

I-228 - AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE LEITURAS DE TURBIDEZ EM AMOSTRAS DE ÁGUA BRUTA E TRATADA UTILIZANDO DIFERENTES EQUIPAMENTOS

Rafael Kopschitz Xavier Bastos⁽¹⁾

Engenheiro Civil (UFJF), Especialização em Engenharia de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ), PhD em Engenharia Sanitária (University of Leeds), Professor Associado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Larissa Candian Ferreira⁽²⁾

Engenheira Ambiental (UFV). Mestranda em Engenharia Civil (UFV).

Gustavo José Rodrigues Lopes⁽³⁾

Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Civil (UFV).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário - Centro - Viçosa - MG - CEP: 36570-900 Brasil - Tel: (31) 3899-2826- E-mail: rkxb@ufv.br.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo verificar a existência de variações entre medidas de turbidez fornecidas por diferentes equipamentos e, em última instância, fomentar a discussão em torno do padrão de turbidez da norma brasileira de qualidade da água para consumo humano. Foram utilizados cinco turbidímetros diferentes (em marcas, modelos, e, ou tipos – digitais portáteis, digital de bancada, digital de processo e analógico de bancada) para medir a turbidez de amostras de água bruta, tratada e filtrada de uma estação de tratamento de água em ciclo completo. Em suma, os resultados obtidos indicaram que para valores de turbidez da água bruta mais elevados, foram registradas menos diferenças entre as leituras obtidas com os diferentes turbidímetros. Porém, para leituras de valores mais baixos de turbidez (inclusive de água bruta) as diferenças se acentuaram. Nas medidas de turbidez de água filtrada, alguns equipamentos forneceram leituras cerca de duas vezes maiores que outros.

PALAVRAS-CHAVE: Padrão de potabilidade, qualidade da água, turbidez, turbidímetros.

INTRODUÇÃO

A turbidez é uma expressão da propriedade ótica que causa espalhamento e absorção da luz por partículas e moléculas em amostras de água, em lugar de sua transmissão em linhas diretas. É causada por partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos (USEPA, 1999). A facilidade e a simplicidade da determinação da turbidez e o custo relativamente baixo dos turbidímetros contribuíram de modo decisivo para a popularização dessa variável como parâmetro de controle operacional de ETAs e de qualidade da água (PÁDUA e DI BERNARDO, 2001)

Por muito tempo, a turbidez foi utilizada como variável indicadora da qualidade estética da água e, ainda hoje, como tal, faz parte de padrões de potabilidade, a exemplo do padrão brasileiro de aceitação para consumo humano (5,0 uT) (BRASIL, 2011). Entretanto, já há algum tempo, a turbidez assumiu também caráter de indicador da qualidade sanitária da água para consumo, seja como indicador de eficiência de remoção de partículas por meio da filtração e, por conseguinte, de organismos também removíveis pelo mesmo mecanismo, como (oo)cistos de protozoários (USEPA, 1999), seja como indicador da qualidade da água com vistas à adequada desinfecção, independentemente se precedida ou não de filtração, pois partículas em suspensão podem proteger microrganismos da ação dos desinfetantes (USEPA, 1999; WHO, 2011).

Como relação à qualidade da água filtrada, o estado da arte do conhecimento permite identificar que 0,5 e 0,3 uT sejam indicadores adequados da remoção efetiva de, respectivamente, cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* (USEPA, 2006). Assim, o padrão de potabilidade de turbidez da água filtrada tem se tornado cada vez mais restritivo em normas de qualidade da água para consumo humano que são consideradas referências internacionais, por exemplo, as normas dos Estados Unidos (USEPA, 2006), Canadá (HEALTH

CANADA, 2008) e Nova Zelândia (MINISTRY OF HEALTH, 2013). Nessas normas, o padrão de turbidez de água filtrada (filtração rápida) é 0,3 uT, sendo que no caso do Canadá e Nova Zelândia são feitas recomendações de, respectivamente, 0,10 e 0,15 uT. No Brasil, o padrão vigente até 2011 de 1,0 uT para filtração rápida (BRASIL, 2004) passou a 0,5 uT na Portaria MS 2914/2011 (BRASIL, 2011).

