigo de Moruzzi (2008) apud Brasil (2008): (i) fins urbanos – irrigação paisagística, higienização de logradouros, construção civil e combate ao incêndio; (ii) fins agrícolas – cultivos diversos; (iii) fins ambientais – ações para recuperação do meio ambiente; (iv) fins industriais – na produção e operações;

e (v) na aquicultura – criação de animais ou cultivo de plantas aquáticas.

Ainda, segundo Silva e Santana (2014), em 2005 a Agência Nacional de Águas (ANA), a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP) reuniram agentes públicos, empresas de tecnologia, fabricantes e instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico para elaborar um manual de conservação e reuso de água em edificações. No mesmo consta algumas exigências mínimas para o uso da água não potável nas edificações, conforme apresentados a seguir, (i) água para irrigação de jardim, lavagem de pisos: sua qualidade deve ser adequada de modo que não agrida a vegetação, nem tenha odores ou estar contaminada; (ii) água para descarga em bacias sanitárias: não pode causar alterações aos aparelhos sanitários ou ser de alguma forma prejudicial ao ser humano e (iii) água para refrigeração e sistema de ar condicionado: deve ser inodora nem alterar o funcionamento de máquinas ou ainda causar incrustações.

2 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é avaliar o aproveitamento da chuva para fins não potáveis em edificações, utilizando telhado de cerâmica no município de Três Lagoas, MS.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Construção do Telhado

Foi escolhido um terreno plano e em local aberto para instalação do protótipo de telhado, cujas dimensões eram de 1 m x 1 m (1m²) e declividade de 30%. Foram feitas perfurações no solo com cavadeira articulada e trado, onde foram fixados quatro caibros de 5x6 cm com função estrutural de pilar, dois medindo 1,5 m e dois medindo 1,8 m, nivelados e dentro do esquadro com auxílio da mangueira de nível e linha de pedreiro. Após a fixação dos pilares, foram instaladas as terças de 12x5 cm nas laterais utilizando ripas de 2x6 cm e fixando com pregos com cabeça 17x21. Foi feita a retirada da galga da telha e o madeiramento com ripas, e o telhado foi finalizado após a instalação das telhas de cerâmica do tipo portuguesa.

3.2 Instalação da Calha

Após a finalização do telhado, uma seção de 200mm de um cano de PVC de 100 mm foi cortado no sentido transversal, e instalada na horizontal abaixo na caída do telhado, para servir de calha, onde a mesma ficou com um desnível de 1 cm por metro (1%), para que a água da chuva escoasse até a ponta da calha, onde foi instalado um tubo de PVC de 25 mm para conduzir a água aos coletores de amostra (galões de 20 L), no qual ficaria armazenada a água na chuva colhida pelo telhado.

3.3 Período de Coleta

O telhado ficou exposto ao tempo no período de 06 de abril a 29 de junho de 2019, e durante esse período foram colhidas amostras de água em três datas: 24/abril, 04/maio e 04/junho.

3.4 Análise da Água

Foram feitas análises e aferições de parâmetros físicos e químicos da água de chuva coletada: Potencial Hidrogeniônico (pH) com peagâmetro Tecnal, Condutividade elétrica (mS) com condutivímetro Tec-4MP, Sólidos Totais (S_T), Sólidos Totais Fixos (S_{TF}) e Sólidos Totais Voláteis (S_{TV}) seguindo protocolos adaptados de Standard Methods (APHA, 1998).

3.4.1 Sólidos Totais (S_T)

Os cadinhos de porcelana foram previamente lavados, secos e aferidos em mufla a 550 °C por uma hora, esfriados em estufa a 105 °C por 45 min e depois em dessecador por mais 45 min. Após atingir a temperatura ambiente, os cadinhos foram pesados em balança analítica (Shimadzu AUJY 220) para obtenção do P0 (peso sem amostra). As amostras de água coletadas foram homogeneizadas, sendo que 50 mL de cada amostra foi transferida para o cadinho. As amostras foram então transferidas para a estufa bacteriológica (Marconi MA032) na temperatura de 100 °C por aproximadamente quatro horas. Após a evaporação, os cadinhos foram levados ao dessecador para esfriar até temperatura ambiente. Em seguida pesou-se novamente cada cadinho para se obter a massa de sólidos totais (P1), em mg/L, conforme a fórmula:

$$S_T(\text{mg/L}) = \frac{(P1-P0) \times 1.000.000}{\text{Vol. amostra (mL)}}$$

P0= peso do cadinho vazio.

