

**KELVIN DAYLON NAZARI FARIAS**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUAS METEÓRICAS E DE  
CAPTAÇÃO NA CIDADE DE CONCÓRDIA-SC**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como  
requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia  
Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Arlindo Cristiano Felipe

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e  
aprovado pela banca em: 03 / 12 / 2015

**BANCA EXAMINADORA**



Prof<sup>o</sup> Dr. Arlindo Cristiano Felipe - UFFS



Prof<sup>o</sup> Dr. Alexandre Augusto Moreira Lapis - UFFS



Prof<sup>o</sup> Me. Leandro Bassani - UFFS

# ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUAS METEÓRICAS E DE CAPTAÇÃO NA CIDADE DE CONCÓRDIA – SC.

Kelvin Daylon Nazari Farias\*

Arlindo Cristiano Felipe\*\*

## Resumo

Este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade das águas meteóricas coletadas de forma direta, do sistema de captação por cisterna, e do sistema de distribuição para abastecimento público da cidade de Concórdia – SC, fazendo-se uma comparação qualitativa entre essas águas onde analisou-se possíveis alterações que a cisterna poderia estar causando em parâmetros das águas pluviais que chegam até o telhado e são captadas. As amostras coletadas foram levadas até o laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) para análises dos parâmetros pH, turbidez, condutividade elétrica, acidez, alcalinidade, cloretos, dureza, coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados dos parâmetros foram analisados de acordo com normas e legislações vigentes. Os resultados das análises de pH das águas meteóricas indicaram valores inferiores a 5,6, indicando chuva ácida no município. Coliformes totais e *Escherichia coli* não foram encontrados nas amostras analisadas e o sistema de cisternas investigado não causou alterações significativas nos parâmetros analisados se comparado com a água coletada de forma direta.

**Palavras-chave:** Águas meteóricas. Qualidade da água. Cisternas.

## Introdução

Na atualidade, vários países têm problemas com a falta do recurso mais importante para a manutenção da vida; a água. Teoricamente nosso planeta teria água suficiente para todos, porém, a má distribuição e o uso irracional fazem com que sua escassez se torne um sério problema.

Segundo Hagemann (2009), o aumento populacional, o desperdício e as atividades poluidoras são as principais causas dos sérios problemas de escassez de água que países do mundo todo vêm enfrentando, o que torna necessária a busca por fontes alternativas.

A água meteórica é a água proveniente de precipitação, podendo estar em estado líquido ou sólido, na forma de chuva, granizo, neve entre outras. Logo, usar a água meteórica como alternativa de consumo para determinadas atividades, é viável para minimizar o consumo, reduzir os custos da água fornecida pelas companhias de abastecimento e para reduzir o risco de inundação em caso de chuva intensa, como um método de preservação do meio ambiente, reduzindo a escassez de recursos hídricos em épocas de seca (May, 2004).

Segundo Gnadlinger (2003, citado por Hagemann, 2009, pg. 14) “os avanços na utilização dos sistemas de captação da água da chuva podem beneficiar mais de 2 bilhões de pessoas que tem problemas com o acesso a água potável e o saneamento básico no mundo inteiro”.

Teoricamente a água da chuva não apresenta organismos patogênicos, porém o contato com os sistemas de captação e armazenamento podem vir a contaminar todo o recurso, eis a importância de boas condições de projeto e higiene nos equipamentos (WHO, 2008).

As moléculas de água presentes na atmosfera na forma de vapor seriam o exemplo de água mais pura presente na natureza, porém com a condensação os gases atmosféricos se dissolvem na água e dependendo das substâncias presentes na atmosfera, da litologia do terreno, da vegetação entre outros fatores, algumas variáveis que caracterizam a qualidade da água irão apresentar valores diferentes em cada região (Braga, 2010.).

As normas brasileiras que ditam os sistemas de captação da água da chuva são a NBR 15527/2007 a respeito dos requisitos para o aproveitamento da água da chuva de coberturas de áreas urbanas para fins não potáveis, a NBR 10884 de instalações prediais de águas pluviais; e a NBR 5626 de instalação predial de água fria.

Diversos estudos e estatísticas internacionais relatam que a maioria dos países sofre com problemas de escassez de água ao menos em partes de seus territórios, quando não em seu todo.