Contudo, a leitura de baixos valores de turbidez é mais susceptível a interferências variadas, tais como ruído eletrônico do equipamento, reflexos internos, limpeza do equipamento (poeira), bolhas de ar, ranhuras, marcas de dedo ou gotas d'água na cubeta, dispersão da luz por moléculas dissolvidas na água (por isso, água ultrapura, isenta de partículas em suspensão, ainda produziria 0,01-0,02 uT). Estas são interferências que superestimam as medidas de turbidez. Por outro lado, a presença de materiais com alta capacidade de absorção de luz (dentre os quais, as fontes de cor) acarreta subestimativas de turbidez. Tais interferências podem ser, entretanto, minimizadas por dispositivos internos de equipamentos mais modernos (apropriados para leituras de baixos valores de turbidez) e, ou cuidados no processamento das amostras, utilização de amostras-controle ("branco") e procedimentos cuidadosos de calibração (SADAR, 1996).

Tendo em conta, por um lado, essa variabilidade nas medidas de turbidez e, por outro, a importância que se atribui a diferenças decimais de valores de turbidez como indicador da qualidade microbiológica da água, bem como os padrões de potabilidade de turbidez cada vez mais rigorosos, torna-se clara a necessidade de confiabilidade nas medidas de turbidez. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo, de forma exploratória e preliminar, avaliar comparativamente medidas de turbidez fornecidas por diferentes equipamentos durante o tratamento da água em ciclo completo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na estação de tratamento de água da Universidade Federal de Viçosa (ETA UFV), suprida por manancial superficial (ribeirão São Bartolomeu), com ponto de captação na segunda de duas represas em série (reservatórios de regularização de vazões). A ETA UFV trata em torno de 30 L.s⁻¹, com período de operação médio diário de 12 horas. O tratamento empregado é em ciclo completo: coagulação com sulfato de alumínio, mistura rápida hidráulica em calha Parshall, floculação hidráulica, decantação convencional, filtração rápida (com a vazão dividida em dois filtros) e desinfecção com cloro gás.

Ao longo do período de estudo (sete meses), foram conduzidos ensaios de comparação de medidas de turbidez das águas bruta, decantada e filtrada (filtro 1 e filtro 2) da ETA UFV, utilizando cinco equipamentos: um turbidímetro digital de bancada (TDB), um turbidímetro de processo (TP), dois turbidímetros digitais portáteis (TDP1 e TDP2) e um turbidímetro analógico de bancada (TAB). Foram analisadas 187 amostras em período de estiagem (valores mais baixos de turbidez) e 67 amostras em período chuvoso (valores mais elevados de turbidez).

Todas as leituras foram realizadas em conformidade com o disposto no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012), método 2130 B (medição nefelométrica de turbidez).

Os resultados foram inicialmente sistematizados e discutidos em termos de estatística descritiva. Adicionalmente, diferenças no conjunto de dados de medidas de turbidez em cada tipo de amostra de água foram analisadas com o emprego de testes de análise de variância (ANOVA); diferenças entre resultados de pares de equipamentos foram verificadas por meio de teste de diferença de médias (teste t – amostras pareadas). Em todos os testes adotou-se significância estatística de 5%.

RESULTADOS

Período de chuvas

Na Tabela 1, encontram-se os dados de turbidez da água bruta (AB) em meses típicos de chuvas no local de estudo (janeiro a março). O período analisado inclui, entretanto, períodos de chuvas e de estiagem e, assim, a água bruta apresentou valores de turbidez com amplas variações ($\approx 6,0 - 100$ uT). Os valores médios das leituras de turbidez com os vários equipamentos não apresentaram grandes discrepâncias (em torno de 22 – 25 uT). Os valores de coeficientes de variação e de desvios-padrão também estiveram próximos entre si (Tabela

1). No entanto, as leituras do equipamento TDP1 foram estatisticamente distintas das obtidas com os demais equipamentos, bem como aquelas entre os turbidímetros TDB e TDP2. As leituras nestes equipamentos e no turbidímetro analógico foram estatisticamente equivalentes (Tabela 2).