P1= peso do cadinho após a evaporação.

3.4.2 Sólidos Totais Fixos (S_{TF})

Após anotar o valor do peso P1, o cadinho de porcelana foi transferido para a mufla a 550 °C por uma hora, e depois esfriado em estufa a 105°C por 45 min e depois em dessecador por mais 45 min. Após atingir a temperatura ambiente, o peso do cadinho foi anotado (P2). O resultado é expresso aplicando a fórmula:

$$S_{TF}(mg/L) = \frac{(P2-P0) \times 1.000.000}{Vol. amostra (mL)}$$

P0= peso do cadinho vazio.

P2= peso do cadinho após a evaporação.

3.4.3 Sólidos Totais Voláteis (S_{TV})

O valor de S_{TV} é obtido através do cálculo da diferença entre os Sólidos totais e os Sólidos totais fixos, conforme a fórmula:

$$S_{TV}(mg/L) = S_T - S_{TF}$$

3.4.4 Sólidos Suspensos (S_s)

O processo de determinação de sólidos suspensos foi feito por meio da filtração da água em bomba a vácuo, sendo montado um sistema que consiste em um kitassato; filtro de fibra vidro; filtro de papel; garras metálicas e bomba a vácuo. Como procedimento utilizou-se 50 mL da amostra coletada, descartando o filtrado da lavagem. Na segunda etapa leva-se o papel filtro á estufa para secagem em cerca de 100 c°, por uma hora dentro do cadinho de porcelana. Após a secagem, esfriar até atingir a temperatura ambiente, e em seguida se faz a pesagem do material seco junto com a capsula de porcelana. Por fim, é feito o cálculo segundo a fórmula:

$$S_s(mg/L) = \frac{(P3-P0) \times 1.000.000}{Vol. amostra (mL)}$$

P0= peso do cadinho com o papel de filtro.

P3= Peso do cadinho após a queima.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de pH, condutividade elétrica e temperatura das

amostras de água coletadas estão demonstrados na Tabela 1.

Os valores de pH e de condutividade elétrica apresentam valores intermediários, sem extremos, sendo considerados normais para água potável e não potável, não oferecendo risco para seres humanos, plantas e outros animais.

Tabela 1. Valores de pH, condutividade elétrica e temperatura das águas coletadas.

Data de coleta	pH	Cond. Elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)
24/04/2019	7,0	19,53	23,05
04/05/2019	8,0	53,01	22,8
04/06/2019	6,0	19,53	23,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores de sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de Sólidos Totais (S_T), Sólidos totais fixos (S_{TF}), Sólidos totais voláteis (S_{TV}) e sólidos sedimentáveis das águas coletadas.

Data de coleta	S_T (mg/L)	S_{TF} (mg/L)	S_{TV} (mg/L)	SS (mg/L)
24/04/2019	146,0	97,82	48,18	0,62
04/05/2019	184,0	114,08	69,92	0,85
04/06/2019	98,0	66,64	31,36	0,43

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores de sólidos totais dissolvidos, sólidos totais e sólidos suspensos apresentados estão dentro dos valores permitidos pela resolução 357/2005 do CONAMA que preconiza, valor máximo permitido de 500 mg/L de sólidos dissolvidos totais para águas para consumo humano, classe 1 (BRASIL, 2005). Esse resultado é animador, pois essa água poderia ser utilizada para consumo humano após tratamento simples. Apenas dependeria de ser aprovado em outros exames, tais como o microbiológico de detecção de coliformes fecais, e outros de metais pesados e toxinas.

Os maiores valores de sólidos totais apresentada no segundo período pode ter sido causada pela maior deposição de materiais minerais e orgânicos, como poeira e outros, durante esse período na área em que os telhados foram instalados.

A precipitação total acumulada no período do experimento foi de 148 mm, distribuídos nos três períodos do experimento, conforme a Tabela 3.

