

## **I-047 – ANÁLISE DO PERFIL DA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA NO MUNICÍPIO DE POUSO REDONDO – SC**

**Marian Natalie Meisen<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade Regional de Blumenau. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Regional de Blumenau.

**Adilson Pinheiro**

Engenheiro civil, doutor em Química e Física Ambiental, professor do Departamento de Engenharia Civil e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Fundação Universidade Regional de Blumenau

**Noêmia Bohn**

Advogada, doutora em Direito das Relações Sociais, professora do Departamento de Direito da Fundação Universidade Regional de Blumenau.

**Lorena Benathar Ballof Tavares**

Graduada em Farmácia e Bioquímica com habilitação em Tecnologia de Alimentos, doutorada em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, professora do Departamento de Engenharia Química da Fundação Universidade Regional de Blumenau.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Paulo, 3250-Itoupava Seca-Blumenau-SC- CEP: 89030-000 - Brasil - Tel: (47) 3221-6086 - e-mail: [marian@furb.br](mailto:marian@furb.br)

### **RESUMO**

A água destinada ao consumo humano deve obedecer aos requisitos estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 e é dever do órgão responsável pelo tratamento e distribuição desta realizar análises microbiológicas e físico-químicas constantemente a fim de garantir o atendimento aos padrões de qualidade. O presente trabalho teve como objetivo verificar o atendimento a esta Portaria na água distribuída à população urbana do Município de Pouso Redondo, Santa Catarina. O estudo envolveu dados de qualidade da água físico-química e microbiológica (saída do tratamento e sistema de distribuição) referente aos anos de janeiro de 2004 a junho de 2009. Todos os parâmetros físico-químicos analisados apresentaram grandes coeficientes de variação. Apenas o Cloro Residual Livre na saída do tratamento apresentou diferenças estatísticas significantes em relação as amostras coletadas no sistema de distribuição. Quanto ao cumprimento à Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 nos padrões de qualidade físico-químicos da água tratada, a análise dos dados demonstrou que a fornecedora da água não consegue cumprir integralmente com o estabelecido. Como no ano de 2009, onde 42,6% das amostras coletadas na saída do tratamento, até junho, apresentaram valores de Turbidez acima do permitido pela legislação. Em relação a qualidade microbiológica da água, a fornecedora também não conseguiu cumprir com o estabelecido pela Portaria em nenhum ano de estudo. A água distribuída pela fornecedora à população urbana do Município de Pouso Redondo não pode ser considerada como atendendo aos padrões de qualidade preconizados pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004. Pode-se considerar que o tratamento de água realizado não mostrou-se eficiente dentro do período pesquisado, pois a água coletada na saída do tratamento já apresentava padrões de potabilidade fora dos preconizados na Portaria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, Portaria MS nº 518/2004.

### **INTRODUÇÃO**

A água é fator indispensável à manutenção da vida terrestre, para irrigação de solos, dessedentação de animais e abastecimento público e industrial, além de elemento físico da natureza para a manutenção da umidade do ar e da relativa estabilidade do clima na Terra, para a geração de energia, como meio para navegação, entre outros (BARROS et al., 1995 apud BRASIL, 2006).

Apesar da importância para a manutenção da vida na terra, o homem tem causado diversos impactos negativos no ciclo hidrológico. A principal consequência diz respeito à qualidade e à quantidade de água disponível para uso humano. Segundo USEPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – (1999 apud FREITAS; FREITAS, 2005) a qualidade da água se tornou uma questão de interesse para a saúde pública no final do

século 19 e início do 20, antes deste período apenas aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, gosto e o odor eram considerados.

É uma das funções do saneamento, de acordo com Heller (1998), o abastecimento de água às populações, com o fornecimento em quantidade suficiente e com qualidade que a enquadre nos padrões de potabilidade. No Brasil, a normatização da qualidade da água para consumo humano foi iniciada na década de 1970 com a publicação do Decreto Federal nº 79.367, em 9 de março de 1977, que estabeleceu a competência do Ministério da Saúde sobre a definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano. Foi a Portaria do Ministério da Saúde nº 56/1977 que se constituiu a primeira legislação federal brasileira sobre potabilidade de água para consumo humano (FREITAS; FREITAS, 2005).

Atualmente encontra-se em vigor a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 (BRASIL, 2004), que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e os padrões de potabilidade. De acordo com esta Portaria, deve ser efetuado um plano mínimo de amostragem para as águas do sistema de distribuição e para a água bruta. Ou seja, ao abastecer uma população com água potável, o sistema deve ser continuamente controlado com vistas a evitar a contaminação da água.

Segundo Wartchow (2009), a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 não pode simplesmente se traduzir em um incremento de demandas para os prestadores dos serviços, mas servir como instrumento que avalia o padrão de qualidade do serviço prestado, que disponibiliza informações para ações preventivas e corretivas nos mananciais de água utilizados para abastecimento humano.

Com base nesta premissa, o presente trabalho teve o objetivo de verificar as condições de potabilidade da água fornecida à população urbana do Município de Pouso Redondo e o atendimento aos padrões de qualidade preconizados pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004. Além de verificar se há interferência temporal nos padrões de qualidade da água distribuída.

Muitas estações de tratamento de água brasileiras encontram-se ou trabalhando acima de sua capacidade ou produzindo água com qualidade insatisfatória. Procurando suprir a demanda sempre crescente de água, mantendo sua qualidade, defronta-se com a escassez de recursos. A partir de tal constatação, faz-se necessário que se investiguem em laboratório novas tecnologias, que permitam estudar as inúmeras possibilidades de se obter água em quantidade mantendo a qualidade e custos baixos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **- DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

