



## CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

### Qualidade da água de poços tubulares utilizada no abastecimento de escolas rurais na Região Central do Rio Grande do Sul

#### *Water quality of tubular wells used in supplying rural schools in the Central Region of Rio Grande do Sul*

Ivan Renato Cardoso Krolow<sup>1</sup>; Daniela da Rocha Vitória Krolow<sup>1</sup>; Danilo Rheinheimer dos Santos<sup>1</sup>; Carlos Alberto Casali<sup>2</sup>; Rodrigo Pivoto Mulazzani<sup>1</sup>; Renato Zanella<sup>1</sup>

## RESUMO

O presente estudo visou realizar um diagnóstico da qualidade da água fornecida a comunidade escolar de 22 escolas rurais, localizadas em quatro municípios da Região Central do estado do Rio Grande do Sul. Foram considerados 1.716 registros laboratoriais que integram 13 parâmetros de qualidade da água. Entre eles: potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, cloreto, cobre, fluoreto, nitrato, zinco, dureza total, cor aparente, turbidez, sólidos dissolvidos totais, coliformes totais e coliformes termotolerantes - *Escherichia coli*. Verificou-se que alguns parâmetros de qualidade da água se encontraram com valores inadequados ao consumo humano, em diferentes poços, assim, necessitando de um conjunto de práticas de melhoria da qualidade da água.

**Palavras-chave:** água potável, escolas rurais, sistema de abastecimento de água.

## ABSTRACT

*The present study aimed to carry out a diagnosis of water quality provided to the school community of 22 rural schools, located in four municipalities of the Central Region of the state of Rio Grande do Sul. A total of 1,716 laboratory records were included, including 13 parameters of water quality. Among them: hydrogenation potential, electrical conductivity, chloride, copper, fluoride, nitrate, zinc, total hardness, apparent color, turbidity, total dissolved solids, total coliforms and thermotolerant coliforms - Escherichia coli. It was verified that some parameters of water quality were found with values unsuitable for human consumption in different wells, thus, requiring a set of practices to improve water quality.*

**Keywords:** water, rural schools, system of water supply.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas zonas urbanas tem preocupado os gestores responsáveis pelo fornecimento público e/ou privado de água potável de qualidade. Nas últimas décadas, a inclusão de novas áreas a programas habitacionais, não raras vezes, tem contribuído para o detrimento dos recursos hídricos (BARROS et al., 2016). Se por um lado, a qualidade da água nas zonas urbanas tem

<sup>1</sup> UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS – Brasil.

<sup>2</sup> UFTPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos/PR – Brasil.

preocupado as organizações, por outro, a qualidade da água e o saneamento na zona rural, ainda se mostram incipientes (SCALIZE et al., 2014; MORAIS et al., 2016; PIRATOBA et al., 2017).

Os fatores naturais capazes de reduzirem a qualidade da água podem ter origem dos eventos de precipitação pluvial, do escoamento superficial, da temperatura, entre outros, enquanto que os fatores de origem antrópica podem ser elencados a partir da supressão das matas ciliares, assoreamentos de rios, lançamento de águas servidas não tratadas (TRINDADE et al., 2017). Autores como Zerwes et al. (2015); Oliveira et al. (2016); Coelho et al. (2017) investigaram parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de qualidade da água no meio rural e constaram a inexistência de valores adequados à potabilidade. A adição de substâncias naturais e/ou artificiais, tais como, matéria orgânica biodegradável (dejetos humanos e animais), assim como aquela oriunda de compostos orgânicos sintéticos não degradáveis (agroquímicos, metais pesados e detergentes) alteram as condições físicas, químicas e biológicas dos mananciais. Nesse contexto, percebe-se que a cada década a discussão sobre a qualidade das águas subterrâneas vem aumentando. Como já mencionado por autores como Neves et al. (2017), diversos são os fatores que vem contribuindo para essa discussão, preponderantemente se devem a redução da qualidade da água superficial como fonte de abastecimento, uma vez que significativa parcela da população brasileira dispõe unicamente das águas subterrâneas para atenderem suas necessidades básicas, diante da facilidade de acesso e até mesmo por apresentarem melhor qualidade física e química. Os autores, Volkweis et al. (2015); Löbler & Silva (2015), destacam o crescimento do uso das águas subterrâneas provenientes de poços como uma importante fonte de abastecimento de água para consumo humano. Para tanto, com esse expressivo crescimento necessita-se de uma maior atenção com relação ao controle da qualidade dessas águas. Brum et al. (2016), destaca a importância do controle da qualidade microbiológica das águas para a prevenção da ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Além, desse controle microbiológico das águas das fontes abastecedoras para o consumo humano, se deve atentar para o controle e monitoramento das condições físico-químicas dessas.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo realizar um diagnóstico da qualidade da água fornecida a comunidade escolar de 22 escolas rurais, localizadas em quatro municípios da Região Central do estado do Rio Grande do Sul.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