Diante de tal situação, políticas de incentivo e a busca por novas alternativas vem sendo cada vez mais importante na resolução do problema de falta de recursos hídricos, eis que surge o uso das águas meteóricas, alternativa com baixo custo e alta eficiência capaz de abastecer boa parcela da demanda de água que as populações necessitam.

Segundo Calheiros, Gomes e Estrella (2014) o material pelo qual a água escoar para captação tem interferência direta em sua qualidade. Eles avaliaram a qualidade da água da chuva no município de Itájuba localizado no estado de Minas Gerais e verificaram que as águas meteóricas daquela região tinham boa qualidade, mas os diferentes sistemas de captação poderiam alterar de maneira mais ou menos significativa alguns parâmetros dessas águas como: pH, dureza, alcalinidade, turbidez e concentração de coliformes

Cohim, Garcia e Kiperstok (2008) avaliaram o potencial de aproveitamento de água da chuva em cinco municípios do estado da Bahia e concluíram que a captação e utilização de águas meteóricas em região urbana é uma alternativa viável, permitindo o direcionamento da água potável para consumos mais nobres, mas deve se tomar cuidados para que o dimensionamento do sistema e os encaminhamentos de uso não tragam problemas ocasionados por projetos inadequados, que podem comprometer os aspectos positivos da prática.

Braga (2008) analisou o consumo de água em condomínios horizontais na cidade de João Pessoa na Paraíba, e verificou que a aceitabilidade de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis era expressiva, e a implantação do sistema supracitado seria de grande importância para reduzir custos com a empresa de abastecimento de água potável, além de ser uma grande iniciativa na diminuição de gastos de recursos hídricos sem alterar de maneira radical os hábitos dos usuários.

Mano (2004) estudou a viabilidade e benefícios da captação residencial de água da chuva para fins não potáveis no município de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul e concluiu que o maior entrave para sua implantação são os custos iniciais, porém, o estudo revelou um grande potencial por parte desses sistemas de auxiliar na drenagem urbana, além de todos os outros benefícios ambientais e de diminuição de custos a longo prazo.

A realização dessa pesquisa justifica-se em ter conhecimento sobre a qualidade da água da chuva local coletada de forma direta, em um sistema de captação e a de abastecimento público para efetuar uma melhor gestão do uso dessas diferentes fontes. No contexto atual de escassez de água em grande parte do território brasileiro, é de extrema importância o estudo tanto qualitativo quanto quantitativo a respeito do uso das águas meteóricas, que pode vir a ser uma solução ou ao menos um auxílio a devidos problemas. Um exemplo disso é a nova lei substitutiva Nº50/2010 aplicada no município de Concórdia – SC, que exige que todas as novas edificações possuam captação, armazenamento e utilização da água proveniente da chuva em atividades que não requeiram água tratada, além de oferecer incentivo fiscal para edificações já existentes que se adaptem a nova lei. Outra lei a título de comparação é a complementar Nº 387/2009, no município de Chapecó – SC vizinho de Concórdia – SC, onde toda nova edificação maior que 150 m<sup>2</sup> fica obrigada a construir mecanismos de coleta e uso da água da chuva para fins não potáveis como serviços de jardinagem, lavagem de pisos, automóveis, fachadas e telhados, e no caso de shoppings, centros comerciais, indústrias e edificações públicas é obrigatório que o sistema atenda até mesmo os vasos sanitários.

Neste trabalho foi feita a comparação entre parâmetros analisados em laboratório como pH, turbidez, condutividade elétrica, acidez, alcalinidade, cloreto, dureza, coliformes totais e *Escherichia coli* de água meteórica coletada de forma direta, água de um sistema de captação de água da chuva e da água de abastecimento público utilizadas em uma residência localizada no município de Concórdia-SC.

O objetivo dessa pesquisa foi analisar a qualidade da água meteórica do local; verificar a eficiência do sistema de captação em manter a qualidade da água coletada através de comparação entre ambas; comparar a água da chuva coletada de forma direta, do sistema de captação e de abastecimento e melhorar a gestão do uso dessas águas.

## **Materiais e Métodos**

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Concórdia-SC. Todas as amostras foram coletadas em edificação domiciliar localizada em um loteamento, onde mora uma família de três pessoas. O sistema apresentado na Figura 1, capta toda a água da chuva que se deposita no telhado, e o excesso sai por um cano lateral inferior extravasor. O ponto de coleta de amostras do sistema de captação foi a mangueira que destina a água armazenada para seu uso final. As coletas foram realizadas nos dias 17 e 26 de setembro e 09 e 22 de outubro de 2015.