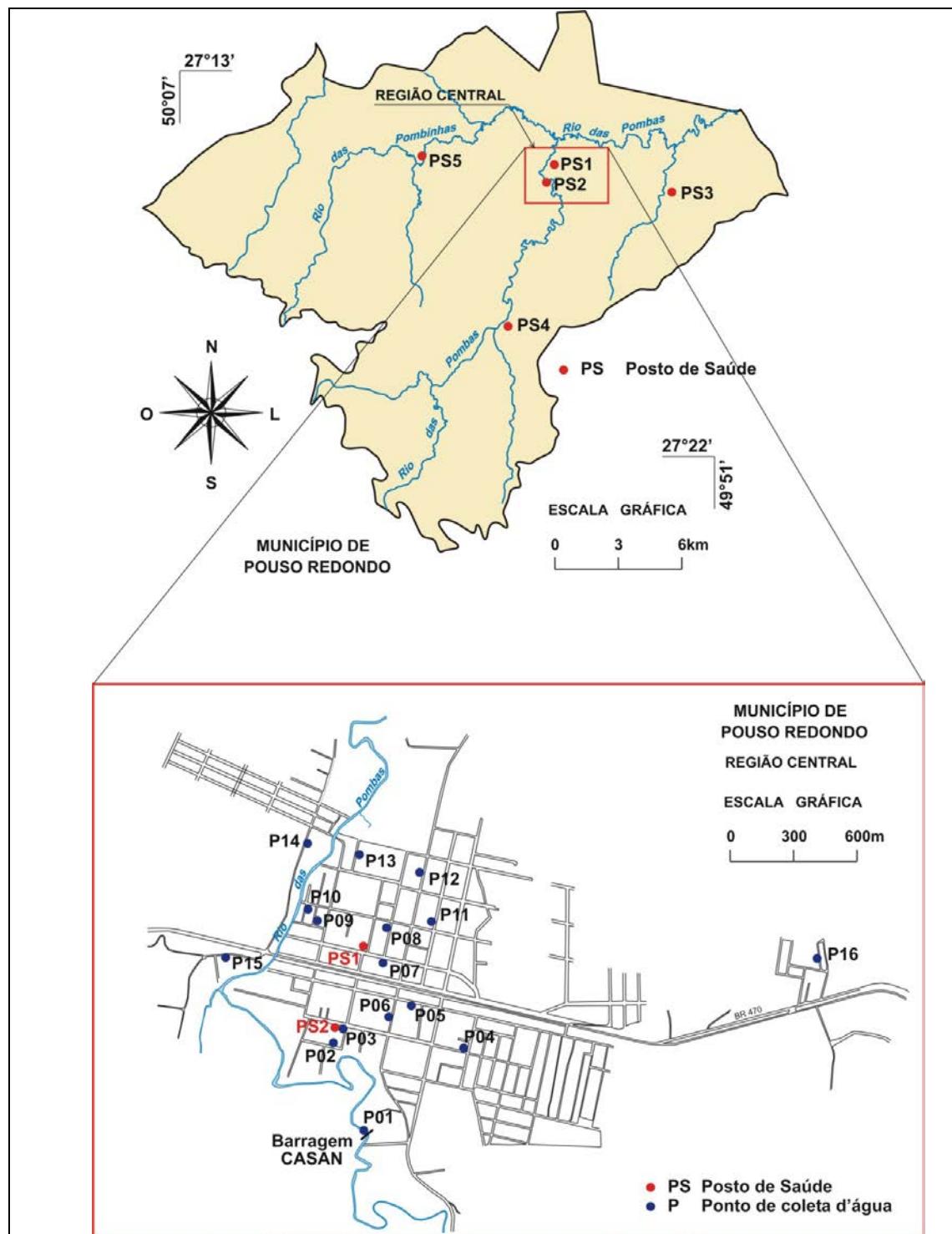
A distribuição de água tratada para a população urbana do Município de Pouso Redondo é de responsabilidade da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan). A água de consumo é proveniente de manancial superficial, passando por um processo de tratamento. A Figura 1 representa a localização dos pontos de coleta dentro dos limites do Município de Pouso Redondo. Porém, em nem todos os pontos de coleta do sistema de distribuição houve coletas em todos os anos de estudo e existem três pontos de coleta que não puderam ser identificados nesta Figura. Portanto, análises foram realizadas em um ponto na saída do tratamento (P1) e em 18 pontos no sistema de distribuição ao longo dos seis anos de estudo.

O processo de tratamento consiste nas etapas de floculação, decantação, filtração e dosagem de Cloro, Flúor e Cal. O volume de água tratada corresponde a 54.000 L/h. O número de ligações é de 2.060 domicílios.

A Casan realiza análises laboratoriais semanais da água tratada distribuída para a população urbana. A realização das análises é de responsabilidade do Laboratório Regional da Companhia, localizado no Município de Rio do Sul e as análises seguem a metodologia recomendada pelo *Standard methods for the examination of water and wastewater* (2005).

Os resultados das análises utilizados neste estudo corresponderam a amostras de água tratada coletadas na saída do tratamento e em pontos de coleta na rede de distribuição. Para esta pesquisa, foram coletados dados da qualidade físico-química e microbiológica da água referente ao período de janeiro de 2004 a junho de 2009.

Os dados relativos à qualidade físico-química da água tratada fornecida pela Casan referem-se a: turbidez, cor, cloro residual livre e pH. Quanto à qualidade microbiológica da água tratada, que corresponde aos coliformes totais e coliformes termotolerantes, os resultados são expressos em presença ou ausência e também foram utilizados nesta pesquisa.



## - ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram divididos entre dois sistemas: Saída do Tratamento; Rede de Distribuição. Nestes dois sistemas, os dados referentes às análises físico-químicas (turbidez, cor, cloro residual livre e pH) foram

agrupados e analisados estatisticamente, foi possível descrever, numa freqüência mensal: o número de amostras analisadas, a amplitude dos valores encontrados, a média dos valores e o desvio padrão, a mediana e o coeficiente de variação. Os dados físico-químicos foram, ainda, classificados de acordo com intervalos específicos para verificar o atendimento a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004.

Quanto às análises microbiológicas, os dados foram agrupados e foi possível verificar a freqüência de ocorrência de coliformes totais e termotolerantes. Posteriormente, foi verificado o atendimento a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 quanto a este padrão de qualidade.

Após este primeiro momento, os dados foram testados estatisticamente quanto as diferenças entre os sistemas. Para verificar se existem diferenças estatísticas entre os dados coletados na saída do tratamento e no sistema de distribuição, utilizou-se o Teste Man-Whitney ao nível de significância de 5%, pois os dados mostraram-se não-paramétricos. Para verificar se há diferenças entre os meses de coleta de amostras, utilizou-se o Teste de Dunn, de comparações múltiplas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número total de amostras coletadas e analisadas durante o período de estudo foi de 261 na saída do tratamento e 774 no sistema de distribuição.

Levando-se em conta as amostras coletadas mensalmente, ao longo dos cinco anos de estudo, da saída do tratamento e também do sistema de distribuição, o perfil que ora se apresenta do parâmetro da Turbidez, na estatística descritiva, pode ser observado na Tabela 1.

