



CONGRESSO BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019  
Uberlândia/MG



# COMPARAÇÃO DA QUANTIFICAÇÃO DE *ESCHERICHIA COLI* ENTRE BALNEÁRIOS RURAIS EM RELAÇÃO AO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

Y. G. PEDDE<sup>1</sup> e C. A. NASCIMENTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Feevale, Graduando de Engenharia Química e Bolsista FAPERGS

<sup>2</sup> Universidade Feevale, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas (ICET)

E-mail para contato: yuriprofissional16@gmail.com, nascimento@feevale.br

**RESUMO** – Embora a água dos chamados balneários rurais da Bacia Hidrográfica dos Sinos seja, pelo senso comum, considerada “limpa”, fez-se necessária a avaliação da mesma quanto a balneabilidade, já que em períodos de alta temperatura existe grande circulação de pessoas. Feita a análise, confirmou-se que, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274/2000, essas águas eram impróprias quanto ao parâmetro, pois apresentavam um NMP/100mL de *E. coli* superior ao permitido em diversas amostras. De acordo com a literatura e com a quantificação da precipitação acumulada nos períodos quando foram realizadas as coletas, identificou-se uma correlação entre a pluviosidade, registrada horas antes da coleta ou em um período de tempo maior antes da mesma, com a concentração de *E. coli*.

## 1. INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica dos Sinos, no nordeste do Rio Grande do Sul, possui, por sua extensão, locais comumente utilizados para banho e consequente contato primário entre ser humano e água. Esses lugares afastados da área urbana tornam-se, a medida de sua popularização, os chamados “balneários rurais”. A maioria desses, entretanto, não possuem fiscalização quanto à balneabilidade, embora exista grande circulação de pessoas em períodos quentes.

A padronização da qualidade da água relativa à balneabilidade é estabelecida pela Resolução CONAMA nº 274/2000, a qual classifica essa água em própria e imprópria para banho. Essa predita, entre outros parâmetros de avaliação, o NMP de *E.coli* por 100mL. Ela prevê, neste caso, coleta da água em questão durante cinco semanas. Para estar de acordo com o padrão, 80% das amostras precisam mostrar-se abaixo de 800 NMP/100mL e a última deve ser inferior à 2000 NMP/100mL. As coletas foram feitas em três pontos: Cascata das Andorinhas (ponto 1), em Rolante, Balneário Conduto (ponto 2), Riozinho e Cascata dos Italianos (ponto 3), Taquara, três balneários rurais da região.

### 1.1 Relação entre chuva, qualidade da água e quantidade de *E. coli*

Existem diversos trabalhos na literatura que ligam, de forma qualitativa e quantitativa, a qualidade microbiológica da água com o regime de chuvas. A concentração de *E. coli* é um dos indicadores de qualidade microbiológica dos meios aquáticos que é relacionada tanto à sazonalidade e as consequentes chuvas dos períodos, quanto à pluviosidade em um curto espaço de tempo e sua influência imediata no parâmetro. Portanto, o monitoramento da água de locais como os balneários rurais deve ser periódico, tendo em vista que a contaminação é um processo dinâmico.

Não são somente, entretanto, as águas de balneários rurais que são afetadas em sua qualidade química, física e microbiológica pela pluviosidade, mas também a água do mar e água subterrânea, como poços rasos, e nascentes.

O estudo de Valias *et al.* (2002) a respeito da análise microbiológica da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais conclui que, com o aumento da precipitação durante períodos do ano, aumentam também os índices de contaminação, pois mais propriedades rurais, dentre as analisadas, apresentaram-se fora dos padrões estabelecidos nas épocas de chuvas.

Sholten (2009) também ressalta a relação direta entre a alta pluviosidade de um período com a contaminação microbiológica de águas superficiais, nesse caso de mananciais. De acordo com a autora, verifica-se a maior média de coliformes no período chuvoso, fato que é causado pela grande vazão de esgoto, poluentes agropecuários e, principalmente, detritos de animais, como esterco líquido e estrume.

Para uma análise mais precisa da relação entre a precipitação (mm) e a concentração de *E. Coli*, é necessária uma avaliação da consequência da chuva em um espaço de tempo curto. Para isso, Kleinheinz *et al.* (2009) coletou amostras das águas de praias localizadas em Door County, Wisconsin (EUA), durante chuvas que acumularam, no mínimo, 5mm, nas 24 horas anteriores. Determinou-se assim, que a maioria das amostras mostrou elevada relação entre grande concentração de *E.coli* e chuvas de 5 mm ou mais nesse período curto de tempo.