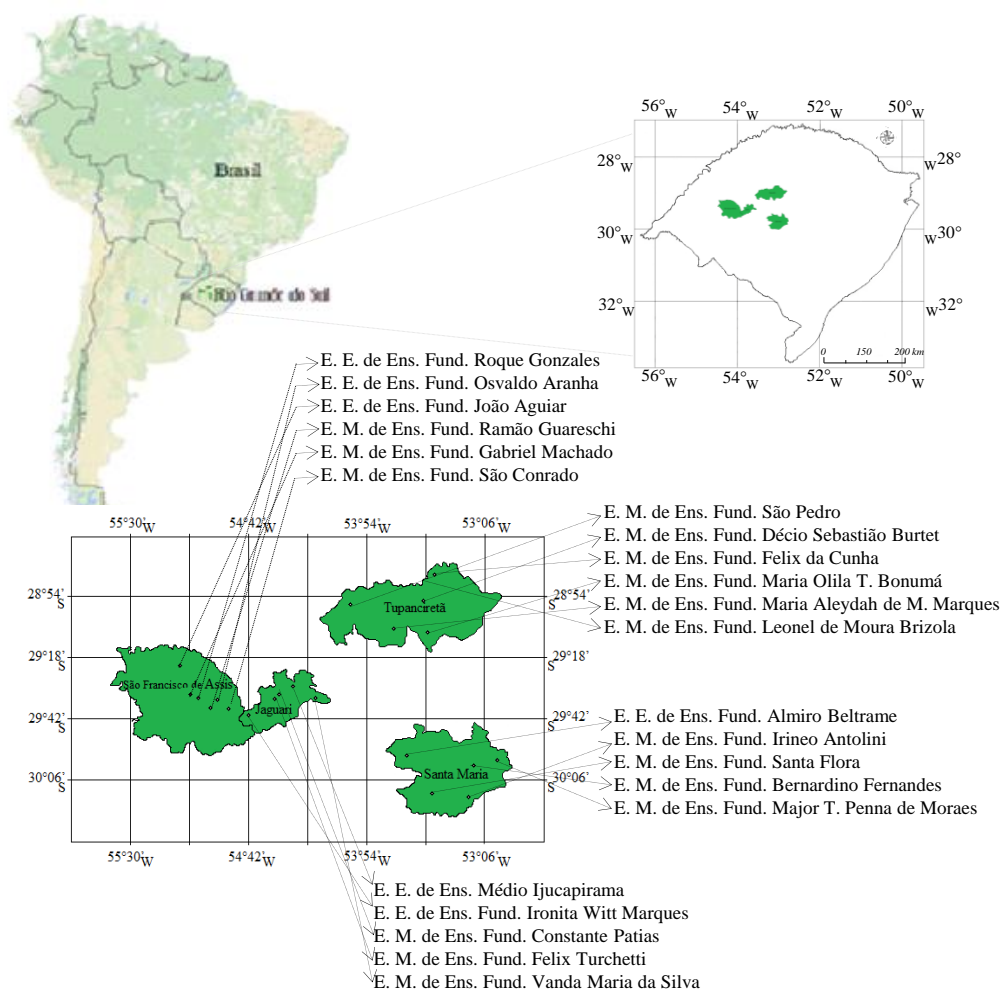
Essa campanha foi realizada no período de setembro de 2006 a julho de 2007<sup>3</sup> em escolas do campo, localizadas na Região Central do estado do Rio Grande do Sul. A Região Central do estado do Rio Grande do Sul está situada numa altitude que varia de 100 a 300 m. O relevo apresenta-se diversificado que vai desde extensas planícies de várzeas até planaltos ondulados a fortemente ondulados com declividade muitas vezes próxima a 45°. Esta região é compreendida por duas regiões fisiográficas bem definidas: a Depressão Central e o Planalto Meridional. Na transição entre estas duas regiões situam-se o Rebordo do Planalto, caracterizado por suas encostas basálticas.

---

<sup>3</sup> Os dados de qualidade de água são coerentes com a situação atual das escolas rurais. Absolutamente nada se alterou no entorno dos locais das fontes de água.

Consideraram-se nessa abordagem 22 escolas do campo que utilizavam água de poço tubular ou fechado, como alternativa principal ao abastecimento das unidades de ensino (seis estaduais e 16 municipais), Figura 1.

**Figura 1.** Localização das escolas do campo. Rio Grande do Sul.

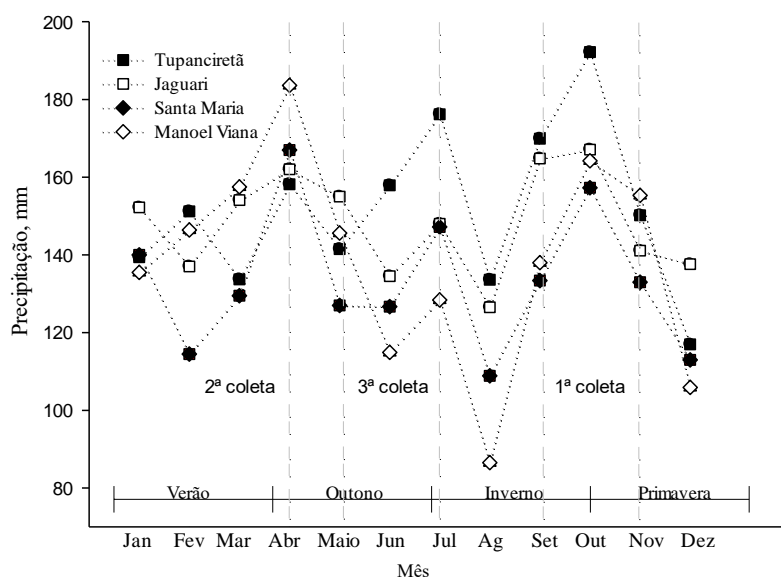


As escolas do campo estão localizadas em quatro municípios do estado do Rio Grande do Sul, dois que apresentaram o índice de desenvolvimento humano (IDH) considerado alto ( $IDH = > 0,70$  e  $\leq 7,99$ ) e dois com IDH considerado médio ( $IDH = > 0,60$  e  $\leq 7,69$ ). Os municípios com IDH alto foram Jaguari e Santa Maria, e os municípios com IDH médio foram Tupanciretã e São Francisco de Assis.

Durante o período da perquisição registrou-se um total de 2.483 alunos no âmbito escolar das 22 escolas do campo.