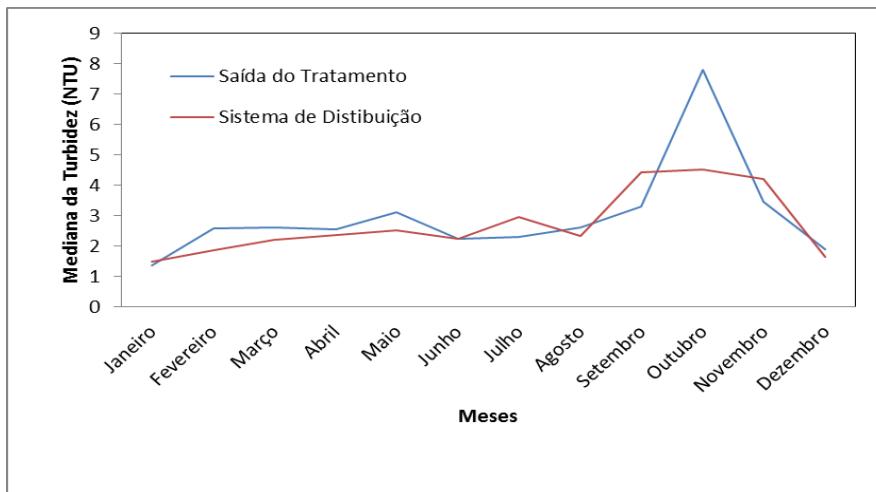
**Tabela 1: Estatística descritiva referente aos resultados do parâmetro Turbidez na água coletada na saída do tratamento e no sistema de distribuição (2004-2009).**

Meses	Saída do Tratamento (NTU)			Sistema de Distribuição (NTU)		
	n	Amplitude	Média ± DP	n	Amplitude	Média ± DP
<b>Janeiro</b>	23	0,45 - 5,22	<b>1,65 ± 1,2</b>	74	0,58 - 14,5	<b>2,58 ± 2,7</b>
<b>Fevereiro</b>	19	0,75 - 13,1	<b>3,92 ± 3,77</b>	62	0,4 - 39,3	<b>4,12 ± 6,25</b>
<b>Março</b>	25	0,39 - 9,12	<b>3,14 ± 2,21</b>	83	0,54 - 32,3	<b>3,73 ± 4,81</b>
<b>Abri</b>	17	0,85 - 14,3	<b>3,55 ± 3,47</b>	56	0,89 - 27,1	<b>4,18 ± 4,82</b>
<b>Maio</b>	23	0,62 - 21,1	<b>4,4 ± 4,44</b>	76	0,55 - 110	<b>5,98 ± 13,82</b>
<b>Junho</b>	20	0,36 - 14,5	<b>2,83 ± 3,01</b>	63	0,37 - 27,1	<b>3,86 ± 4,96</b>
<b>Julho</b>	25	0,23 - 9,91	<b>3,07 ± 2,62</b>	68	0,39 - 51,9	<b>4,87 ± 7,19</b>
<b>Agosto</b>	23	0,61 - 14,4	<b>4,4 ± 4,09</b>	61	0,25 - 24,6	<b>4,02 ± 4,3</b>
<b>Setembro</b>	21	1,43 - 14,2	<b>4,83 ± 3,55</b>	55	0,95 - 133	<b>9,8 ± 18,82</b>
<b>Outubro</b>	23	0,76 - <b>54,1</b>	<b>10,17 ± 11,36</b>	61	0,68 - 47,7	<b>7,23 ± 7,86</b>
<b>Novembro</b>	19	0,56 - 38	<b>5,84 ± 8,27</b>	51	1,12 - 67,8	<b>8,92 ± 12,62</b>
<b>Dezembro</b>	23	0,49 - 11,7	<b>3,19 ± 2,93</b>	64	0,5 - 27,7	<b>3,28 ± 4,96</b>

Em relação aos dados da Turbidez, observou-se valores máximos de até 54,1 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), ocorrido no mês de outubro na saída do tratamento, e de 133 NTU em setembro, no sistema de distribuição. Em relação aos valores médios, estes se mostraram maiores quase sempre no sistema de distribuição em relação a saída do tratamento. O alto desvio padrão apresentado caracteriza a grande variação dos dados.

A Figura 2 mostra a distribuição mensal da mediana dos dados da Turbidez na saída do tratamento e no sistema de distribuição. Os valores medianos variaram entre o máximo de 7,79 NTU, ocorrido no mês de outubro, e o mínimo de 1,36 NTU, ocorrido no mês de janeiro, ambos na saída do tratamento. Pode-se observar, todavia, que há uma tendência de valores elevados da mediana da Turbidez a partir do mês de setembro até o mês de novembro. Esta diferença visualizada foi testada estatisticamente através do teste de Dunn, de comparações múltiplas, cujo resultado completo encontra-se exposto no Apêndice D. Os meses de setembro, outubro e novembro apresentaram diferenças estatísticas em relação aos meses de janeiro, fevereiro, março, maio e junho (dados coletados no sistema de distribuição).

Para verificar a existência de diferença estatística entre os dados de Turbidez da saída do tratamento e do sistema de distribuição utilizou-se o teste de Mann-Whitney, que apresentou um resultado de  $p= 0,984$ , não constatando, portanto, diferenças significativas.



**Figura 2: Mediana dos dados da Turbidez mensal da saída do tratamento e do sistema de distribuição de água da Casan no Município de Pouso Redondo (2004-2009).**

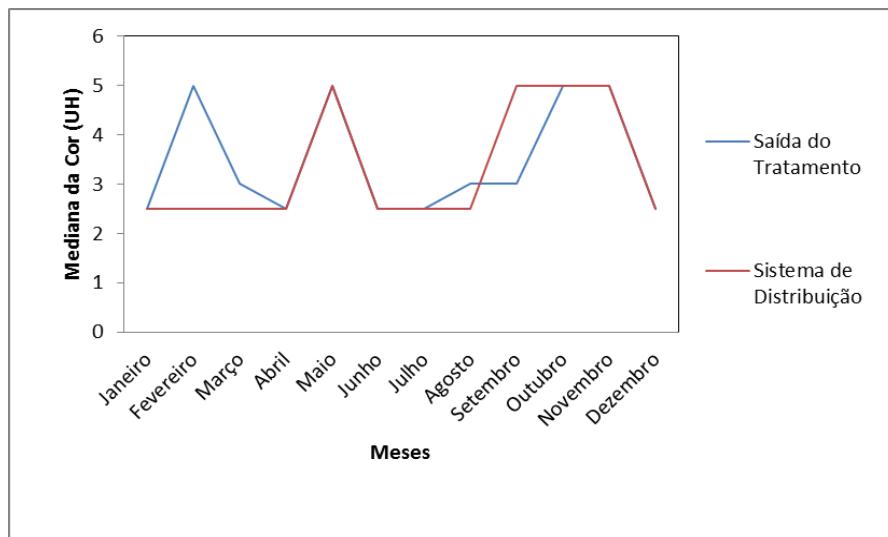
Em relação aos dados da Cor, representados na Tabela 2, quando leva-se em conta as amostras coletadas na saída do tratamento, o valor máximo ocorreu em outubro, com um resultado de 100 UH (Unidades Hazen). Os valores médios ficaram entre 3,72 UH, ocorrido com os dados de janeiro, e 16,76 UH, em outubro. Pelo Teste de Dunn, ao se verificar se há diferenças estatísticas entre os meses, esta ocorreu entre os dados referentes ao mês de janeiro e de outubro somente.