Figura 1 - Local de coleta e cisterna.



Após a coleta das amostras de água, estas foram levadas para os laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) onde analisou-se os parâmetros pH, turbidez, condutividade elétrica, acidez, alcalinidade, cloretos, dureza, coliformes totais e *Escherichia coli*.

O pH está relacionado a quantidade de íons  $H_3O^+$  dissolvidos na água. Este parâmetro foi medido através de um pHmetro da marca MS Tecnopon modelo MPA - 210.

A turbidez de uma amostra de água está relacionada com a quantidade de partículas em suspensão, e para verifica-la foi utilizado um turbidímetro da marca Policontrol modelo AP – 2000 iR, pelo método nefelométrico, que a identifica através da absorvância de um raio luminoso que atravessa a suspensão.

A condutividade elétrica está relacionada com a quantidade de íons em solução e foi medida através de um condutivímetro da marca Gehaka modelo CG - 1800 que mede a corrente que atravessa a água devido a presença de íons dissolvidos.

A determinação da acidez foi realizada através de volumetria de neutralização, onde foi adicionando 100 mL de água em um erlenmeyer, além de 3 gotas de fenolftaleína. Iniciou-se a titulação adicionou-se lentamente a solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) 0,0182 N ao erlenmeyer e o ponto de equivalência foi atingido quando a fenolftaleína adquiriu coloração rosa. Através do volume de hidróxido de sódio gasto na titulação, obteve-se os valores de acidez expressos em  $mg.L^{-1}$  de  $CaCO_3$  através da Equação 1, onde N é a normalidade e V é o volume.

$$\text{Acidez (mg. L}^{-1}\text{ de CaCO}_3) = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot N_{\text{NaOH}} \cdot 50000}{V_{\text{Amostra}}} \quad (\text{Equação 1})$$

A alcalinidade embora não traga riscos à saúde pública, pode causar alterações no gosto da água. Este parâmetro também foi determinado através de volumetria de neutralização onde adicionou-se num erlenmeyer 100 mL de amostra de água e 3 gotas do indicador alaranjado de metila. Na sequência iniciou-se a titulação com solução padrão de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,0210 N até se atingir o ponto de equivalência, onde o indicador mudou sua coloração de amarelo para laranja. Através do volume gasto de titulante, foi possível determinar os valores de alcalinidade expressos em mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> através da Equação 2, onde V é o volume e N é a normalidade.

$$\text{Alcalinidade (mg. L}^{-1}\text{ de CaCO}_3) = \frac{V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot 50000}{V_{\text{Amostra}}} \quad (\text{Equação 2})$$

A dureza da água está relacionada principalmente aos íons Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. Para determinação da dureza da água foi utilizado a volumetria de complexação. Em um erlenmeyer foram adicionados 100 mL da amostra de água, 5 mL de solução tampão NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (pH = 10) e 5 gotas do indicador preto de eriocromo-T. Iniciou-se a titulação com solução padrão de EDTA 0,0256 N e o ponto de equivalência foi atingido quando a solução contida no erlenmeyer mudou sua coloração de violeta para azul. Através do volume gasto de titulante e a Equação 3 calculou-se a dureza da água que é expressa em mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>, onde V é o volume e N é a normalidade.

$$\text{Dureza (mg. L}^{-1}\text{ de CaCO}_3) = \frac{V_{\text{EDTA}} \cdot N_{\text{EDTA}} \cdot 50000}{V_{\text{Amostra}}} \quad (\text{Equação 3})$$

As análises para determinação de cloretos foram realizadas através de volumetria de precipitação utilizando o método de Mohr. Num erlenmeyer foram adicionados 100 mL da amostra de água e aproximadamente 20 gotas do indicador cromato de potássio (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) 5% (m/v). Iniciou-se a titulação com solução padrão de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) 8,030 x 10<sup>-3</sup> N, e o ponto de equivalência foi atingido quando percebeu-se a formação de cromato de prata (Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) que possui coloração vermelho-tijolo. Com o volume gasto de titulante pode-se calcular a concentração de cloretos em mg.L<sup>-1</sup> através da Equação 4, onde V é o volume e N é a normalidade.

$$\text{Cloretos (mg. L}^{-1}\text{ de Cl}^{-}) = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \cdot N_{\text{AgNO}_3} \cdot 1000 \cdot 35,45}{V_{\text{Amostra}}} \quad (\text{Equação 4})$$