Tabela 1. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água bruta, período de chuvas.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP1	TDP2	TDB	TAB
N	66	66	66	66
Mínimo	5,8	6,6	6,2	3,0
Máximo	110	95	105	95
Mediana	11	11	10	10
Primeiro quartil (25%)	10	8,1	8,0	8,0
Terceiro quartil (75%)	15	12	12	12
Média aritmética	25	22	24	22
Variância	947	781	972	844
Desvio padrão	31	28	31	29
Erro padrão	3,8	3,4	3,8	3,6
Coefficiente de variação (%)	125	127	132	130

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

Tabela 2. Resultado da comparação estatística das medidas de turbidez da água bruta (teste t - amostras pareadas), período de chuvas.

Turbidímetros	t	p
TDP1 x TDP2	10,75	< 0,01
TDP1 x TDB	11,05	< 0,01
TDP1 x TAB	9,38	< 0,01
TDP2 x TDB	1,31	0,195
TDP2 x TAB	-1,33	0,187
TDB x TAB	-1,84	0,7661

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas, respectivamente, a estatística descritiva e a comparação entre as medidas de turbidez da água decantada fornecidas pelos diversos equipamentos.

Tabela 3. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água decantada, período de chuvas.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP1	TDP2	TDB	TAB
N	66	66	66	66
Mínimo	1,1	0,90	0,30	0,50
Máximo	11	6,0	7,3	4,5
Mediana	5,2	2,1	1,8	2,1
Primeiro quartil (25%)	3,2	1,6	1,3	2,0
Terceiro quartil (75%)	6,4	2,9	2,8	3,0
Média aritmética	5,4	2,3	2,2	2,5
Variância	6,8	1,0	1,7	0,90
Desvio padrão	2,6	1,0	1,3	0,90
Erro padrão	0,30	0,10	0,20	0,10
Coefficiente de variação (%)	48	43	59	38

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

Tabela 4. Resultado da comparação estatística das medidas de turbidez da água decantada (teste t - amostras pareadas), período de chuvas.

Turbidímetros	t	p
TDP1 x TDP2	10,75	< 0,01
TDP1 x TDB	11,05	0,0042
TDP1 x TAB	9,38	< 0,01
TDP2 x TDB	1,31	0,0267
TDP2 x TAB	-1,33	0,187
TDB x TAB	-1,84	0,7661

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

De modo geral, a água decantada, apresentou baixos valores de turbidez e variações relativamente estreitas, denotando eficiência e estabilidade do processo de decantação. O turbidímetro TDP1 forneceu as leituras mais elevadas, com média de 5,4 uT, estatisticamente superior às dos demais equipamentos, os quais, entre si, forneceram leituras estatisticamente semelhantes (médias de 2,2 – 2,5 uT).

Nas Tabelas 5 e 6 apresentam-se a estatística descritiva da água filtrada, medida em cada um dos dois filtros, individualmente. Na Tabela 7 encontram-se os resultados dos testes de comparação de médias. Nessa faixa de turbidez (em torno de 0,20 - 5,0 uT) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre todos os turbidímetros testados. Em ambos os efluentes filtrados (F1 e F2), os turbidímetros TDP2 e TAB forneceram as leituras mais elevadas e com valores médios próximos entre si (média em torno de 0,40 – 0,50 uT) porém estatisticamente distintos. Por sua vez, os equipamentos TP e TDB forneceram leituras mais baixas (médias em torno 0,20 – 0,30 uT), no entanto, também estatisticamente diferentes.