A precipitação pluvial média histórica acumulada, dos municípios inquiridos apresenta diferenças entre os valores observados, estando no intervalo entre 1.589,3 e 1.821,1 mm (Figura 2). Cabe aqui mencionar que não foram obtidos registros históricos do município de São Francisco de Assis, por essa razão, optou-se por considerar os registros da estação meteorológica mais próxima, nesse caso a de Manoel Viana. A região em estudo apresenta registros de precipitações de relevo, e os maiores valores da amplitude total ocorrem no inverno.

**Figura 2.** Precipitação pluviométrica histórica nos municípios de Jaguarí, Santa Maria, Tupanciretã e Manoel Viana. Rio Grande do Sul.



Fonte: CEMETRS, 2011.

### Periodização das coletas

As coletas de água nos poços das escolas do campo foram realizadas em três períodos distintos, compreendidos no intervalo entre setembro de 2006 e julho de 2007. As coletas de campo totalizaram 132 amostras de água (duplicata). A definição dos períodos de coleta tivera como premissa às atividades antrópicas de uso da terra (Tabela 1). Durante o primeiro período (setembro a novembro de 2006), destacam-se o preparo do solo para o cultivo de espécies temporárias, como a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e o milho (*Zea mays* L.), e em menor escala a cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e a batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.). Também nesse período se têm as atividades despendidas às espécies permanentes como os tratos culturais e a colheita do pêssego [*Prunus persica* (L.) Batsch].

**Tabela 1.** Ocupação da terra e manejo do solo nos municípios de Jaguarí, São Francisco de Assis, Santa Maria e Tupanciretã. Rio Grande do Sul.

Ocupação da terra	Jaguarí		São Francisco de Assis		Santa Maria		Tupanciretã	
	Número de estabelecimentos	Área dos estabelecimentos	Número de estabelecimentos	Área dos estabelecimentos	Número de estabelecimentos	Área dos estabelecimentos	Número de estabelecimentos	Área dos estabelecimentos
<sup>1</sup> Número de unidades	1.389	48.486 ha	2.342	201.838 ha	2.114	137.345 ha	1.056	199.996 ha
Lavoura permanente	151	281 ha	332	955 ha	1.564	1.309 ha	247	794 ha
Lavoura temporária	1.335	12.987 ha	1.875	36.592 ha	2.016	37.915 ha	1.066	136.907 ha
Pastagem natural	1.238	28.186 ha	2.012	118.899 ha	1.880	70.568 ha	952	42.338 ha
<sup>2</sup> Pastagem cultivada	87	699 ha	327	13.666 ha	376	4.885 ha	421	8.223 ha
Arroz irrigado	2.450	ha	4.000	ha	9.478	ha	30	ha
Tabaco	2000	ha	850	ha	210	ha	100	ha
<b>Manejo do solo</b>	Número de estabelecimentos agropecuários							
Cultivo convencional	924		1.239		1.067		123	
Cultivo mínimo	120		198		527		170	
Plantio direto	498		597		339		812	

<sup>1</sup>Arrendatário + Proprietário; <sup>2</sup>Degradadas + Boas condições.

Fonte: IBGE, 2006.

No segundo período (fevereiro a abril de 2007), ainda se observava em campo a cultura do milho, em fase de colheita e/ou safrinha, e as espécies temporárias como o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), assim como a soja em final de ciclo. Foram constatados os tratos culturais despendidos a laranja (*Citrus sinensis* L.) e a tangerina (*Citrus reticulata* Blanco).

As coletas realizadas no terceiro período (maio a julho de 2007) coincidiram com o manejo do solo despendido ao cultivo das forrageiras de inverno como a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), o azevém (*Lolium multiflorum* L.) e o plantio do trigo (*Triticum aestivum* L.), assim como a colheita dos citros na região.

### Procedimentos analíticos

As amostras de água para as avaliações físicas, químicas e microbiológicas foram coletadas em frascos de plástico de 300 mL. A temperatura da água de cada poço foi avaliada *in situ* no momento da coleta. Após a coleta, efetuou-se o encaminhamento das amostras ao Laboratório de Análise de Águas Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para as devidas avaliações. O potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cloreto (Cl<sup>-</sup>), cobre (Cu<sup>2+</sup>), fluoreto (F<sup>-</sup>), nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), zinco (Zn<sup>2+</sup>) e dureza total (Dureza<sub>total</sub>) integraram os parâmetros químicos. Os valores do pH e CE foram obtidos pelo condutivímetro e peagâmetro digital de bancada, respectivamente. Os elementos aniônicos (Cl<sup>-</sup>, Cu<sup>2+</sup>, F<sup>-</sup> e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) foram determinados por análise cromatográfica em um cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC) com coluna de troca iônica. O zinco (Zn<sup>2+</sup>) foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica. Para determinação do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi retirada uma alíquota de 20 mL da amostra e determinado por destilação em Microkildjal, captado em ácido bórico e titulado com ácido sulfúrico. A Dureza<sub>total</sub> foi determinada a partir dos teores de Ca e Mg expressado em equivalente CaCO<sub>3</sub>, pela equação:  $\text{CaCO}_3 \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 2,497 \times [\text{Ca}] + 4,118 \times [\text{Mg}]$ .

Os parâmetros físicos avaliados foram a cor aparente por colorimetria, a turbidez por turbidímetro de bancada, e os sólidos dissolvidos totais (SDT) foi estimado a partir da equação:  $\text{SDT} = 0,64 \text{ CE}$ .

O procedimento adotado para a obtenção dos valores de coliformes totais (C<sub>totais</sub>) e coliformes termotolerantes - *Escherichia coli* (C<sub>term</sub>) ocorreu conforme o método dos tubos múltiplos, de acordo com as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). O meio de cultura utilizado foi o caldo seletivo enriquecido "FLUOROCULT Caldo LMX (Merck, pH 6,8 a 25 °C)". Em função do número de tubos positivos e da respectiva diluição estimou-se por meio de tabela estatística o número mais provável (NMP) de C<sub>totais</sub> e C<sub>term</sub> em 100 mL de amostra.