O teste de coliformes totais e *Escherichia coli* foi realizado através do kit Colitest. Para a realização do teste foi colocando 100 mL de água em um frasco, onde foi adicionado um sachê com meio de cultura Colitest. A mistura foi colocada em uma estufa a 37 °C durante 48 horas. Para o teste ser considerado positivo para coliformes totais o líquido homogeneizado que inicialmente tinha cor púrpura deve mudar para a cor amarela. Caso a presença de coliformes totais seja confirmada, o frasco deve ser exposto à fluorescência para verificar a presença de *Escherichia coli* e se durante a exposição aparecer a fluorescência azul o teste é positivo.

Para minimizar possíveis erros experimentais, todas as análises foram feitas em duplicada. Os resultados dos parâmetros apresentados nas tabelas foram obtidos através da média aritmética de duas medições.

Após identificar todos esses parâmetros foi feita a comparação a fim de identificar a influência que as amostras coletadas dos sistemas de captação estão sofrendo pelo mesmo.

Tendo os parâmetros definidos, também é possível definir atividades onde essas águas podem ser utilizadas de maneira que cumpram com sua função sem prejudicar determinados sistemas, além de verificar os padrões de potabilidade da água de abastecimento público.

## Resultados e Discussão

Abaixo serão expostos em tabelas e discutidos os resultados das análises realizadas no laboratório de química da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

Os resultados das medidas de pH encontrados para as amostras de água estão listados na Tabela 1. É importante destacar que de quatro amostras coletadas, apenas em uma não se teve como resultado chuva considerada ácida e em uma das análises o pH chegou a um valor inferior a 5, o que dá indícios de poluição industrial bastante significativa na atmosfera. Segundo Braga (2010) a chuva ácida, chuva com pH inferior a 5,6, ocorre quando gases nitrogenados e sulfonados são produzidos por atividades industriais e naturais e reagem com o vapor de água na atmosfera produzindo ácido nítrico e sulfúrico, que precipitam no solo pela ação da chuva. No caso de Concórdia-SC a chuva ácida tem forte relação com o grande potencial industrial do agronegócio que é atividade econômica referência na cidade.

Tabela 1 - Resultados das análises de pH das amostras de água.

Data da coleta	pH		
	Água da Chuva	Água da Cisterna	Água de Abastecimento
17/09	5,94	5,74	6,99
26/09	5,29	5,47	-
09/10	4,97	5,58	7,01
22/10	5,44	5,35	-

O pH encontrado nas amostras de água da chuva coletada de maneira direta e também das cisternas estão fora dos padrões de potabilidade estabelecido pela portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011 que exige pH entre 6,0 e 9,5 como padrão de potabilidade. Esses valores de pH também são inferiores aos valores permitidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 para uso de águas doces, que mesmo na classe IV, de usos mais restritivos, exige pH entre 6 e 9. O que poderia ser feito para se adequar os valores de pH seria um sistema de tratamento com adição de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ou bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) para elevar o pH desta água proveniente da chuva.

A Tabela 1 apresenta também os valores de pH obtidos para as amostras de água coletadas do sistema de abastecimento público do município de Concórdia-SC.

Nas duas datas em que foram coletadas as amostras, os valores de pH estavam dentro dos padrões de potabilidade estabelecido pela portaria do MS nº 2.914/2011.

A Tabela 2 apresenta os resultados de turbidez encontrados nas amostras de água que foram alisadas. Conforme esperado, as amostras de água da chuva coletadas de forma direta e as amostras de água coletadas do sistema de abastecimento público apresentaram valores de turbidez próximos a 0 uT (unidade de Turbidez). Por outro lado, as amostras de água coletadas na cisterna apresentaram valores próximos a 3 uT, e isso pode ser explicado devido ao fato de que esta água pode ter encontrado resíduos no caminho de percolação até a cisterna. Todos os valores de turbidez encontrados ficaram abaixo do valor máximo permitido (VMP) estabelecido pela portaria do MS nº 2.914/2011 que é de 5 uT.

Em relação a resolução do CONAMA nº 357/2005, a água da cisterna respeita o limite máximo de 40 uT que é exigido para se enquadrar esta água em “águas doces de classe I” que pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a irrigação de hortaliças e frutas que são consumidas cruas.

Tabela 2 - Resultados das análises de turbidez encontrados nas amostras de água.