## 2. OBJETIVOS

Comparar a quantificação de *E. Coli* em três balneários rurais da Bacia Hidrográfica dos Sinos durante o período de alta temperatura do ano de 2018 com o de 2019 e o de baixa temperatura de 2018. Relacionar, ainda, os resultados com o índice pluviométrico do período de 60 dias, 31 deles anteriores à coleta e 29 no período da bateria de coletas, além de relacionar o índice pluviométrico das 24 horas que antecederam a retirada de cada amostra, explorando, assim, as causas a curto e longo prazo para tais quantificações.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas cinco amostras de cada ponto, durante cinco semanas consecutivas em cada bateria de coletas, que foram três ao total. Na primeira bateria, no período quente de 2018, as amostras foram recolhidas do dia 26 de fevereiro ao dia 26 de março, enquanto que na segunda bateria, no inverno de 2018, foram recolhidas do dia 12 de julho ao dia 9 de agosto. Já a terceira bateria foi realizada no verão de 2019, do dia 9 de janeiro ao dia 6 de fevereiro.



Todos os dados de pluviosidade foram adquiridos a partir do site de uma estação da rede de monitoramento Weather Underground.

As amostras foram analisadas quanto à presença de *Escherichia coli*, com o kit Colilert para detecção de atividade da enzima  $\beta$ -glucuronidase, que utiliza o substrato MUG.

## 4. RESULTADOS

As Tabelas 1, 2 e 3 indicam o NMP/100mL da bactéria nos três pontos de coleta, sendo elas respectivamente da primeira, segunda e terceira baterias de coletas.

Tabela 1 - NMP/100mL de *E. coli* nos três pontos na primeira bateria de coletas

Data	NMP de <i>E. coli</i> / 100mL		
	P1	P2	P3
26/02/2018	200	140	63
05/03/2018	<b>16000</b>	290	200
12/03/2018	790	700	210
19/03/2018	220	<b>1400</b>	190
26/03/2018	<b>4100</b>	<b>3300</b>	<b>4100</b>

Tabela 2 - NMP/100mL de *E. coli* nos três pontos na segunda bateria de coletas

Data	NMP de <i>E. coli</i> / 100mL		
	P1	P2	P3
12/07/2018	200	<b>3050</b>	<b>850</b>
19/07/2018	200	310	520
26/07/2018	410	630	<b>2200</b>
02/08/2018	<LQ*	100	200
09/08/2018	<b>2310</b>	<b>1870</b>	<b>850</b>

\*<LQ = <Limite de quantificação, que é 1.

Tabela 3 - NMP/100mL de *E. coli* nos três pontos na terceira bateria de coletas

Data	NMP de <i>E. coli</i> / 100mL		
	P1	P2	P3
09/01/2019	200	580	610
16/01/2019	<b>2400</b>	<b>24000</b>	<b>20000</b>
23/01/2019	150	290	<b>1100</b>
30/01/2019	340	160	<b>2900</b>
06/02/2019	<b>1200</b>	86	370



De acordo com os resultados e com o padrão estabelecido pela resolução CONAMA nº 274/2000, torna-se claro que, na primeira bateria, todos os pontos mostram-se impróprios para banho, já que todos possuem mais que 2000 NMP/100mL na última amostra. A tabela 2, por sua vez, também demonstra que os três pontos mostraram-se impróprios quanto à balneabilidade. Nessa bateria, entretanto, dois pontos (ponto 2 e ponto 3) dispuseram dessa classificação por possuírem menos que 80% das amostras inferiores a 800 NMP/100mL. A tabela 3 relata, entretanto, a impropriedade somente dos pontos 1 e 3, por possuírem 40% e 60% das amostras superiores a 800 NMP/100mL, respectivamente, enquanto o ponto 2 mostrou-se próprio para banho.

A Tabela 4 indica a pluviosidade na região de Taquara nos 31 dias anteriores ao início da bateria de coletas somados com os 29 dias das cinco semanas consecutivas de coleta, justamente para colocar em perspectiva a influência de um período de mais ou menos pluviosidade.

Tabela 4 – Pluviosidade de 60 dias, 31 antes da coleta e 29 durante as coletas, nas 3 baterias

Bateria 1		Bateria 2		Bateria 3	
Data	Pluviosidade nos 60 dias	Data	Pluviosidade nos 60 dias	Data	Pluviosidade nos 60 dias
25/01 até 26/03/2018	117,6 mm	11/06 até 9/08/2018	264,4 mm	9/12 até 6/2/2019	212,6 mm

A Tabela 2 indica que seis (6) amostras apresentaram-se como superiores a 800 NMP/100mL, quando o índice pluviométrico dos 60 dias analisados foi de 264,4 mm, de acordo com a Tabela 4. A Tabela 3 indica que também seis (6) amostras, naquele período, foram superiores ao limite padronizado, enquanto o índice pluviométrico foi de 212,6 mm, como representa a Tabela 4. Já na primeira bateria de coletas, com 117,6 mm de chuva, cerca de metade do índice pluviométrico em relação ao período das outras duas baterias de coletas, 5 amostras mostraram-se superiores ao limite estabelecido. Portanto, como indica a literatura, é provável que tenha existido correlação entre o índice de chuvas sazonais com a quantificação de *E.Coli* e consequente qualidade da água dos balneários rurais onde as amostras foram coletadas.

