

## ANÁLISE TÉCNICA DE ÁGUA DE CHUVA

**CARLOS AUGUSTO DE PAIVA SAMPAIO<sup>1</sup>, GILBERTO MASSASHI IDE<sup>2</sup>,  
RODRIGO FIGUEIREDO TEREZO<sup>3</sup>, CÉLIO ORLI CARDOSO<sup>4</sup>,  
CAROLINA SPANHOLI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Associado, Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV/UDESC, Lages - SC, (049) 2101-9100, [a2caps@cav.udesc.br](mailto:a2caps@cav.udesc.br)

<sup>2</sup> Engenheiro de Alimentos, Prof. Assistente, CAV/UDESC, Lages - SC.

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, Prof. Adjunto, CAV/UDESC.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Associado, CAV/UDESC, Lages - SC.

<sup>5</sup> Discente do CAV/UDESC, Lages - SC.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Os objetivos deste trabalho foram avaliar a qualidade da água de chuva proveniente de telhados diversos quanto à *turbidez, cor, oxigênio dissolvido, pH e presença de coliformes termotolerantes e Escherichia coli*, visando identificar potencial de uso em atividades agrícolas e urbanas. Seis amostras de água de chuva foram coletadas de coberturas de telhas de barro (TB), fibrocimento (TP) e metálicas (TM) de três edificações urbanas e de três edificações destinadas ao confinamento de animais e na forma *in natura*. As amostragens e análises seguiram a *Resolução Conama 357/2005* e a *Portaria 2914/2011-Ministério da Saúde*. Os resultados mostraram que a turbidez, cor e oxigênio dissolvido (OD) da água de chuva ficaram abaixo do permitido; o pH mostrou variável (5,79 a 7,17) e de predominância ácido com valor de 5,97 para a forma *in natura*; foram encontrados coliformes termotolerantes em todas as amostras, tornando-se proibida para uso potável.

**PALAVRAS-CHAVE:** aproveitamento de água de chuva, telhados, contaminação.

## RAINWATER TECHNICAL ANALYSIS

**ABSTRACT:** The objectives of this work were to evaluate the quality of rainwater from roofs and potential for use in agricultural and urban activities as to color, turbidity, dissolved oxygen, pH and presence of faecal coliforms and *Escherichia coli*. Six rainwater samples were collected from roofs of clay tiles (CT), fibercement (FT) and metallic (MT) from three urban buildings and three animal confinement housing and the *rainwater fresh* samples. The sampling and analysis followed the Conama resolution 357/2005 and the Brazilian legislation 2914/2011. The results showed that the turbidity, color and dissolved oxygen of rainwater were below the allowed by Brazilian legislation; the pH showed variable (5.79 to 7.17) and predominantly acid with value of 5.97 to *rainwater fresh* samples; faecal coliforms were observed in all samples, becoming prohibited how potable use.

**KEYWORDS:** utilization of rainwater, roofs, contamination.

## INTRODUÇÃO

A escassez de água potável é uma realidade, sendo consequência principalmente do aumento populacional, do desperdício, das atividades poluidoras e da diminuição das reservas de água doce, o que tem gerado a busca de alternativas para tal situação. A captação e o aproveitamento da água de chuva podem ser alternativas que conduzem a uma diminuição dos impactos da estiagem seja nas atividades agrícolas, industriais e domésticas além de amenizar os efeitos de inundações em cidades e vilas rurais.

Referente à dessedentação de animais, CONAMA 357 (2005) estabelece a utilização de água da classe 3, entretanto SOARES et. al (2008) citam que estudos indicam que a água destinada ao consumo animal deve ter as mesmas características da água potável. PALHARES & GUIDONI (2012), comentam que o Brasil não dispõe de legislação específica que determine a qualidade da água armazenada em cisterna para uso de dessedentação de animais, informando ainda que trabalho realizado no Oeste de Santa Catarina, o referencial utilizado foi a Resolução CONAMA 357, determinando que águas superficiais destinada a esse uso deva cumprir os padrões Classe 3. Concluíram que a água armazenada na cisterna apresentou qualidade satisfatória para uso na dessedentação de animais.