Data da coleta	Turbidez (uT)		
	Água da Chuva	Água da Cisterna	Água de Abastecimento
17/09	0	3	0
26/09	0	2	-
09/10	0	3	0
22/10	0	3	-

Os resultados das análises de condutividade elétrica presentes na Tabela 3 retratam valores entre 10 e 22  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para águas meteóricas coletadas de maneira direta, com um acréscimo pouco significativo nas águas coletadas das cisternas nas mesmas datas. Visto que a condutividade elétrica é dependente da quantidade de íons em solução e águas mais puras tendem a apresentar valores mais baixos, o fato das amostras de água coletadas na cisterna apresentarem alterações pouco significativas é um indicio de que o sistema de captação para a cisterna está tendo boa eficiência. No caso das amostras de água do sistema de abastecimento público os valores de condutividade elétrica foram maiores, ficando em torno de 80  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , o que já era esperado devido ao processo de tratamento, onde ocorre o acréscimo de outras substâncias ocasionando uma maior quantidade de íons presente em solução.

Tabela 3 - Resultados das análises de condutividade elétrica das amostras de água.

Data da coleta	Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )		
	Água da Chuva	Água da Cisterna	Água de Abastecimento
17/09	10,69	10,82	81,65
26/09	22,05	22,43	-
09/10	12,19	12,59	80,05
22/10	11,95	14,65	-

Os valores de alcalinidade e acidez encontrados para as amostras de água estão presentes na Tabela 4. Analisando a tabela percebe-se resultados de alcalinidade e acidez baixos para todas as amostras, o que não restringiria o uso das mesmas para fins domésticos ou até mesmo para o consumo.

Tabela 4 - Resultados das análises de alcalinidade e acidez nas amostras de água.

<u>Data da coleta</u>	<u>Alcalinidade / Acidez (mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>)</u>		
	<u>Água da Chuva</u>	<u>Água da Cisterna</u>	<u>Água de Abastecimento</u>
17/09	8,72 / 6,32	7,67 / 6,55	14,75 / 24,52
26/09	11,08 / 6,05	10,97 / 6,10	-
09/10	4,99 / 6,15	5,88 / 7,74	14,91 / 30,17
22/10	8,87 / 9,25	6,83 / 6,01	-

As determinações de cloreto apresentados na Tabela 5 variaram de 3 a 5 mg.L<sup>-1</sup> de cloreto para a água da chuva coletada de forma direta, de 3 a 4 mg.L<sup>-1</sup> de cloreto para as amostras de água coletadas na cisterna, e entre 9 e 11 mg.L<sup>-1</sup> de cloreto nas amostras de água coletadas no sistema de abastecimento público. Estes valores estão bastante inferiores a 250 mg.L<sup>-1</sup> que é o VMP estabelecido na tabela do anexo X da portaria do MS nº 2.914/2011 que trata dos padrões de potabilidade da água. Assim, estas águas se classificam como potável sob o ponto de vista deste parâmetro.

Segundo a resolução do CONAMA nº 357/2005 para água doce de classe I, exige-se valores inferiores a 250 mg.L<sup>-1</sup> de cloreto, assim as amostras de água que foram analisadas se enquadrariam nesta classificação segundo este parâmetro. Outro fator importante de se destacar, é que o sistema de captação não está tendo influência significativa na quantidade de cloretos presentes na água da chuva.

Tabela 5 - Resultados das análises de cloreto nas amostras de água.

<u>Data da coleta</u>	<u>Cloretos (mg.L<sup>-1</sup> de Cl<sup>-</sup>)</u>		
	<u>Água da Chuva</u>	<u>Água da Cisterna</u>	<u>Água de Abastecimento</u>
17/09	5,16	3,76	9,72
26/09	4,04	3,72	-
09/10	4,65	3,71	10,13
22/10	3,93	3,57	-

Conforme a Tabela 6, os valores de dureza encontrados nas análises das amostras de água da chuva coletadas de forma direta variaram entre 13 e 15 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto que as amostras de água coletadas na cisterna ficaram entre 13 e 16 mg.L<sup>-1</sup>, mostrando assim que o sistema de captação está tendo pouca influência na dureza da água. Nas amostras de água coletadas do sistema de abastecimento público os valores encontrados ficaram em torno de 39 mg.L<sup>-1</sup>. Em todas as amostras de água analisadas a dureza teve resultados muito inferiores ao VMP estabelecido pela portaria do MS nº 2914/2011, que na tabela do anexo X, estabelece um VMP de 500 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> para águas de abastecimento público. Estes valores baixos de dureza são importantes, pois estas águas poderiam ser

consumidas e não trariam problemas de cálculo renal na população. Poderiam também ser utilizadas para atividades domésticas, pois não precipitariam o sabão. Na indústria, poderiam ser utilizadas em sistemas de água quente como caldeiras, pois não existiria o problema de formação de incrustações nas tubulações.