As tabelas 5, 6 e 7 indicam a pluviosidade nas 24 horas que antecederam cada coleta até o momento de recolhimento da amostra. As 24 horas foram utilizadas considerando-se que as amostras do Ponto 1 foram coletas sempre às 11h, as do ponto 2, às 10h e as do ponto 3, às 13h.



Tabela 5 - Pluviosidade 24h antes de cada coleta na primeira bateria

Bateria 1			
Data	Índice de chuva 24h antes até o momento da coleta (mm)		
	P1	P2	P3
26/02/2018	SD**	SD	SD
05/03/2018	0	0	0
12/03/2018	3	3	3
19/03/2018	12,2	12,2	12,2
26/03/2018	4,8	4,5	4,8

\*\*SD = Sem dados na estação

Tabela 6 - Pluviosidade 24h antes de cada coleta na segunda bateria

Bateria 2			
Data	Índice de chuva 24h antes até o momento da coleta (mm)		
	P1	P2	P3
12/07/2018	0	0	0
19/07/2018	0,3	0,3	0,3
26/07/2018	8,9	6,4	5,4
02/08/2018	0	0	0
09/08/2018	14,5	14,5	14,5

Tabela 7 - Pluviosidade 24h antes de cada coleta na terceira bateria

Bateria 3			
Data	Índice de chuva 24h antes até o momento da coleta (mm)		
	P1	P2	P3
09/01/2019	2,8	2,8	2,8
16/01/2019	14,7	14,7	14,7
23/01/2019	0	0	0
30/01/2019	0,5	0,5	0,5
06/02/2019	0	0	0

Relacionando as tabelas 5, 6 e 7 com as tabelas 1, 2 e 3 percebe-se que, no ponto 1, 50% das vezes que ocorreu uma pluviosidade superior a 5mm nas últimas 24h a amostra



ultrapassou o limite estabelecido de 800 NMP/100mL, enquanto que 70% das amostras coletadas num período de 24h com menos de 5mm de chuva mostraram-se inferiores ao limite.

No ponto 2, 75% das vezes nas quais ocorreu uma pluviosidade superior a 5mm a amostra ultrapassou o limite, bem como 80% das amostras do período no qual choveu menos que 5mm ficaram dentro do parâmetro estipulado.

No ponto 3, 75% das amostras as quais representam uma pluviosidade superior a 5mm ultrapassaram o limite, enquanto 60% das amostras as quais representam uma pluviosidade inferior a 5mm não ultrapassaram o limite.

Portanto, como demonstra Kleinheinz (2009), existe sim uma correlação entre a pluviosidade no período de 24h que antecedem a coleta sobre a concentração *E. coli*. Essa correlação foi, de acordo com este trabalho, mais linear do que a correlação entre as tabelas 1, 2, 3 e 4. Isso é esperado, já que uma análise mais específica torna a avaliação mais clara e concreta do que uma análise geral de 60 dias, quando não se pode definir em que momento desses dias efetivamente houve pluviosidade e o quanto não houve.

Dessa forma, embora se relacione, comumente, a água dos balneários rurais à uma limpidez estática, isto é, ao permanente estado de “água limpa”, sabe-se que existe, na realidade, uma rarefação dinâmica da qualidade dessas águas. Esse dinamismo, o qual divide-se em sazonal, diário, instantâneo, possui, para bactérias provindas do sistema digestório de animais de sangue quente, correlação com o índice pluviométrico. Assim, torna-se necessária a conscientização dos frequentadores desses locais, bem como a utilização de um marcador fecal mais preciso para análise, como o vírus, justamente para indicar a fonte dessa poluição e delinear, conseqüentemente, uma ação de quem gere tais balneários para melhorar a qualidade da água.

## 6. REFERÊNCIAS

KLEINHEINZ, G. T.; MCDERMOTT, C. M.; HUGHES, S.; BROWN, A. Effects of rainfall on *E. coli* concentrations at Door County, Wisconsin Beaches. *International Journal of Microbiology*, v. 2009, 2009.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>; Acesso em: 20 mar. 2019.

SHOLTEN, C. Dinâmica temporal da poluição fecal nas águas do córrego rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal – SP. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp. São Paulo, p. 25-38, 2009.

WEATHER UNDERGROUND, estação meteorológica para índice pluviométrico. Disponível em: <https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=ITAQUARA3>; Acesso em 20 mar. 2019.

VALIAS, A. P. G. S.; ROQUETO, M. A.; CARVALHO A. F.; VULPINI, C. M.; THOMÉ, H. E.; LEME, L. O.; FILHO, L. O. L.; SILVA, M. A. M. L. A água que consumimos – município: Aguai – SP. *XII Congresso de Águas Subterrâneas*, 2002.