### Análise estatística

A análise dos 1.716 registros laboratoriais que integraram os 13 parâmetros de qualidade da água inquiridos nesse estudo, após serem tabulados e ordenados foram submetidos à análise descritiva. Consideraram-se os indicadores de média ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ), erro padrão ( $\pm$ ), limite mínimo (LI), limite superior (LS) e amplitude total (Ampl<sub>total</sub>). A normalidade das variáveis foi testada por Shapiro Wilks (W) e a homocedasticidade das variâncias pelo teste de Levene, ambos os testes realizados com nível de significância de  $p_{\text{valor}} < 0,05$  [Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 20.0]. Adicionalmente, realizou-se a análise de variância (ANOVA *one way*) com nível de confiabilidade de 95% ( $p_{\text{valor}} < 0,05$ ) e quando os valores das variáveis refutaram a igualdade de médias, aplicou-se o teste *pos-hoc* de Fischer LSD ( $P_{\text{valor}} < 0,05$ ), [Software Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004)].

De maneira complementar, comparou-se os resultados, aos limites de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira exploratória, plotou-se os valores de amplitude total obtido dos 132 ( $Ampl_{total(138)}$ ) valores inquiridos dos 13 parâmetros de qualidade da água investigados durante a campanha (Figura 3a) e nas Figuras 3b, 3c, 3d e 3e plotou-se os valores da amplitude total ( $Ampl_{total}$ ) dos parâmetros de qualidade da água obtidos em cada uma das escolas do campo, em cada um dos quatro municípios inquiridos. Diante do exposto, constatou-se que os valores de pH observados entre as escolas do campo estiveram entre o intervalo 4,5 e 8,4 (valores compreendidos entre água ácida e água alcalina ou básica) o que contribuiu para a obtenção de uma alta  $Ampl_{total(138)}$ , que correspondeu a 3,9 (Figura 3a). Os maiores valores da  $Ampl_{total}$  para a variável pH foram observados na E5 (2,0), E10 (2,10), E16 (1,5) e E19 (0,5).

A CE apresentou valores entre o intervalo de 1,56 e 385,94  $\mu Scm^{-1}$ , assim como a variável anterior observou-se uma alta  $Ampl_{total(138)}$  que correspondeu a 384,38  $\mu Scm^{-1}$ . Entre as escolas, os maiores valores da  $Ampl_{total}$  ocorreram na E5 (350,00  $\mu Scm^{-1}$ ), E9 (53,13  $\mu Scm^{-1}$ ), E14 (384,38  $\mu Scm^{-1}$ ), e E18 (10,94  $\mu Scm^{-1}$ ). O valor de  $Ampl_{total(138)}$  do  $Cl^{-}$  correspondeu a 16,20 mg  $L^{-1}$ , e entre as escolas, o maior valor de  $Ampl_{total}$  foi observado no município de Tupanciretã na E19 (9,20 mg  $L^{-1}$ ), valor superior àqueles observados na E2, E10 e E14 em 90,22; 96,74 e 75%, respectivamente.

O parâmetro químico  $N-NO_3^{-}$  apresentou valores entre o intervalo 0,10 e 3,20 mg  $L^{-1}$  e a  $Ampl_{total(138)}$ , também considerada alta, correspondeu a 3,20 mg  $L^{-1}$ . Entre as escolas os maiores valores da  $Ampl_{total}$  de  $N-NO_3^{-}$  foram observados na E3 (2,30 mg  $L^{-1}$ ) e E10 (1,20 mg  $L^{-1}$ ) e nas E12, E17 e E19, o valor foi igual a 0,80 mg  $L^{-1}$ . Os valores de  $Zn^{2+}$  apresentaram  $Ampl_{total(138)}$  igual a 3,7 mg  $L^{-1}$ . Entre as escolas, os maiores valores da  $Ampl_{total}$  do  $Zn^{2+}$  se deram na E5 (3,70 mg  $L^{-1}$ ), E6 (0,60 mg  $L^{-1}$ ), E15 (0,90 mg  $L^{-1}$ ) e E18 (0,70 mg  $L^{-1}$ ).