Tabela 6 - Resultados das análises de dureza nas amostras de água.

Data da coleta	Dureza (mg.L <sup>-1</sup> de CaCO <sub>3</sub> )		
	Água da Chuva	Água da Cisterna	Água de Abastecimento
17/09	15,10	16,70	39,30
26/09	15,10	16,68	-
09/10	14,02	13,31	39,55
22/10	13,90	14,40	-

As análises de coliformes totais e *Escherichia coli* foram realizadas nas amostras de água da chuva coletadas de forma direta e da cisterna acumuladas nos dias 17 e 26 de setembro e na amostra de água do sistema de abastecimento público coletada no dia 17 de setembro. Em nenhuma das amostras foi identificada a presença de coliformes totais ou *Escherichia coli*, indicando assim, a não contaminação microbiológica destas amostras de água. Nas amostras de água do sistema de abastecimento público o resultado já era esperado pela presença do tratamento realizado pela CASAN no município.

Segundo os resultados dos parâmetros obtidos nas análises deste estudo, a água da cisterna mesmo não sendo recomendada para consumo humano sem prévio tratamento, teve apenas o pH fora dos requisitos exigidos pela portaria do MS nº 2.914/2011. Visto que em alguns países às águas pluviais já são utilizadas para fins potáveis mesmo sem tratamento, mais estudos são necessários a fim de se viabilizar tal ideia, principalmente em regiões que sofrem sérios problemas com escassez de água.

No caso estudado, a água captada pela cisterna já está sendo utilizada para a irrigação do jardim e lavagens de veículos e áreas externas da residência. Seguindo a resolução do CONAMA nº 357/2005 a água da cisterna não poderia ser utilizada nem para essas atividades. Enquadrando o pH obtido nas análises na NBR 15527/2007, para utilizar a água da cisterna para fins não potáveis é necessário o ajuste do pH para valores entre 6 e 8. Comparando a portaria do MS nº 2.914/2011 que rege o uso para fins potáveis com a resolução do CONAMA nº 357/2005 e a NBR 15527/2007 que tratam de fins não potáveis, é encontrado rigor demasiado nos parâmetros de pH exigidos para usos menos nobres, visto que em todas as normas o pH não pode ser inferior a 6.

Analisando a lei nº 50/2010 do município de Concórdia-SC, é evidenciado conflito entre a lei municipal, a resolução do CONAMA nº 357/2005 e a NBR 15527/2007 que proíbem o uso mesmo para fins não potáveis de águas meteóricas com pH menor que 6, no caso do município os valores são inferiores, e mesmo nessas condições é exigido o uso dessas águas, mas não o ajuste do pH.

A cisterna estudada teve bom comportamento nos parâmetros analisados nesse estudo, pois observou-se poucas modificações significativas na água da chuva que chega até o telhado e é captada, além de não apresentar coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os valores de pH evidenciados nas análises das amostras de água meteórica indicam chuva ácida no município decorrente de poluição atmosférica causada por forte funcionamento industrial, o que evidencia a necessidade de políticas públicas e a fiscalização do controle municipal sobre as atividades impactantes.

Os resultados para todos os parâmetros analisados nas amostras de água coletadas no sistema de abastecimento público se enquadraram segundo as normas estabelecidas pela portaria do MS nº 2.914/2011, indicando uma boa eficiência da estação de tratamento de água do município, embora para se ter resultados mais exatos a análise de mais alguns parâmetros seriam necessários.

### **Conclusões**

Como considerações finais o estudo deixou evidente que um sistema de cisterna bem projetado pode ser muito eficiente e não causar alterações significativas nos padrões naturais das águas meteóricas. Nas condições atuais de distribuição de água, onde várias regiões do Brasil e do mundo sofrem problemas de escassez, o aproveitamento das águas das chuvas ao menos para atividades menos nobres é cada vez mais necessário.