Ao se observar os resultados das amostras de água coletadas no sistema de distribuição, o valor máximo do parâmetro da Cor foi de 300 UH, em maio. A média variou entre 5,76 UH e 17,67 UH. Ocorreu grande variação dos dados, demonstrado pelo alto valor do desvio padrão. As diferenças estatísticas entre os meses foram testadas pelo teste de Dunn, que constatou diferenças estatísticas entre o mês de novembro com janeiro, março, junho, julho e dezembro.

**Tabela 2: Estatística descritiva referente aos resultados do parâmetro da Cor na água coletada na saída do tratamento e no sistema de distribuição (2004-2009).**

Meses	Saída do Tratamento (UH)			Sistema de Distribuição (UH)		
	n	Amplitude	Média ± DP	n	Amplitude	Média ± DP
<b>Janeiro</b>	23	1 – 10	<b>3,72 ± 3,11</b>	74	1 – 60	<b>5,91 ± 9,25</b>
<b>Fevereiro</b>	19	2 – 30	<b>7,58 ± 7,74</b>	62	1 – 90	<b>11,48 ± 18,39</b>
<b>Março</b>	25	1 – 35	<b>7,7 ± 10,01</b>	83	1 – 90	<b>8,6 ± 15,1</b>
<b>Abri</b>	17	1 – 30	<b>5,09 ± 7,26</b>	56	1 – 80	<b>7,82 ± 13,54</b>
<b>Maio</b>	23	2 – 40	<b>8,72 ± 9,55</b>	76	1 – <b>300</b>	<b>12,78 ± 37,33</b>
<b>Junho</b>	20	1 – 10	<b>4,08 ± 3,19</b>	63	1 – 50	<b>5,76 ± 9,09</b>
<b>Julho</b>	25	1 – 15	<b>3,88 ± 3,43</b>	68	1 – 140	<b>7,71 ± 18,43</b>
<b>Agosto</b>	23	1 – 30	<b>6,04 ± 7,33</b>	61	1 – 60	<b>6,43 ± 11,22</b>
<b>Setembro</b>	21	1,5 – 40	<b>8,43 ± 10,78</b>	55	1 – 135	<b>14,87 ± 24,55</b>
<b>Outubro</b>	23	1,5 – <b>100</b>	<b>16,76 ± 23,91</b>	61	1 – 100	<b>10,52 ± 16,68</b>
<b>Novembro</b>	19	1 – 90	<b>12,5 ± 19,7</b>	51	2 – 140	<b>17,67 ± 26,24</b>
<b>Dezembro</b>	23	1 – 25	<b>5,35 ± 6,13</b>	64	1 – 50	<b>6,39 ± 9,93</b>

A Figura 3 destaca os valores medianos encontrados nos dados de Cor, tanto na saída do tratamento quanto no sistema de distribuição. Os dados da mediana variaram entre 2,5 UH e 5 UH. O teste de Mann-Whitney constatou que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dados da saída do tratamento e do sistema de distribuição ( $p= 0,5024$ ).



**Figura 3: Mediana dos dados da Cor mensal da saída do tratamento e do sistema de distribuição de água da Casan no Município de Pouso Redondo (2004-2009).**

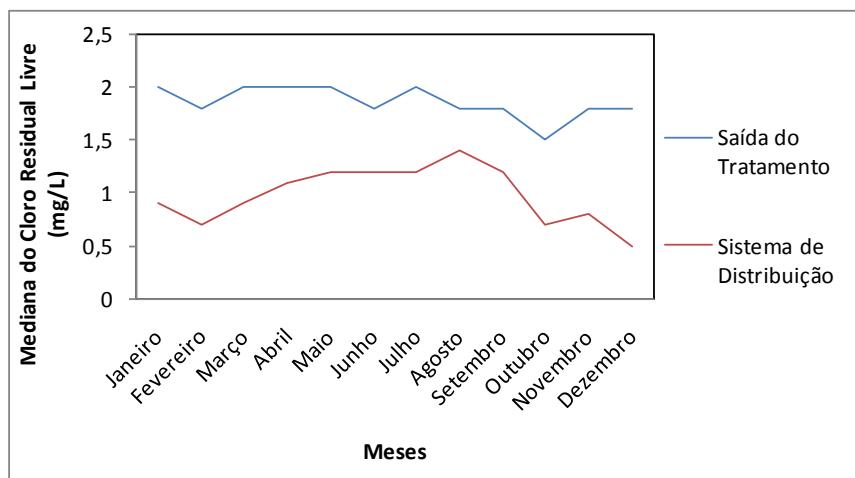
A Tabela 3 apresenta os dados do parâmetro de Cloro Residual Livre das amostras coletadas na saída do tratamento e no sistema de distribuição. Neste parâmetro os dados variaram entre 0 mg/L e até 3,5 mg/L. A ausência de Cloro Residual Livre ocorreu em amostras coletadas no sistema de distribuição. Os valores médios ficaram entre 0,59 mg/L, fato que ocorreu no mês de dezembro nas amostras coletadas no sistema de distribuição, e 1,93 mg/L, com as amostras coletadas no mês de julho na saída do tratamento.

A partir do teste de Dunn, constatou-se não existir diferença significativa entre os meses, isso em relação aos dados da saída do tratamento. Em relação aos dados do sistema de distribuição, algumas diferenças estatísticas foram encontradas, como entre os meses de maio, junho, julho e agosto em relação aos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro.