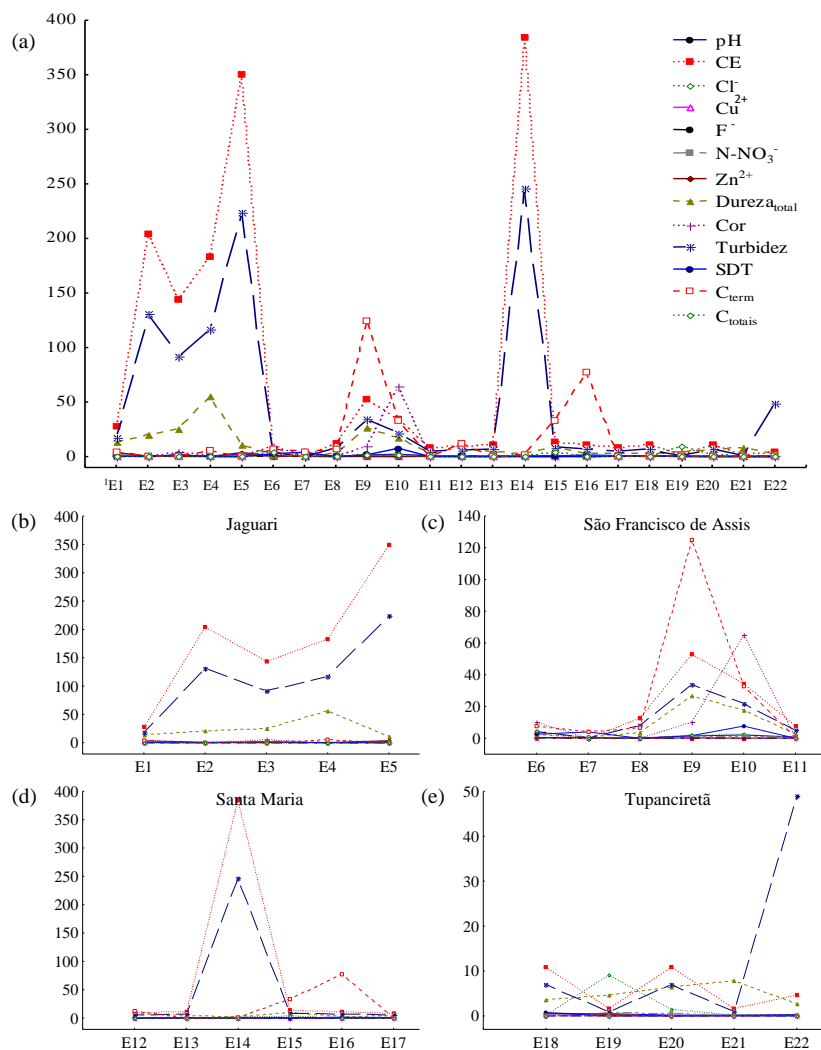
O parâmetro químico Dureza<sub>total</sub> apresentou valores compreendidos no intervalo 1,40 e 82,30 mg  $L^{-1}$  o que lhe atribuiu uma alta  $Ampl_{total(138)}$  (81,40 mg  $CaCO_3 L^{-1}$ ). Enquanto que, entre as escolas o maior valor da  $Ampl_{total}$  foi observado no município de Jaguari, na E4 (55,60 mg  $CaCO_3 L^{-1}$ ), valor superior a E9, E15 e E21 em 52,16; 83,63 e 85,97%, respectivamente.

Conforme pode ser observado na Figura 3a, os valores da  $Ampl_{total(138)}$  do parâmetro físico cor (70,00 mg PT  $L^{-1}$ ) foi alto. Cabe aqui enfatizar que em apenas 4,55% dos registros foram obtidos valores diferentes de zero. Entre as escolas os maiores valores de  $Ampl_{total}$  foram obtidos na E3 (5,00 mg PT  $L^{-1}$ ) e na E10 (65,00 mg PT  $L^{-1}$ ), Figuras 3a e 3b, respectivamente. Em relação à turbidez, 21,21% dos registros mostraram-se diferentes de zero, e o valor da  $Ampl_{total(138)}$  correspondeu a 30,00 NTU. Entre as escolas o maior valor da  $Ampl_{total}$  foi observado na E10 (7,70 NTU) em São Francisco de Assis.

Os valores de  $Ampl_{total(138)}$  para os parâmetros microbiológicos  $C_{totais}$  e  $C_{term}$  mostraram-se baixos, e corresponderam respectivamente a 127,00 e 4,00 NMP 100  $mL^{-1}$ . Os registros de  $C_{totais}$  foram percebidos em 12,30% das amostras de água analisadas, e os registros de  $C_{term}$  se deram em menor número, apenas 4,35%. Nas escolas de Tupanciretã não foram observados registros de  $C_{totais}$  e  $C_{term}$ .



**Figura 3.** Amplitude dos valores das variáveis que compõem os parâmetros de qualidade da água. Rio Grande do Sul.



<sup>1</sup>E1- E. E. de Ens. Médio Ijucapirama; E2- E. M. de Ens. Fund. Felix Turchetti; E3- E. M. de Ens. Fund. Vanda Maria da Silva; E4- E. E. de Ens. Fund. Ironita Witt Marques; E5- E. E. de Ens. Fund. Constante Patias; E6- E. E. de Ens. Fund. Roque Gonzales; E7- E. E. de Ens. Fund. São Conrado, E8- E. E. de Ens. Fund. Osvaldo Aranha; E9- E. M. de Ens. Fund. Gabriel Machado, E10- E. E. de Ens. Fund. João Aguiar; E11- E. M. de Ens. Fund. Ramão Guareschi; E12- E. M. de Ens. Fund. Major T. Penna de Moraes; E13- E. M. de Ens. Fund. Bernardino Fernandes; E14- E. M. de Ens. Fund. Santa Flora; E15- E. M. de Ens. Fund. Irineo Antolini; E16- E. E. de Ens. Fund. Almiro Beltrame; E17- E. M. de Ens. Fund. São Pedro; E18- E. M. de Ens. Fund. Maria Aleydah de M. Marques; E19- E. M. de Ens. Fund. Maria Olila Terra Bonumá; E20- E. M. de Ens. Fund. Felix da Cunha; E21- E. M. de Ens. Fund. Décio Sebastião Burtet e E22- E. M. de Ens. Fund. Leonel de Moura Brizola.

Os maiores valores da  $Ampl_{total}$  ocorreram nas escolas E4 (6,10 NMP 100 mL<sup>-1</sup>), E9 (125,10 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) e E16 (78,00 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) para o parâmetro  $C_{totaís}$ , e nas escolas E6 (4,40 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) e E15 (4,0 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) para o parâmetro  $C_{term}$ .

A análise de variância dos resultados mostrou-se significativa para os parâmetros de qualidade da água: pH, CE, Cl<sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Dureza<sub>total</sub> e SDT, em nível de significância ( $P_{valor} < 0,05$ ). No entanto, para as variáveis: Cu<sup>2+</sup>, F<sup>-</sup>, cor, turbidez,  $C_{totaís}$  e  $C_{term}$ , não atenderam as prerrogativas da ANOVA.