Tabela 5. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água filtrada (filtro 1), período de chuvas.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP2	TDB	TAB	TP
N	67	67	67	67
Mínimo	0,24	0,13	0,15	0,06
Máximo	1,6	1,7	2,0	0,71
Mediana	0,48	0,27	0,43	0,24
Primeiro quartil (25%)	0,45	0,22	0,34	0,15
Terceiro quartil (75%)	0,58	0,34	0,51	0,29
Média aritmética	0,54	0,31	0,46	0,25
Variância	0,05	0,04	0,05	0,02
Desvio padrão	0,22	0,21	0,23	0,13
Erro padrão	0,02	0,03	0,03	0,02
Coefficiente de variação (%)	41	67	50	55

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TP: turbidímetro de processo

Tabela 6. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água filtrada (filtro 2), período de chuvas.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP2	TDB	TAB	TP
N	63	63	63	63
Mínimo	0,26	0,12	0,20	0,03
Máximo	1,4	0,60	0,95	0,65
Mediana	0,50	0,28	0,41	0,17
Primeiro quartil (25%)	0,41	0,21	0,32	0,14
Terceiro quartil (75%)	0,61	0,36	0,50	0,22
Média aritmética	0,54	0,29	0,43	0,20
Variância	0,04	0,01	0,02	0,01
Desvio padrão	0,19	0,11	0,16	0,11
Erro padrão	0,02	0,01	0,02	0,01
Coefficiente de variação (%)	36	36	36	55

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TP: turbidímetro de processo

Tabela 7. Resultado da comparação estatística das medidas de turbidez da água filtrada (teste t - amostras pareadas), período de chuvas.

Turbidímetros	t	p
Filtro 1		
TDP2 x TDB	10,29	<0,01
TDP2 x TAB	3,71	<0,01
TDP2 x TP	10,62	<0,01
HTDB x TAB	-11,36	<0,01
TDB x TP	2,49	<0,01
TAB x TP	7,28	<0,01
Filtro 2		
TDP2 x TDB	10,59	<0,01
TDP2 x TAB	4,36	<0,01
TDP2 x TP	13,9	<0,01
HTDB x TAB	-7,65	<0,01
TDB x TP	7,07	<0,01
TAB x TP	13,23	<0,01

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TP: turbidímetro de processo

Período de estiagem

Na Tabela 8, encontram-se os dados de turbidez da água bruta nos meses típicos de estiagem (abril a julho). No período analisado, a água bruta apresentou valores baixos de turbidez, em torno de 4,0 – 13 uT. O equipamento TDP1 foi o que apresentou medidas de turbidez mais elevadas, sendo os seguintes os valores médios encontrados: TDP1: 8,1 uT; TDP2: 5,8 uT; TDB: 5,6 uT; TAB: 6,2 uT. Nessa faixa de turbidez da água bruta, mais baixa em relação à época de chuvas, todos os equipamentos forneceram leituras estatisticamente diferentes (Tabela 9).

Tabela 8. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água bruta, período de estiagem.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP1	TDP2	TDB	TAB
N	187	187	187	187
Mínimo	4,0	4,2	3,8	0,50
Máximo	13	10	9,8	9,6
Mediana	7,7	5,7	5,6	6,3
Primeiro quartil (25%)	6,4	5,0	4,8	5,4
Terceiro quartil (75%)	9,7	6,5	6,2	7,3
Média aritmética	8,1	5,8	5,6	6,2
Variância	4,1	0,91	0,89	2,1
Desvio padrão	2,0	0,95	0,94	1,4
Erro padrão	0,15	0,07	0,07	0,11
Coeficiente de variação (%)	25	16	17	23

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

Tabela 9. Resultado da comparação estatística das medidas de turbidez da água bruta (teste t - amostras pareadas), período de estiagem.