**Tabela 3: Estatística descritiva referente aos resultados do parâmetro de Cloro Residual Livre na água coletada na saída do tratamento e no sistema de distribuição (2004-2009).**

Meses	Saída do Tratamento (mg/L)			Sistema de Distribuição (mg/L)		
	n	Amplitude	Média ± DP	n	Amplitude	Média ± DP
Janeiro	23	0,7 - 2,2	1,8 ± 0,37	74	0 - 2	0,89 ± 0,68
Fevereiro	19	0,9 - 2,2	1,71 ± 0,4	62	0 - 2,2	0,89 ± 0,73
Março	25	0,6 - 2,5	1,81 ± 0,44	83	0 - 3	0,92 ± 0,68
Abril	17	1,2 - 2,5	1,88 ± 0,37	56	0,1 - 2	1,17 ± 0,49
Maio	23	0,1 - 3	1,84 ± 0,78	76	0 - 3	1,32 ± 0,64
Junho	20	0,1 - 3	1,68 ± 0,74	63	0,1 - 3	1,26 ± 0,5
Julho	25	1,2 - 3,5	1,93 ± 0,44	68	0,1 - 2,2	1,25 ± 0,59
Agosto	23	0,9 - 2,5	1,79 ± 0,43	61	0,1 - 2,5	1,32 ± 0,56
Setembro	21	1,5 - 2,2	1,82 ± 0,21	55	0,1 - 2	1,17 ± 0,5
Outubro	23	0,6 - 2,2	1,57 ± 0,46	61	0,1 - 2,2	0,94 ± 0,69
Novembro	19	0,1 - 2,5	1,67 ± 0,55	51	0,1 - 2	0,83 ± 0,56
Dezembro	23	0,5 - 2,2	1,54 ± 0,51	64	0 - 1,8	0,59 ± 0,46

A Figura 4 destaca a mediana mensal dos dados do Cloro Residual Livre da saída do tratamento e do sistema de distribuição da água da Casan. Os valores medianos da saída do tratamento mostraram-se superiores aos do sistema de distribuição. Os dados da saída do tratamento e do sistema de distribuição são estatisticamente diferentes, conforme o teste de Mann-Whitney ( $p < 0,001$ ). Ou seja, a concentração de cloro na saída do tratamento é estatisticamente maior que no sistema de distribuição de água.



**Figura 4: Mediana dos dados do Cloro Residual Livre mensal da saída do tratamento e do sistema de distribuição de água da Casan no Município de Pouso Redondo (2004-2009).**

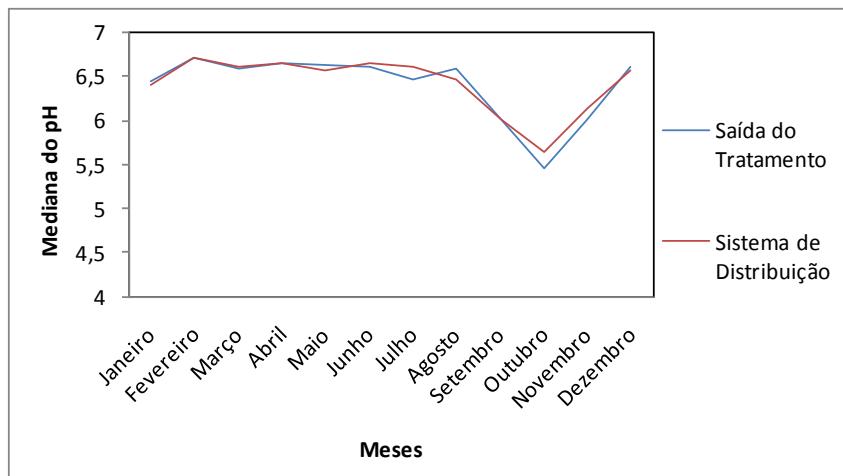
O pH das amostras de água coletadas na saída do tratamento e no sistema de distribuição encontram-se representados na Tabela 4. Os dados variaram entre 3,77 e 10,15, ambas em amostras da saída do tratamento coletadas em outubro. Os valores médios ficaram entre 5,6, ocorrido nas amostras coletadas no sistema de distribuição no mês de outubro, e 6,85, ocorrido nas amostras coletadas no mês de abril na saída do tratamento. Diferentemente dos demais parâmetros o desvio padrão foi baixo. Não houve diferenças estatísticas entre os dados da saída do tratamento e do sistema de distribuição ( $p=0,7751$  – teste de Mann-Whitney).

**Tabela 4: Estatística descritiva referente aos resultados do parâmetro de pH na água coletada na saída do tratamento e no sistema de distribuição (2004-2009).**

Meses	Saída do Tratamento			Sistema de Distribuição		
	n	Amplitude	Média ± DP	n	Amplitude	Média ± DP
<b>Janeiro</b>	23	5,1 - 7,28	$6,4 \pm 0,56$	74	5,56 - 7,16	$6,46 \pm 0,44$
<b>Fevereiro</b>	19	4,9 - 7,5	$6,49 \pm 0,71$	62	5,29 - 7,3	$6,59 \pm 0,47$
<b>Março</b>	25	3,87 - 7,21	$6,31 \pm 0,89$	83	4,25 - 7,4	$6,35 \pm 0,74$
<b>Abril</b>	17	5,85 - 9,2	<b><math>6,85 \pm 0,77</math></b>	56	5,67 - 7,28	$6,6 \pm 0,39$
<b>Maio</b>	23	4,79 - 7,17	$6,42 \pm 0,65$	76	4,7 - 7,47	$6,43 \pm 0,63$
<b>Junho</b>	20	5,76 - 7,36	$6,62 \pm 0,44$	63	5,65 - 7,23	$6,58 \pm 0,43$
<b>Julho</b>	25	4,06 - 8,78	$6,48 \pm 0,83$	68	5,46 - 7,73	$6,53 \pm 0,43$
<b>Agosto</b>	22	5,98 - 9,33	$6,72 \pm 0,68$	61	5,86 - 7,26	$6,55 \pm 0,39$
<b>Setembro</b>	21	3,8 - 7,22	$5,74 \pm 0,88$	55	4,27 - 7,5	$5,96 \pm 0,71$
<b>Outubro</b>	23	<b>3,77 - 10,15</b>	$5,67 \pm 1,3$	61	3,99 - 7,02	<b><math>5,6 \pm 0,77</math></b>
<b>Novembro</b>	19	4,26 - 6,8	$5,84 \pm 0,78$	51	4,75 - 6,88	$5,97 \pm 0,59$
<b>Dezembro</b>	23	5,77 - 7,74	$6,6 \pm 0,47$	64	5,37 - 8,55	$6,57 \pm 0,54$

A mediana relativa aos dados do pH obtida mensalmente encontra-se exposta da Figura 5. Pode-se observar que há uma tendência de valores medianos menores de 6,5 entre os meses de setembro, outubro e novembro, tanto na saída do tratamento quanto no sistema de distribuição. Pelo teste de Dunn, pôde-se concluir que há diferenças estatísticas entre os meses, tanto na saída do tratamento quanto no sistema de distribuição da água. No sistema de distribuição da água, o pH das amostras coletadas nos meses de setembro, outubro e novembro são estatisticamente diferentes em relação aos demais meses do ano.