Na atualidade diversas cidades estão tendo grandes problemas com alagamentos, a implantação de cisternas nas edificações também seria uma solução parcial para esses transtornos, visto que com os sistemas de captação a água é armazenada, utilizada e liberada aos poucos para o sistema de esgoto, diminuindo o excesso que superaria a capacidade dos sistemas de drenagens.

Revisões nas legislações e normas brasileiras devem ser feitas o quanto antes, para que os sistemas de captação possam ser implantados atendendo as demandas de água sem entrar em conflitos com as leis e sem causar danos às pessoas que a utilizam. Iniciativas como a lei municipal nº 50/2010 do município de Concórdia-SC são muito importantes para incentivar o uso das águas meteóricas, porém devem ser elaboradas com maior clareza e em consonância com outras leis já existentes, evidenciando a necessidade ou não de um sistema de tratamento para o uso dessas águas.

A cidade de Concórdia-SC, assim como diversas outras cidades brasileiras, já tem na composição de sua atmosfera uma grande quantidade de óxidos, decorrentes de atividade industrial, causadores de chuvas com pH abaixo de 5,6, o que indica poluição atmosfera em níveis significativos. Medidas governamentais são necessárias para evitar essa poluição demasiada.

# QUALITY ANALYSIS OF STORMWATER CAPTURE IN THE CITY OF CONCORDIA - SC.

## Abstract

This study aimed to analyze the quality of stormwater collected directly, of a cistern collection system, and the distribution system for public supply of the city of Concordia - SC, making a qualitative comparison between these waters and analyze changes that may be causing the cistern on parameters of stormwater that reaches the roof and is captured. The samples were taken to the laboratory of the Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) for analysis of the parameters pH, turbidity, conductivity, acidity, alkalinity, chloride, hardness, total coliforms and *Escherichia coli*. The results of the parameters were analyzed in accordance with current rules and laws. The pH of the analyzed samples of stormwater indicated results lower than 5.6, indicating acid rain in the city. Total coliforms and *Escherichia coli* were not found in the samples investigated cistern caused minor changes in the parameters analyzed compared to rainwater collected directly, noting that is not causing effective changes in the quality of abstracted water.

**Palavras-chave:** Rainwater. Water quality. Cistern.

## 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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais: procedimento.** Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à engenharia ambiental.** 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRAGA, Isabelle Yruska de Lucena Gomes. **APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA PARA CONSUMO NÃO POTÁVEL EM CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB.** 2008. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgecam/images/arquivos/dissertacoes/2006/09-2006.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

CALHEIROS, Herlane Costa; GOMES, Mônica Regina; ESTRELLA, Percy Máximo Anco. **Calidad de las aguas meteóricas en la ciudad de Itajubá, Minas Gerais, Brasil.** Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/928/92831117014.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2015.

CÂMARA MUNICIPAL DE VEREADORES CHAPECÓ SC. **Lei Complementar Nº 387, de 15 de Dezembro de 2009.**: DISPÕE SOBRE ALTERAÇÃO DE DISPOSITIVOS DA LEI COMPLEMENTAR Nº 324, DE 10 DE MARÇO DE 2008 E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/chapeco/lei-complementar/2009/38/387/lei-complementar-n-387-2009-dispoe-sobre-alteracao-de-dispositivos-da-lei-complementar-n-324-de-10-de-marco-de-2008-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 30 out. 2015.

CÂMARA MUNICIPAL DE VEREADORES CONCÓRDIA SC. **Projeto de Lei Substitutivo Nº 50/2010.** Concórdia - SC, Disponível em: <[www.cvc.sc.gov.br/down.php?tipo=leis&cod\\_legislacao=1804](http://www.cvc.sc.gov.br/down.php?tipo=leis&cod_legislacao=1804)>. Acesso em: 25 mar. 2015.

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. **CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA:** dimensionamento de reservatórios. Disponível em:

<[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/publicacoes/pub\\_art74.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art74.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). **Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2015.

GNADLINGER, J. Colheita da água da chuva em áreas rurais. In: FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2., 2000, Hague. Anais eletrônicos... Disponível em <<http://www.irpaa.org/colheita/indexb.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2010. 444 p.

MANO, Rafael Simões. **Captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em porto alegre: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. Disponível em: <[http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/8742?locale=pt\\_BR](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/8742?locale=pt_BR)>. Acesso em: 01 jun. 2015.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011**. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 02 nov. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality: recommendations. 3. ed. 2008. Vol 1. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/)>. Acesso em: 15 de setembro de 2015.