MAY & PRADO (2006) avaliaram a qualidade da água da chuva na cidade de São Paulo e os resultados mostraram a necessidade de sua desinfecção. Citam ainda que pH em torno de 5,0 pode ocorrer em regiões não poluídas.

HAGEMANN (2009) avaliou a qualidade da água da chuva na cidade de Santa Maria/RS, coletada da atmosfera e de telhados de fibrocimento. Observou que os valores médios pH variaram entre 6,5 a 7,9 após a passagem pelos telhados e que diretamente da atmosfera variou entre 4,5 e 7,0. Descreveu ainda que essa tendência de aumento do pH da água da chuva após sua passagem pelas áreas de captação foi verificada por outros autores e, obtidos não somente em telhas de fibrocimento, mas também em outros materiais como cerâmica e concreto. Observou que os valores de *Escherichia coli* foram superiores na água coletada dos telhados comparados aos da água coletada diretamente da atmosfera.

JAQUES (2005) relata que mesmo em áreas inalteradas pela ação do homem o pH encontra-se próximo de 5,0 devido à presença de CO<sub>2</sub> e SO<sub>4</sub> que reagem com a água da chuva diminuindo o pH. Avaliou ainda a água da chuva em Florianópolis/SC e em telhados cerâmico e de “cimento amianto”, realizadas a 0, 10, 30 e 60 minutos após o início da chuva. Encontrou valores menores para pH da chuva coletada da atmosfera do que dos telhados e que a cor, turbidez e coliformes termotolerantes encontraram-se ligeiramente acima do estabelecido pela Portaria 518/04 - MS, descartando seu uso para consumo humano.

A NBR 15527/07 surge como primeira diretriz brasileira específica que fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas, para fins não potáveis tais como descargas em bacias sanitárias, irrigação de plantas ornamentais, lavagem de veículos e calçadas, limpezas de pátios, espelhos de água e usos industriais. Já a Portaria MS 2914/11 trata do padrão de potabilidade da água e do padrão para o consumo humano e a Resolução CONAMA 357/05 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade da água de chuva proveniente de telhados de edificações urbanas e rurais do Planalto Catarinense e na forma in natura, com a análise da turbidez, cor, oxigênio dissolvido, pH e a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em edificações pertencentes à região urbana e rural de Lages/SC, com as instalações para animais possuindo certo afastamento das consideradas urbanas. A cidade localiza-se no Planalto Catarinense, com latitude 27°49' sul, longitude de 50°20' oeste e altitude de 940 m. O clima da região, de acordo com KOPPEN, é Cfb

(mesotérmico constantemente úmido com verão brando) com precipitação média anual de 1500 mm, sendo que as médias maiores ocorrem nos meses de verão e de primavera, ou seja, 160 mm e 170 mm, respectivamente.

Foram analisadas água de chuva proveniente das seguintes edificações:

- instalação para ovelhas de telha de barro;
- instalação para suínos de telha de barro;
- instalação para bovinos de telha de fibrocimento;
- edificação urbana com telha de barro;
- edificação urbana com telha de fibrocimento;
- edificação urbana com telha de aço zincado;
- in natura.

As coberturas eram formadas por telhados assentes em estruturas formadas por treliças. As coberturas apresentavam declividade média de 40% para telhas de barro, 15% para telhas de fibrocimento e curva para telha de aço zincado.

Os padrões adotados para amostragem, análises e medidas foram os seguintes:

#### **Resolução CONAMA 357/05:**

- *coliformes termotolerantes (classe 1)*: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade previstos na Resolução CONAMA 274/2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral;

- *coliformes termotolerantes (classe 3)*: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano com frequência bimestral. Para *dessedentação de animais* criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano com frequência bimestral;

- *pH* de classes I, II e III de 6,0 a 9,0 para água doce;
- *Turbidez* até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) - (classe D);
- *OD*, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>.