O Município de Pouso Redondo se caracteriza pela produção de arroz e a montante da captação da água da Casan encontra-se uma grande região produtora de arroz. As maiores diferenças entre os meses com relação aos parâmetros físico-químicos analisados concentraram-se no segundo semestre do ano, especialmente os meses de setembro, outubro e novembro em relação aos demais (Turbidez e pH). De acordo com a EPAGRI (2005) a semeadura do arroz irrigado nesta região pode ser feita a partir do mês de agosto.



**Figura 5: Mediana dos dados de pH mensal da saída do tratamento e do sistema de distribuição de água da Casan no Município de Pouso Redondo (2004-2009).**

Em um trabalho realizado por Deschamps et al (2003), que envolveu a análise da água (água bruta) utilizada na cultura orizícola em seis bacias hidrográficas catarinenses e que englobou a bacia hidrográfica do Itajaí, os resultados encontrados apontaram para valores elevados da turbidez em todas as áreas de estudo. Para os autores, embora pouco provável, o cultivo do arroz poderia contribuir para estes efeitos, principalmente nas épocas de preparo de solo e em pontos situados nas áreas de drenagem e a jusante das áreas de lavoura. Ainda assim, os autores acreditam que os resultados elevados de turbidez estejam relacionados mais aos fenômenos da natureza, como chuvas e enxurradas.

O início da semeadura a partir de agosto e valores elevados da turbidez encontrados na água bruta utilizada na cultura orizícola (embora pouco provável a influência da cultura neste fato), poderiam ser considerados uma influência no desempenho do tratamento da água bruta realizada pela Casan, contudo, validar este fato somente seria possível com análises físico-químicas da água bruta e verificação se os valores elevados de turbidez encontrados na água tratada acontecem na mesma época na água bruta.

Para Freitas et al. (2002) todas as etapas de um sistema de tratamento de água devem ser monitoradas ininterruptamente para garantir que o produto final atenda às normas e ao padrão de potabilidade. A Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, em seu artigo 8º, estabelece que “cabe aos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água” (BRASIL, 2004). Para verificar como está o padrão de potabilidade da água distribuída à população do Município de Pouso Redondo, os dados coletados foram analisados conforme prevê a legislação vigente.

A Tabela 5 apresenta uma classificação anual dos dados relativos a todos os parâmetros físico-químicos nas águas coletadas na saída do tratamento e no sistema de distribuição: turbidez, cor, cloro residual livre e pH. Esta classificação está expressa em percentual.

A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação para consumo humano que consta na Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004. Verifica-se que ainda é deficitário o atendimento a esta Portaria. Considerando o limite de 5,0 UT (Unidade de Turbidez) para a turbidez no sistema de distribuição de água, o ano de 2004 foi o que apresentou maior número de amostras acima deste valor, perfazendo um total de 31,6% das amostras de água analisadas. Na saída do tratamento, a maioria das amostras, em todos os anos de estudo, apresentou valores de turbidez entre 1,0 e 5,0 UT. Todavia, o percentual de amostras com valores de turbidez acima de 5,0 UT pode ser considerado elevado em todos os anos de estudo, em até 46,2% do total de amostras analisadas em 2009.

Para o parâmetro Cor o valor máximo permitido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 é de até 15 UH. Merece destaque o número de amostras que não atenderam ao padrão no ano de 2009, onde 34,6% do total de amostras coletadas na saída do tratamento e 27,6% do total de amostras coletadas no sistema de distribuição, apresentaram resultados maiores que 15 UH.

**Tabela 5: Classificação percentual (%) dos dados relativos aos parâmetros físico-químicos das amostras de água coletadas na saída do tratamento e no sistema de distribuição de água da Casan no Município de Pouso Redondo.**

Parâmetro	Classificação	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Saída do Tratamento	Turbidez (NTU)	Até 0,5	0	0	4,3	6,9	0
		0,5 a 1	7,7	9,3	20	15,2	11,1
		1 a 5	61,5	67,4	65,7	54,3	62,5
		> 5	30,8	23,3	14,3	26,1	19,4
	Cor (UH)	Até 15	84,6	95,3	91,4	93,5	91,7
		> 15	15,4	4,7	8,6	6,5	8,3
	Cloro Residual	< 0,2	0	0	0	4,3	0
		0,2 a 2	71,8	95,3	88,6	89,1	86,1
	Livre (mg/L)	> 2	28,2	4,7	11,4	6,5	13,9
	pH	< 6	7,7	25,6	17,1	41,3	34,7
Sistema de Distribuição		6 a 9,5	92,3	74,4	82,9	56,5	65,3
		> 9,5	0	0	0	2,2	0
	Turbidez (NTU)	Até 0,5	0,9	0,8	0	1,3	1,8
		0,5 a 1	10,3	10,9	15,8	12,7	18,1
		1 a 5	57,3	61,2	66,7	64,7	61,4
		> 5	31,6	27,1	17,5	21,3	18,7
	Cor (UH)	Até 15	84,6	86	91,2	88,7	89,2
		> 15	15,4	14	8,8	11,3	10,8
	Cloro Residual	< 0,2	13,7	7	21,1	7,3	7,2
		0,2 a 2	78,6	93	76,3	92,7	89,8
	Livre (mg/L)	> 2	7,7	0	2,6	0	3
pH	< 6	7,7	19,4	9,6	42	42,8	5,1
	6 a 9,5	92,3	80,6	90,4	58	57,2	94,9
	> 9,5	0	0	0	0	0	0

Freitas et al. (2002) realizaram um trabalho englobando análises de água de 83 Municípios da região de Campinas, Piracicaba e São João da Boa Vista, no Estado de São Paulo, entre os anos de 1991 e 1999, vários parâmetros fizeram parte do estudo. Diferentemente do presente estudo, os parâmetros cor e turbidez apresentaram índices de não conformidade de 5,3 e 3,2%, respectivamente. Para os autores, a presença de cor e turbidez comprometem diretamente as características organolépticas da água e, portanto, a satisfação do consumidor e a idoneidade do produtor.