Turbidímetros	t	p
TDP1 x TDP2	18,637	< 0,01
TDP1 x TDB	20,274	< 0,01
TDP1 x TAB	12,368	< 0,01
TDP2 x TDB	6,579	< 0,01
TDP2 x TAB	-23,707	< 0,01
TDB x TAB	-22,358	< 0,01

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

Com relação à turbidez da água decantada, o turbidímetro TDP1 mais uma vez forneceu as leituras mais elevadas (média de 3,2 uT), seguido do TAB (média de 1,8 uT), dos turbidímetros TDP2 (média de 1,1 uT) e TDB (média de 1,0 uT). Entretanto, o equipamento de bancada apresentou o maior coeficiente de variação e o analógico, o menor (Tabela 10). Para essa faixa de turbidez (baixa) da água decantada, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre todos os turbidímetros testados (Tabela 11).

Tabela 10. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água decantada, período de estiagem.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP1	TDP2	TDB	TAB
N	187	187	187	187
Mínimo	0,38	0,55	0,41	0,80
Máximo	5,6	2,2	5,4	3,4
Mediana	3,1	1,1	0,83	1,8
Primeiro quartil (25%)	2,3	0,82	0,66	1,5
Terceiro quartil (75%)	4,5	1,4	1,2	2,1
Média aritmética	3,2	1,1	0,96	1,8
Variância	1,6	0,15	0,23	0,26
Desvio padrão	1,3	0,38	0,48	0,51
Erro padrão	0,09	0,03	0,03	0,04
Coeficiente de variação (%)	39	34	50	28

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

Tabela 11. Resultado da comparação estatística das medidas de turbidez da água decantada (teste t - amostras pareadas), período de estiagem.

Turbidímetros	t	p
TDP1 x TDP2	18,637	< 0,01
TDP1 x TDB	20,274	< 0,01
TDP1 x TAB	12,368	< 0,01
TDP2 x TDB	6,579	< 0,01
TDP2 x TAB	-23,707	< 0,01
TDB x TAB	-22,358	< 0,01

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TAB: turbidímetro analógico de bancada

No período de estiagem, em ambos os efluentes filtrados (F1 e F2), os turbidímetros digital portátil e analógico de bancada forneceram as leituras mais elevadas, estatisticamente equivalentes (média em torno de 0,30 uT). Por sua vez, os equipamentos digital de processo e digital de bancada forneceram leituras mais baixas (médias em torno 0,13 uT) e estatisticamente equivalentes entre si (à exceção do efluente do filtro 2, onde essas medidas, embora com médias próximas – 0,12 uT e 0,14 uT, revelaram-se estatisticamente distintas). O equipamento de processo foi o que apresentou maior coeficiente de variação. É importante destacar que, assim como no período de chuvas, em faixa de valores de turbidez baixas (sempre inferiores a 0,35 uT em 75% do tempo), para uma mesma amostra, as leituras mais elevadas foram cerca do dobro das mais baixas.

Tabela 12. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água filtrada (filtro 1), período de estiagem.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP2	TDB	TAB	TP
N	186	186	186	186
Mínimo	0,16	0,08	0,14	0,07
Máximo	0,77	0,58	0,62	0,75
Mediana	0,30	0,13	0,29	0,12
Primeiro quartil (25%)	0,27	0,11	0,25	0,10
Terceiro quartil (75%)	0,34	0,16	0,35	0,15
Média aritmética	0,31	0,14	0,30	0,14
Variância	0,01	0,00	0,01	0,01
Desvio padrão	0,07	0,06	0,08	0,08
Erro padrão	0,01	0,00	0,01	0,01
Coeficiente de variação (%)	23	41	27	56

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TP: turbidímetro de processo

Tabela 13. Estatística descritiva das medidas de turbidez da água filtrada (filtro 2), período de estiagem.