Na Tabela 2, pode se observar os valores médios das variáveis que integraram o parâmetro químico dessa campanha. Entre as 22 escolas constatou-se que os maiores valores de pH foram observados nas E4 ( $\bar{x} = 7,6$ ;  $\sigma = 0,15$ ) e E14 ( $\bar{x} = 8,3$ ;  $\sigma = 0,15$ ) e o menor na E6 ( $\bar{x} = 5,0$ ;  $\sigma = 0,15$ ). No que tange a CE, percebe-se que os valores mais expressivos ocorreram na E14 ( $\bar{x} = 788,02$ ;  $\sigma = 196,81$ ).

Noutro sentido, os menores valores de CE foram observados nas E1 ( $\bar{x} = 31,77$ ;  $\sigma = 14,18$ ), E6 ( $\bar{x} = 37,50$ ;  $\sigma = 3,13$ ), E7 ( $\bar{x} = 48,44$ ;  $\sigma = 0$ ), E8 ( $\bar{x} = 30,21$ ;  $\sigma = 6,31$ ), E11 ( $\bar{x} = 30,21$ ;  $\sigma = 3,93$ ), E13 ( $\bar{x} = 33,85$ ;  $\sigma = 6,31$ ) e E16 ( $\bar{x} = 38,02$ ;  $\sigma = 5,92$ ).

Os resultados obtidos das análises de água para o parâmetro Cl<sup>-</sup>, mostraram que os valores mais significativos ocorreram na E14 ( $\bar{x} = 16,23$ ;  $\sigma = 1,25$ ).

**Tabela 2.** Parâmetros químicos de qualidade da água investigados em 22 escolas do campo da rede pública de educação. RS.

Escolas	pH	CE	Cloreto	Cobre	Fluoreto	Nitrato	Zinco	Dureza total
		.... $\mu\text{Scm}^{-1}$ ....	..... $\text{mg L}^{-1}$ .....					
<sup>1</sup> E1	5,9±0,35 <sup>efghi</sup>	31,77±8,19 <sup>e</sup>	0,2±0,06 <sup>c</sup>	0,03±0,03	0,0±0,03	2,1±0,54 <sup>abcd</sup>	2,2±1,11 <sup>a</sup>	10,90±4,01 <sup>ef</sup>
E2	7,0±0,18 <sup>bc</sup>	259,90±65,55 <sup>c</sup>	0,7±0,26 <sup>c</sup>	0,03±0,03	0,1±0,00	0,97±0,12 <sup>ghijk</sup>	0,4±0,19 <sup>b</sup>	32,43±6,12 <sup>bc</sup>
E3	6,1±0,23 <sup>defgh</sup>	107,81±44,92 <sup>e</sup>	0,4±0,03 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	2,1±0,68 <sup>abcd</sup>	0,1±0,07 <sup>b</sup>	18,77±7,94 <sup>cdeff</sup>
E4	7,6±0,09 <sup>ab2</sup>	319,79±52,88 <sup>b</sup>	0,6±0,09 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	0,9±0,20 <sup>hijk</sup>	0,0±0,03 <sup>b</sup>	50,10±16,78 <sup>a</sup>
E5	6,4±0,61 <sup>cdefg</sup>	170,83±115,39 <sup>c</sup>	0,3±0,24 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	0,8±0,25 <sup>ijk</sup>	1,6±1,11 <sup>a</sup>	16,70±3,71 <sup>def</sup>
E6	5,0±0,09 <sup>k</sup>	37,50±1,80 <sup>e</sup>	0,5±0,00 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	1,3±0,09 <sup>efghi</sup>	0,2±0,19 <sup>b</sup>	5,93±0,61 <sup>f</sup>
E7	5,5±0,09 <sup>hijk</sup>	48,44±0,00 <sup>e</sup>	0,4±0,03 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,1±0,07	2,6±0,17 <sup>a</sup>	0,1±0,07 <sup>b</sup>	9,00±0,29 <sup>f</sup>
E8	5,8±0,06 <sup>fg hij</sup>	30,21±3,65 <sup>e</sup>	0,3±0,03 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	1,7±0,23 <sup>bcdefg</sup>	0,1±0,13 <sup>b</sup>	9,70±0,98 <sup>ef</sup>
E9	5,2±0,44 <sup>ijk</sup>	56,25±17,21 <sup>e</sup>	0,2±0,00 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	2,3±0,28 <sup>abc</sup>	0,1±0,09 <sup>b</sup>	19,03±8,31 <sup>cdeff</sup>
E10	6,7±0,62 <sup>cd</sup>	90,63±10,97 <sup>e</sup>	0,7±0,10 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	1,9±0,35 <sup>abcde</sup>	0,0±0,03 <sup>b</sup>	26,87±5,82 <sup>bcd</sup>
E11	5,6±0,23 <sup>hijk</sup>	30,21±2,27 <sup>e</sup>	0,1±0,07 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	1,3±0,29 <sup>efghi</sup>	0,1±0,07 <sup>b</sup>	6,87±0,88 <sup>f</sup>
E12	5,2±0,09 <sup>ijk</sup>	78,13±3,13 <sup>de</sup>	1,0±0,06 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	1,6±0,24 <sup>cdefgh</sup>	0,1±0,00 <sup>b</sup>	18,77±2,37 <sup>cdeff</sup>
E13	5,1±0,06 <sup>jk</sup>	33,85±3,65 <sup>e</sup>	0,4±0,07 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	2,4±0,15 <sup>ab</sup>	0,1±0,03 <sup>b</sup>	9,73±1,37 <sup>ef</sup>
E14	8,3±0,09 <sup>a</sup>	788,02±113,63 <sup>a</sup>	16,2±0,72 <sup>a</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	0,2±0,07 <sup>kl</sup>	0,1±0,10 <sup>b</sup>	8,97±0,77 <sup>f</sup>
E15	6,9±0,13 <sup>bc</sup>	90,63±4,69 <sup>e</sup>	0,5±0,19 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	1,47±0,18 <sup>defghi</sup>	0,3±0,30 <sup>b</sup>	6,90±2,79 <sup>f</sup>
E16	6,43±0,47 <sup>cdef</sup>	38,02±3,42 <sup>e</sup>	0,3±0,06 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,1±0,03	2,1±0,03 <sup>abcd</sup>	0,0±0,00 <sup>b</sup>	12,90±0,84 <sup>def</sup>
E17	6,4±0,23 <sup>cdefg</sup>	122,92±2,60 <sup>de</sup>	0,6±0,24 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,01±0,03	0,5±0,23 <sup>ijkl</sup>	0,2±0,12 <sup>b</sup>	26,80±1,16 <sup>bcd</sup>
E18	5,63±0,13 <sup>ghijk</sup>	55,73±3,65 <sup>de</sup>	0,2±0,09 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	0,03±0,03 <sup>l</sup>	0,3±0,21 <sup>b</sup>	12,93±1,07 <sup>def</sup>
E19	6,6±0,15 <sup>cde</sup>	119,79±0,52 <sup>e</sup>	3,5±3,05 <sup>b</sup>	0,03±0,03	0,0±0,03	1,73±0,27 <sup>bcdef</sup>	0,1±0,09 <sup>b</sup>	39,57±1,45 <sup>ab</sup>
E20	6,9±0,07 <sup>bc</sup>	138,02±3,65 <sup>e</sup>	0,6±0,47 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	0,5±0,18 <sup>ijkl</sup>	0,0±0,00 <sup>b</sup>	50,30±1,89 <sup>a</sup>
E21	5,7±0,06 <sup>fg hijk</sup>	59,90±0,52 <sup>de</sup>	0,2±0,07 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	0,0±0,03	1,0±0,09 <sup>fg hij</sup>	0,0±0,03 <sup>b</sup>	17,13±2,58 <sup>def</sup>
E22	5,9±2,03 <sup>defghi</sup>	76,04±1,38 <sup>e</sup>	0,1±0,10 <sup>c</sup>	< 5 $\mu\text{g}$	< 0,1	0,03±0,03 <sup>l</sup>	0,0±0,03 <sup>b</sup>	23,71±0,80 <sup>cde</sup>