Conforme Marques et al. (2007), nas estações de tratamento de água, a turbidez é um parâmetro operacional de extrema importância para o controle dos processos de coagulação, floculação, sedimentação e filtração. Há uma preocupação adicional, ainda segundo os autores, quanto à presença de turbidez nas águas submetidas à desinfecção por cloro, pois estas partículas em suspensão poderiam abrigar microrganismos, protegendo-os contra a ação deste agente desinfetante. Para Freitas et al. (2002), os parâmetros de turbidez e cor fornecem subsídios para a verificação das condições de captação ou de manutenção e limpeza das instalações hidráulicas dos estabelecimentos onde se realiza a coleta, bem como, serve como um indicador de condições higiênicas insatisfatórias. Para Pinto (2006) a cor e turbidez podem ser de origem química, por exemplo, devido à presença de ferro, manganês ou alumínio na água.

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. Levando em consideração o limite mínimo preconizado pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, de 0,2 mg/L de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição e na saída do tratamento, a Casan não conseguiu atender ao requisito legal no ano de 2007 nas amostras coletadas na saída do tratamento. Quando analisados os dados das amostras de água coletadas no sistema de distribuição, o ano de 2006 e 2009 apresentaram mais de 21% das amostras em desacordo com o preconizado pela Portaria.

Do trabalho de Freitas et al. (2002), das 8279 amostras analisadas quanto ao teor de cloro residual, observou-se que 2430 (29%) estavam em desacordo com os padrões de potabilidade vigente, dado semelhante ao observado

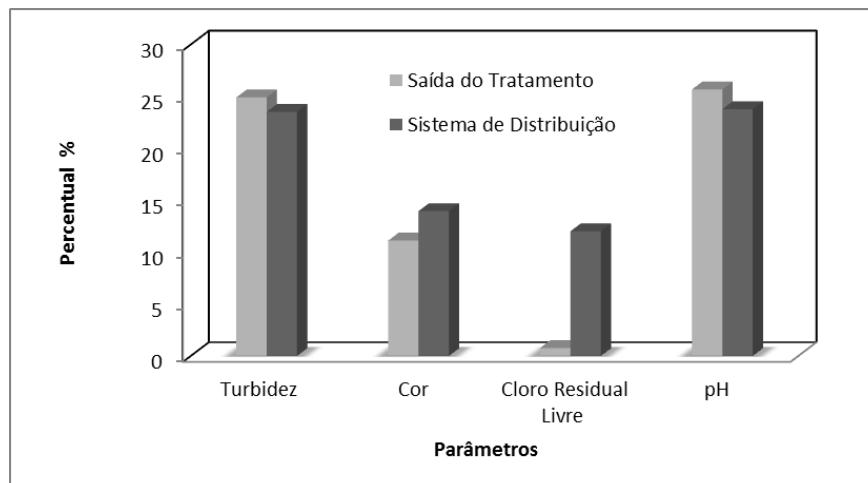
neste estudo. Conforme CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – (1987 apud FREITAS et al., 2002), este dado pode ser considerado significativo, uma vez que é notória a eficiência da cloração na redução de doenças veiculadas pela água.

Quanto ao parâmetro pH, a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Destacou-se o número elevado de amostras com pH abaixo de 6,0 no ano de 2007 nas amostras coletadas na saída do tratamento, com 40,4% do total de amostras nesta situação. Semelhante ao encontrado na saída de tratamento, as águas analisadas no sistema de distribuição também apresentaram valores de pH abaixo de 6,0 num percentual elevado de amostras, como nos anos de 2007 e 2008, ambos com mais de 42% das amostras do total abaixo de 6,0 no parâmetro do pH.

Marques et al. (2007) realizaram um trabalho envolvendo a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, em São Paulo, durante o período de março de 2002 e janeiro de 2004. Os autores procederam a análises da água bruta e da água tratada captada dessa bacia. Das amostras de água tratada analisadas para o trabalho, todas mantiveram o pH dentro da faixa permitida pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, assim como a cor e turbidez.

Carmo et al. (2008) exploraram dados em um município da Zona da Mata Mineira, que se referem ao monitoramento da qualidade da água realizado pelos responsáveis e englobou o período de março de 2002 a março de 2004. Como o município possui cinco diferentes sistemas de abastecimento o foco do trabalho foi o sistema denominado ETA I, responsável por fornecer água a 70% da população residente na área urbana do município. Deste estudo, considerando-se o parâmetro turbidez, houve uma redução dos percentuais de não atendimento entre 2002 e 2004, na saída do tratamento (83,6% para 59,3%) e na rede de distribuição (21,5% para 0,8%). O parâmetro Cloro Residual Livre apresentou, no período, aumento nos percentuais de não atendimento na saída do tratamento (0,03% para 6,5%) e redução na rede de distribuição (20,8% para 3,9%).

Considerando todos os anos de estudo e as amostras coletadas na saída do tratamento e no sistema de distribuição, a Figura 6 apresenta o percentual total de amostras fora do padrão estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 para os parâmetros físico-químicos levantados neste estudo. O percentual de amostras fora do padrão, considerando o parâmetro da turbidez e pH, é maior nas amostras coletadas na saída do tratamento em relação ao sistema de distribuição. Verifica-se, portanto, uma falha no sistema de tratamento da água. Para Carmo et al., (2008) a qualidade da água consumida resulta da qualidade da água bruta, do estado de conservação de equipamentos e instalações da estação e do rigor no controle operacional dos processos de tratamento.



**Figura 6: Percentual de amostras de água tratada fora do padrão preconizado pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 nos parâmetros físico-químicos, na saída do tratamento e no sistema de distribuição ao longo dos anos de estudo (2004-2009).**

Relativo ao parâmetro microbiológico, a Tabela 6 apresenta o número de amostras com resultados positivos para coliformes totais e coliformes termotolerantes na saída do tratamento da água em todos os anos de estudo. Considerando o parâmetro microbiológico, a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 estabelece que a

água na saída do tratamento deve apresentar ausência de coliformes totais em 100 mL, independente do número de amostras coletadas. Portanto, no ano de 2007, 2008 e 2009, a Casan não atendeu ao que estabelece a Portaria.