#### **Portaria MS 2914/11:**

- Coleta de amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana.

- *presença de coliformes* na água para consumo humano deve apresentar *ausência* em 100 mL do material amostrado de *E. coli* e para água tratada (após tratamento), ausência de coliformes totais em 100 mL do material amostrado.

- *Cor*, máximo 15 na escala Pt-Co.
- *pH* da água para potabilidade deve ser de 6,0 a 9,5.

As amostragens foram realizadas nas saídas dos condutores verticais, com a água de chuva coletada e condicionada em recipientes plásticos ou de vidro esterilizados. Para a água de chuva na forma *in natura*, a coleta foi ao tempo colocando-se o recipiente a meio metro do chão. Na instalação de confinamento de bovinos, a coleta de água da chuva foi realizada na saída da caixa d'água de fibra de vidro usada para armazenamento de água de chuva.

Uma inspeção visual da água da chuva na saída da calha vertical foi realizada verificando-se presença de folhas, galhos e pedras, descartando a água dos primeiros minutos.

Em seguida, foi realizada em laboratório as análises de turbidez, cor, oxigênio dissolvido, pH e de microorganismos.

A avaliação da turbidez foi realizada pelo instrumento *turbidímetro* digital. A avaliação da cor foi realizada através do método do *disco de cor na escala Pt-Co*. A análise do oxigênio dissolvido (OD) foi realizada pelo instrumento *oxímetro* digital, de análise direta do oxigênio dissolvido através de uma sonda de oxigênio e o pH foi obtido pelo instrumento *pHmetro* digital.

Para a análise prévia de coliformes totais e a análise de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* utilizou-se caldo verde brilhante bile lactose 2% e caldo EC, respectivamente. O teste presuntivo foi usado para estimar a população de coliformes totais, o teste confirmativo para presença de coliformes totais e o teste completo para determinação de coliformes termotolerantes e presença de *Escherichia coli*.

A turbidez, cor e oxigênio dissolvido foram discutidos pelos seus máximos comparando-se com a resolução e portaria citadas.

A presença de coliformes foi discutida analisando as seis medidas obtidas em cada edificação e comparando-se com a resolução e portaria citadas.

Para comparação do pH, foi usado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições sendo as edificações os tratamentos. Foi empregado o teste “F” para a análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores máximos obtidos em amostras de água de chuva para turbidez, cor e oxigênio dissolvido, de acordo com o tipo de edificação e local da mesma.

TABELA 1. Valores máximos de turbidez, cor e oxigênio dissolvido (OD) da água de chuva, de acordo com a edificação e tipo de cobertura. **Maximum values of turbidity, color and dissolved oxygen of rainwater according with the edification and type of coverage.**

Local e tipo de cobertura	Turbidez (UNT)	Cor (mg Pt-Co L <sup>-1</sup> )	OD (mg/L)
T1: instalação para ovelhas ( <i>telha de barro</i> )	1,61	0	9,2
T2: instalação para suínos ( <i>telha de barro</i> )	2,10	0	9,0
T3: instalação para bovinos ( <i>telha fibrocimento</i> )	1,59	0	8,8
T4: edificação urbana ( <i>telha de barro</i> )	1,12	0	10,4
T5: edificação urbana ( <i>telha de fibrocimento</i> )	2,20	0	9,4
T6: edificação urbana ( <i>telha de aço zincado</i> )	n.a.	n.a.	n.a.
T7: <i>in natura</i>	0,42	0	n.a.

n.a.: não avaliado.

De acordo com a Tabela 1, a turbidez e a cor máxima ficaram abaixo do permitido pela *Resolução CONAMA 357/05*, o mesmo ocorrendo com a análise de OD, não ficando inferior a 6,0 mg. L<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub>, concentração mínima exigida pela norma.