Parâmetro	Turbidímetro			
	TDP2	TDB	TAB	TP
N	187	187	187	187
Mínimo	0,22	0,08	0,14	0,00
Máximo	1,0	0,47	0,59	0,60
Mediana	0,30	0,13	0,30	0,11
Primeiro quartil (25%)	0,27	0,11	0,25	0,08
Terceiro quartil (75%)	0,34	0,16	0,35	0,13
Média aritmética	0,31	0,14	0,31	0,12
Variância	0,01	0,00	0,01	0,01
Desvio padrão	0,08	0,05	0,08	0,08
Erro padrão	0,01	0,00	0,01	0,01
Coefficiente de variação (%)	25	38	26	72

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TP: turbidímetro de processo

Tabela 14. Resultado da comparação estatística das medidas de turbidez da água filtrada (teste t - amostras pareadas), período de estiagem.

Turbidímetros	t	p
Filtro 1		
TDP2 x TDB	41,5006	< 0,01
TDP2 x TAB	1,0757	0,2842
TDP2 x TP	33,099	< 0,01
HTDB x TAB	-30,0495	< 0,01
TDB x TP	0,8026	0,4237
TAB x TP	25,929	< 0,01
Filtro 2		
TDP2 x TDB	41,6199	< 0,01
TDP2 x TAB	1,0374	0,3016
TDP2 x TP	28,2983	< 0,01
HTDB x TAB	-29,057	< 0,01
TDB x TP	4,8712	< 0,01
TAB x TP	27,4625	< 0,01

TDP: turbidímetro digital portátil; TDB: turbidímetro digital de bancada; TP: turbidímetro de processo

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho evidenciam que medidas de turbidez de uma mesma amostra podem estar sujeitas a variações consideráveis dependendo do equipamento utilizado, particularmente em faixas de valores baixos de turbidez. Essas observações são de extrema relevância, na medida em que se confere importância a diferenças na primeira casa decimal em valores de turbidez da água filtrada, como indicativo da remoção de (oo)cistos de protozoários patogênicos de importância no abastecimento de água para consumo humano, mais especificamente, *Giardia* e *Cryptosporidium*.

Chama-se, portanto, atenção para a necessidade de se dispor de equipamentos de elevada precisão e acurácia e apropriados para leituras de valores de turbidez baixa, além de se implementar, rotineiramente, procedimentos de boas práticas de laboratório.

Os resultados obtidos suscitam, portanto, discussões sobre o padrão de turbidez da água filtrada da norma brasileira de qualidade da água para consumo humano. A continuidade e refinamento de estudos como o aqui apresentado podem contribuir para questionamentos tais como: o padrão de turbidez deve ser estabelecido tal

como hoje, isto é, como valor máximo permitido (VMP) único (0,5 uT), ou caberiam especificações complementares, por exemplo, relativas ao tipo de equipamento, ou admitindo algum grau de variabilidade em torno do VMP?

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudos e, ou recursos financeiros para a pesquisa. À Fapemig pelo apoio para participação no Congresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22nd ed. Washington: APHA; AWWA; WEF, 2012. p 2:13-2-14.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências*. Diário Oficial da União, 26 de março de 2004, Seção 1, p. 266.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 2914, de 12 de dezembro de 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, 14 de dezembro de 2011.
4. HEALTH CANADA. FEDERAL PROVINCIAL TERRITORIAL COMMITTEE ON DRINKING WATER. *Guidelines for Canadian drinking water quality. Summary table*. Ottawa: Health Canada, 2008.
5. MINISTRY OF HEALTH. *Guidelines for Drinking-water Quality Management for New Zealand 2013*. 3rd edition. Wellington: Ministry of Health, 2013.
6. PÁDUA, V. L.; DI BERNARDO, L. *Comparação entre turbidez e distribuição de tamanhos de partículas*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2001 (CD ROM).
7. SADAR, M.J. *Turbidity Science*. Hach Company, United States of America, 1996.
8. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Guidance Manual for Compliance with the Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule: Turbidity Provisions*. United States Environmental Protection Agency, EPA 815-R 99-010, April 1999.
9. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2, Enhanced Surface Water Treatment Rule; Final Rule. Federal Register – Part II – 40CFR, Parts 9, 141 and 142*. Thursday, January 5, 2006.
10. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for drinking-water quality*. 4th edition. Geneva: WHO, 2011.