O clima em Três Lagoas é tropical. O verão tem muito mais pluviosidade que o inverno. Segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. A temperatura média anual em Três Lagoas é 24.2 °C. 1241 mm é a pluviosidade média anual

(INMET, 2019).

Tabela 3. Precipitação (mm) acumulada durante o período do experimento.

Período	Precipitação acumulada (mm)
06/04 a 24/04/2019	60
25/04 a 04/05/2019	55
26/05 a 04/06/2019	33

Fonte: Elaborado pelos autores.

As medidas estruturais são obras da engenharia hidráulica implementadas para mitigar os impactos causados pelas enchentes, podendo ser extensivas ou intensivas. Segundo TUCCI (2003), as extensivas são as medidas que agem na bacia, modificando as relações entre precipitação e vazão, fazendo com que através de medidas físicas diretas na bacia possa reduzir o coeficiente de escoamento e diminuir os efeitos da erosão e, como consequência, a diminuição dos riscos de enchentes. Tucci (2003) também menciona que essas medidas extensivas são, na maioria das vezes, inviáveis para bacias médias e grandes, sendo geralmente aplicada em pequenas bacias. Como exemplos de medidas extensivas, podem ser citadas: o controle da cobertura vegetal, obras de microdrenagem, obras que aumentem a capacidade de infiltração e de percolação (pavimentos permeáveis, valas de infiltração, bacias de percolação, dispositivos hidráulicos permeáveis dentre outros), armazenamento e controle da erosão do solo.

O aproveitamento de água pluvial é uma prática milenar, empregada no mundo todo. Dependendo da região, apresenta bons resultados de economia de água potável (TOMAZ, 2003).

O uso de equipamentos economizadores, tais como torneiras hidromecânicas, redutores de vazão, sensores e válvulas de descarga com acionamento seletivo, é a alternativa que mais vem crescendo no país de acordo com o Programa de pesquisas em saneamento (2006).

Sautchúk (2004) analisou o potencial de redução da demanda de água potável de um edifício de escritórios localizado em São Paulo (SP), mediante a instalação de equipamentos economizadores e medição individualizada. Foi verificada a possibilidade de redução de 30% no consumo de água potável. Além disso, verificou-se que o potencial de redução no consumo de água potável seria de 34% caso fosse realizado aproveitamento de água pluvial (para usos em bacias sanitárias, lavagem de áreas externas e irrigação) aliado à otimização de consumo.

5 CONCLUSÕES

O aproveitamento da água da chuva é uma das soluções mais simples e baratas, podendo auxiliar na preservação da água potável, tendo como benefício a redução do escoamento superficial e minimizando os problemas causados pelas enxurradas e alagamentos.

Após a análise da qualidade da água da chuva após escoar sobre o telhado com telha portuguesa, tem-se que seria possível seu reaproveitamento com simples tratamento prévio apenas para a remoção de sólidos inertes que causariam incrustações na rede de distribuição.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1982.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF 18 de março, 2005.

FENDRICH, R. Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2002.

INMET, 2019. Disponível em <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso-do-sul-188/?amp=true>>. Acessado em 28/08/2019.

MORUZZI, R. B. Reuso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, v. 8, n. 3, p. 271-294. 2008 ISSN 1982-7784. Disponível em <www.olam.com.br>. Acesso em 08/10/13.

PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO. Rede Cooperativa de Pesquisas. Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgotos Domésticos na Origem, Visando a Redução do Consumo de Água e da Infra-Estrutura de Coleta, Especialmente nas Periferias Urbanas. Vitória: UFES, UFSC, UNICAMP, IPT, 2006.

SAUTCHÚK, C. A. Código de Prática de Projeto de Execução de Sistemas Prediais: conservação de água em edifícios. Brasília, DF: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – DTA. Documento Técnico de Apoio nº F3. 2004.

SILVA, M. A., SANTANA, C. G. 2014. REUSO DE ÁGUA: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas REVISTA DO CEDS Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB N. 1 agosto/dezembro 2014 – Semestral Disponível em: <http://www.undb.edu.br/ceds/revistadocecds>

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva: para áreas urbanas e fins não-potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. Ciência e Cultura, Gestão da Águas/Artigos. v. 55, n. 4, São Paulo, 2003.