A Tabela 2 mostra os valores de pH e o valor médio em amostras de água de chuva, de acordo com o tipo e localização da edificação. Já a Figura 1 mostra a representação gráfica do pH médio.

Pode-se notar que o pH mostra-se muito variável (5,79 a 7,17) e de predominância ácido. O menor de pH foi obtido em edificação urbana de telha de barro e o maior valor na instalação para ovelhas com telha de barro.

TABELA 2. Valores de pH acordando com a edificação e tipo de cobertura. **Values of pH according with the edification and type of coverage.**

Local e tipo de cobertura	pH	pH <sub>médio</sub>
T1: instalação para ovelhas ( <i>telha de barro</i> )	(6,81) (6,98) (7,55) (7,34) (7,20) (7,10)	7,16 c
T2: instalação para suínos ( <i>telha de barro</i> )	(6,35) (6,00) (5,75) (6,60) (6,55) (6,85)	6,35 a
T3: instalação para bovinos ( <i>telha fibrocimento</i> )	(6,58) (7,05) (6,90) (6,85) (6,75) (6,75)	6,81 bc
T4: edificação urbana ( <i>telha de barro</i> )	(5,40) (5,54) (5,00) (6,10) (6,25) (6,47)	5,79 a
T5: edificação urbana ( <i>telha de fibrocimento</i> )	(6,69) (6,16) (7,78) (7,08) (7,10) (6,80)	6,93 bc
T6: edificação urbana ( <i>telha de aço zincado</i> )	(6,26) (6,20) (5,80) (6,40) (6,32) (6,10)	6,18 ab
T7: <i>in natura</i>	(6,92) (6,10) (4,95) (6,00) (6,15) (5,80)	5,98 a

Letras iguais não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

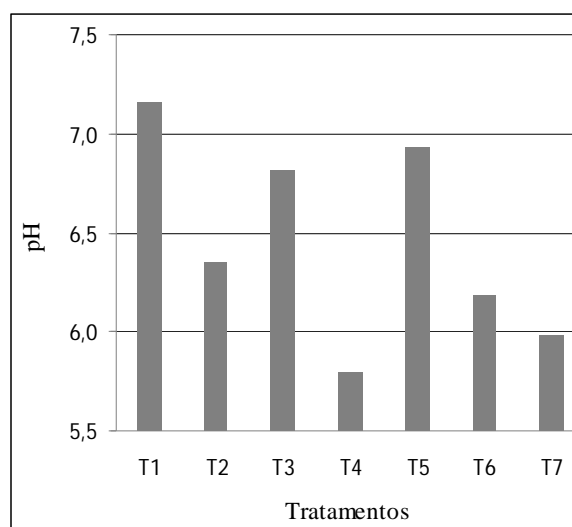


FIGURA 1. Valores médios de pH de acordo com os tratamentos.

Pode-se notar uma tendência das instalações para animais com telhas de barro apresentar valores mais elevados de pH em comparação com edificações urbanas com as mesmas telhas. E basicamente em todos os tratamentos, o pH atende as exigências da *Resolução CONAMA 357/05* e da *Portaria MS 2914/11*.

O pH encontrado nas edificações acorda como os descritos por MAY & PRADO (2006) e JAQUES (2005), com única exceção da edificação para ovelhas, confirmando ainda o caráter ácido da água de chuva da atmosfera. Resultados com comportamentos semelhantes de pH também foram obtidos por HAGEMANN (2009), ou seja, quando os compostos presentes na atmosfera conferem o caráter ácido para a água da chuva e que, ao passar pelas superfícies de captação seu pH é modificado, por influência do material que compõe essas áreas e das impurezas nelas contidas.

A Tabela 3 mostra os valores de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* (NMP/100mL de coliformes) de acordo com o tipo de cobertura e local.