**Tabela 6: Número de amostras com Presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes na Saída do Tratamento da água da Casan no Município de Pouso Redondo.**

	Coliformes Totais						Coliformes Termotolerantes					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fevereiro	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Março	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Setembro	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Outubro	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Novembro	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Dezembro	0	0	0	1	0	-	0	0	0	1	0	-

A Tabela 7 apresenta o número de amostras com resultados positivos para coliformes totais e coliformes termotolerantes no sistema de distribuição da água em todos os anos de estudo. O maior número de amostras positivas ocorreu no ano de 2009, num total de 11 amostras. Considerando o parâmetro microbiológico, a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 estabelece que a água, no sistema de distribuição, em sistemas que analisam menos de 40 amostras mensais, admite que uma amostra apresente resultado positivo para coliformes totais em 100 mL, mas ausência de coliformes termotolerantes por mês. De acordo com o enunciado e o que apresenta a Tabela 7, a Casan atendeu ao preconizado na Portaria somente no ano de 2008, onde uma amostra no mês de outubro e uma no mês de dezembro apresentou presença de coliformes totais, porém, nenhuma apresentou presença de coliformes termotolerantes.

Na saída do tratamento de água o percentual total de amostras acima do preconizado pela legislação, no que se refere ao parâmetro de coliformes totais, representou 1,91% das amostras e, no que se refere aos coliformes termotolerantes, o percentual total representou 0,76% das amostras. No sistema de distribuição da água o percentual total de amostras acima do padrão imposto pela legislação foi de 1,29% para coliformes totais e coliformes termotolerantes.

**Tabela 7: Número de amostras com Presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes no Sistema de Distribuição da água da Casan no Município de Pouso Redondo.**

	Coliformes Totais						Coliformes Termotolerantes					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Fevereiro	0	1	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0
Março	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	2
Abril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junho	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Julho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Setembro	1	0	0	1	0	-	1	0	0	0	0	-
Outubro	1	0	0	0	1	-	1	0	0	0	0	-
Novembro	0	0	3	0	0	-	0	0	3	0	0	-
Dezembro	1	0	0	0	1	-	1	0	0	0	0	-

Do trabalho citado anteriormente, realizado por Carmo et al. (2008), os autores notaram uma melhora no atendimento ao padrão microbiológico na saída do tratamento ao longo dos dois anos de estudo, já que em 2004 não foram identificadas amostras positivas. Na rede de distribuição também foram encontradas amostras

positivas para coliformes totais acima do preconizado pela legislação (presença em mais de 5% das amostras analisadas mensalmente). A avaliação da evolução desse parâmetro demonstrou redução dos percentuais de não atendimento entre 2002 e 2003 (13,0% para 3,6%), entretanto, entre 2003 e 2004 ocorreu aumento (3,6% para 9,8%). Na saída do tratamento não foram encontradas amostras positivas para *E.coli*, havendo atendimento integral, para todo período analisado. Em contrapartida, na rede de distribuição, 0,43% de amostras positivas para *E. coli*, sinal inequívoco de recontaminação ou falhas no tratamento. Nos anos 2003 e 2004 não foram encontradas amostras positivas para *E. coli* na rede de distribuição (CARMO et al., 2008).

Segundo Bastos et al. (2001 apud PINTO, 2006), nas amostras de água na saída do tratamento, a determinação de coliformes totais é tido como suficiente para identificação de bactérias, uma vez que estes organismos apresentam taxa de inativação similar ou superior à dos coliformes termotolerantes e *E. coli*, e a ausência de coliformes totais na água tratada é um indicador da ausência de bactérias patogênicas e sua presença, sinal de falhas no tratamento. Para o mesmo autor, na água distribuída, o isolamento de coliformes totais serve como um indicador da integridade do sistema.

Para Barcellos e Quitério (2006), a água servida à população pode ser um veículo de disseminação rápida de agentes infecciosos, causando surtos, principalmente quando o sistema de abastecimento distribui água fora dos padrões bacteriológicos de potabilidade.

## CONCLUSÕES

Ao levar-se em conta as amostras coletadas na saída do tratamento e no sistema de distribuição, somente no parâmetro do cloro residual livre houve diferença significativa entre os dois sistemas, ou seja, o residual de cloro pode ser considerado estatisticamente superior nas amostras coletadas na saída do tratamento em relação ao sistema de distribuição. Na análise temporal dos dados, houve diferenças significativas em relação a diversos parâmetros e em vários meses do ano, vale destacar os meses de setembro, outubro e novembro para os parâmetros de turbidez e pH.

Em relação à conformidade com a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, o órgão responsável pelo abastecimento de água na área urbana do Município de Pouso Redondo não conseguiu cumprir integralmente com o papel de distribuir água dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos. Pode-se considerar, ainda, que o sistema de tratamento implantado não mostrou-se eficiente dentro dos anos de estudo, pois a água coletada na saída do tratamento já apresenta padrões de potabilidade fora dos preconizados na Portaria.

O risco que o gestor público corre ao negligenciar certos aspectos e distribuir água para consumo fora dos padrões estabelecidos é expor a comunidade a contração de alguma enfermidade. Cabe ressaltar que a população abastecida com esta água concentra-se na região urbana do município. A água consumida na zona rural ainda não é objeto de monitoramento constante por parte do poder público.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.40, n.1, p.170-177, 2006.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004, **Diário Oficial da União**: Poder Executivo, 26 de março de 2004.
3. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
4. CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da integração de perigos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 13, n. 4, p.426-434, out/dez, 2008.
5. DESCHAMPS, F. C.; NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S.; KNOBLAUCH, R. A qualidade da água em áreas cultivadas com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, Balneário Camboriú, **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003.

6. EATON, Andrew D; AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water & wasterwater**. 21st ed. Washington, D.C : American Public Health Association, 2005.
7. EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina**. 2 ed. rev. e atual. Florianópolis: Epagri, 2005. 87 p.
8. FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.10, n. 4, out/dez, 2005.
9. FREITAS, V. P. S.; BRIGIDO, B. M.; BADOLATO, M. I. C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 51-58, 2002.
10. HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.
11. MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F.; BELTRAME FILHO, O. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 5, p. 1171-1178, 2007.
12. NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 10,n.1, p.36-48, jan/mar, 2005.
13. PINTO, V. G. **Análise comparativa de legislações relativas à qualidade da água para consumo humano na América do Sul**. 2006. 212p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
14. SOARES, S. R. S.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. C. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p.1713-1724, nov/dez, 2002.
15. WARTCHOW, D. Serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário: compromisso com a universalização e a qualidade. In: Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). **Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos** ; v.2, coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília : Editora, 2009.