<sup>1</sup>E1- E. E. de Ens. Médio Ijuçapirama; E2- E. M. de Ens. Fund. Felix Turchetti; E3- E. M. de Ens. Fund. Vanda Maria da Silva; E4- E. E. de Ens. Fund. Ironita Witt Marques; E5- E. E. de Ens. Fund. Constante Patias; E6- E. E. de Ens. Fund. Roque Gonzales; E7- E. E. de Ens. Fund. São Conrado, E8- E. E. de Ens. Fund. Osvaldo Aranha; E9- E. M. de Ens. Fund. Gabriel Machado, E10- E. E. de Ens. Fund. João Aguiar; E11- E. M. de Ens. Fund. Ramão Guareschi; E12- E. M. de Ens. Fund. Major T. Penna de Moraes; E13- E. M. de Ens. Fund. Bernardino Fernandes; E14- E. M. de Ens. Fund. Santa Flora; E15- E. M. de Ens. Fund. Irineo Antolini; E16- E. E. de Ens. Fund. Almiro Beltrame; E17- E. M. de Ens. Fund. São Pedro; E18- E. M. de Ens. Fund. Maria Aleydah de M. Marques; E19- E. M. de Ens. Fund. Maria Olila Terra Bonumá; E20- E. M. de Ens. Fund. Felix da Cunha; E21- E. M. de Ens. Fund. Décio Sebastião Burtet e E22- E. M. de Ens. Fund. Leonel de Moura Brizola; <sup>2</sup>Valores de cada coluna, seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Fischer ( $p_{\text{valor}} > 0,05$ ).

Os valores médios do parâmetro químico Cu<sup>2+</sup> foram detectados em apenas 4,55% das amostras de água [nível de detecção ( $nd$ ) = < 0,1 mg L<sup>-1</sup>], não sendo observado nas demais amostras. Em 24,24% das amostras de água foram registradas a presença do F<sup>-</sup> [nível de detecção ( $nd$ ) = < 5  $\mu\text{g}$ ], não sendo observado nas demais amostras.



Os maiores valores de  $\text{N-NO}_3^-$  foram percebidos nas E1 ( $\bar{x} = 2,10$ ;  $\sigma = 0,93$ ), E3 ( $\bar{x} = 2,10$ ;  $\sigma = 1,18$ ), E7 ( $\bar{x} = 2,60$ ;  $\sigma = 0,30$ ), E9 ( $\bar{x} = 2,30$ ;  $\sigma = 0,49$ ), E10 ( $\bar{x} = 1,9$ ;  $\sigma = 0,60$ ), E13 ( $\bar{x} = 2,4$ ;  $\sigma = 0,26$ ) e E16 ( $\bar{x} = 2,10$ ;  $\sigma = 0,06$ ), enquanto que os menores ocorreram nas E18 ( $\bar{x} = 0,03$ ;  $\sigma = 0,06$ ) e E22 ( $\bar{x} = 0,03$ ;  $\sigma = 0,06$ ). Os maiores valores de  $\text{Zn}^{2+}$  ocorreram na E1 ( $\bar{x} = 2,20$ ;  $\sigma = 1,93$ ) e na E5 ( $\bar{x} = 1,6$ ;  $\sigma = 1,91$ ), não havendo diferenças significativas entre os menores valores observados nas amostras de água das demais escolas.