Nota-se que em todas as amostras houve presença de coliformes, descartando a potabilidade da água de chuva proveniente destes telhados. A presença de coliformes é indicativo da existência de poeira sobre as telhas, o que dificulta a limpeza e lavagem pela própria água de chuva, entretanto, percebe-se ainda que em telhas lisas como fibrocimento e metálica, não detectaram presença de EC, explicado pela facilidade de lavagem pela água de chuva. Estes valores acordam com os obtidos por JAQUES (2005) na cidade de

Florianópolis/SC e por HAGEMANN (2009), em que na água *in natura* a presença de coliformes é mínima enquanto ao passar pelos telhados, fezes de pássaros, poeira e outras substâncias carregam para a água estes microrganismos.

TABELA 3. Valores (NMP/100mL) de *microorganismos termotolerantes* e *Escherichia coli* de acordo com a edificação e tipo de cobertura. **Values of termotolerantes and Escherichia coli microorganisms (NMP/100 mL) according with the edification and type of coverage.**

Local e tipo de cobertura	Termotolerantes NMP/100mL	<i>Escherichia coli</i> NMP/100mL
T1: instalação para ovelhas ( <i>telha de barro</i> )	(3,6) (11) (15) (>16) (>16) (0,0)	(0,0) (7,3) (11) (>16) (0,0) (0,0)
T2: instalação para suínos ( <i>telha de barro</i> )	(3,0) (7,3) (6,0) (39) (15) (7,3)	(3,0) (6,2) (3,0) (0,0) (0,0) (0,0)
T3: instalação para bovinos ( <i>telha fibrocimento</i> )	(3,0) (3,6) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0)	(0,0) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0)
T4: edificação ( <i>telha de barro</i> )	(0,0) (6,0) (6,2) (5,1) (0,0) (0,0)	(0,0) (0,0) (0,0) (2,2) (0,0) (0,0)
T5: edificação ( <i>telha de fibrocimento</i> )	(7,3) (3,0) (7,3) (16) (0,0) (0,0)	(3,6) (3,0) (0,0) (9,2) (0,0) (0,0)
T6: edificação ( <i>telha de aço zincado</i> )	(9,2) (16) (6,1) (6,1) (3,0) (3,0)	(0,0) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0)
T7: <i>in natura</i>	(>16) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0)	(16) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0) (0,0)

As telhas de barro foi as que apresentaram os valores mais altos de coliformes, indicando a necessidade de maior controle da água proveniente deste tipo de telhado.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, a água de chuva avaliada pode ser classificada de *classe 3*, ou seja, para *dessedentação de animais* criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano com frequência bimestral.

## CONCLUSÕES

- a turbidez, cor e oxigênio dissolvido ficaram no intervalo recomendado pela Legislação Brasileira;
- o pH mostrou predominantemente ácido e na forma *in natura* o pH foi de 5,97;
- a presença de coliformes descarta o uso para fins potáveis;
- as telhas de barro foi as que apresentaram os valores mais altos de coliformes;
- a água de chuva após passar pelas coberturas avaliadas pode ser classificada de *classe 3* (CONAMA 357);
- as informações levantadas e analisadas constituem produtos que poderão subsidiar tomadas de decisões, priorizando ações que venham a minimizar os danos sociais, ambientais e econômicos.

## REFERÊNCIAS

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. 8 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

HAGEMANN, Sabrina Elicker. *Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso*. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

JAQUES, R.C. *Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

KÖPPEN, W.P. *Classificação climática de Köppen*. 1900. [on-line]. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org>.

MAY, S. & PRADO, R.T.A. Experimental evaluation of rainwater quality for non-potable applications in the city of São Paulo, Brazil. *Urban Water Journal*, v.3; n.3; London, UK. p. 145 – 151. 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Portaria 2.914/2011*. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914>>. Acesso em: 20 dez/2012.

PALHARES, J.C.P. & GUIDONI, A.L. Qualidade da água de chuva armazenada em cisterna utilizada na dessedentação de suínos e bovinos de corte. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 7, n. 1, 2012.

SOARES, N.M. et. al (2008). Qualidade química e bacteriológica da água utilizada na dessedentação de aves. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*. Junho de 2008.