Os valores dos parâmetros físicos foram dispostos na Tabela 3. Na E3 ( $\bar{x} = 1,67$ ;  $\sigma = 2,89$ ) constatou-se que o valor da cor se distancia do maior valor percebido na E10 em 20,9 vezes. Nas escolas dos municípios de Santa Maria e Tupanciretã não foram observados valores da cor superiores à zero (material suspenso e/ou dissolvido na água).

**Tabela 3.** Parâmetros físicos de qualidade da água investigados em 22 escolas do campo da rede pública de educação. RS.

Escolas	Cor	Turbidez	SDT <sup>2</sup>	Escolas	Cor	Turbidez	SDT
	mg PT L <sup>-1</sup>	... NTU ...	... mg L <sup>-1</sup> ...		mg PT L <sup>-1</sup>	... NTU ...	... mg L <sup>-1</sup> ...
<sup>1</sup> E1	0	0,13±0,13	20,33±5,24 <sup>e</sup>	E12	0	0	50,00±2,00 <sup>de</sup>
E2	0	0	166,33±41,95 <sup>bc</sup>	E13	0	0	21,67±2,33 <sup>e</sup>
E3	1,67±1,67	0,5±0,57	69,00±28,75 <sup>de</sup>	E14	0	0	504,33±72,72 <sup>a3</sup>
E4	0	0	204,67±33,84 <sup>b</sup>	E15	0	0	58,00±3,00 <sup>de</sup>
E5	0	0	109,33±73,85 <sup>cd</sup>	E16	0	0,20±0,20	24,33±2,19 <sup>e</sup>
E6	5,0±2,89	1,67±0,75	24,00±1,15 <sup>e</sup>	E17	0	0,10±0,10	78,67±1,67 <sup>de</sup>
E7	0	1,97±1,16	31,00±0d <sup>e</sup>	E18	0	0,23±0,23	35,67±2,33 <sup>de</sup>
E8	0	0	19,33±2,33 <sup>e</sup>	E19	0	0	76,67±0,33 <sup>de</sup>
E9	3,3±3,33	0,63±0,54	36,00±11,02 <sup>de</sup>	E20	0	0	88,33±2,33 <sup>de</sup>
E10	35,0±18,93	6,23±2,40	58,00±7,02 <sup>de</sup>	E21	0	0	38,33±0,33 <sup>de</sup>
E11	0	0	19,33±1,45 <sup>e</sup>	E22	0	0	16,33±16,33 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>E1- E. E. de Ens. Médio Ijucapirama; E2- E. M. de Ens. Fund. Felix Turchetti; E3- E. M. de Ens. Fund. Vanda Maria da Silva; E4- E. E. de Ens. Fund. Ironita Witt Marques; E5- E. E. de Ens. Fund. Constante Patias; E6- E. E. de Ens. Fund. Roque Gonzales; E7- E. E. de Ens. Fund. São Conrado, E8- E. E. de Ens. Fund. Osvaldo Aranha; E9- E. M. de Ens. Fund. Gabriel Machado, E10- E. E. de Ens. Fund. João Aguiar; E11- E. M. de Ens. Fund. Ramão Guareschi; E12- E. M. de Ens. Fund. Major T. Penna de Moraes; E13- E. M. de Ens. Fund. Bernardino Fernandes; E14- E. M. de Ens. Fund. Santa Flora; E15- E. M. de Ens. Fund. Irineo Antolini; E16- E. E. de Ens. Fund. Almiro Beltrame; E17- E. M. de Ens. Fund. São Pedro; E18- E. M. de Ens. Fund. Maria Aleydah de M. Marques; E19- E. M. de Ens. Fund. Maria Olila Terra Bonumá; E20- E. M. de Ens. Fund. Felix da Cunha; E21- E. M. de Ens. Fund. Décio Sebastião Burtet e E22- E. M. de Ens. Fund. Leonel de Moura Brizola; <sup>2</sup>SDT- Sólidos dissolvidos totais; <sup>3</sup>Valores de cada coluna, seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Fischer ( $p_{\text{valor}} > 0,05$ ).

Na Tabela 4, observa-se que o valor de turbidez obtido na E17 ( $\bar{x} = 0,10$ ;  $\sigma = 0,17$ ) mostra-se distante do maior valor observados na E10 em 62,3 vezes. Diferentemente dos demais parâmetros físicos, os valores de SDT foram percebidos em todas as amostras de água. Os menores valores de SDT foram percebidos nas E1 ( $\bar{x} = 20,33$ ;  $\sigma = 9,07$ ), E6 ( $\bar{x} = 24,00$ ;  $\sigma = 2,00$ ), E7 ( $\bar{x} = 31,00$ ;  $\sigma = 0$ ), E8 ( $\bar{x} = 19,33$ ;  $\sigma = 4,04$ ), E11 ( $\bar{x} = 19,33$ ;  $\sigma = 2,52$ ), E13 ( $\bar{x} = 21,67$ ;  $\sigma = 4,04$ ), E16 ( $\bar{x} = 24,33$ ;  $\sigma = 3,79$ ), e E22 ( $\bar{x} = 16,33$ ;  $\sigma = 28,29$ ). Noutra perspectiva, o maior valor de SDT ocorreu na E14 ( $\bar{x} = 504,33$ ;  $\sigma = 125,96$ ).

**Tabela 4.** Parâmetros microbiológicos de qualidade da água investigados em 22 escolas do campo da rede pública de educação. RS.

Escolas	<sup>2</sup> C <sub>totais</sub>		Escolas	C <sub>totais</sub>		C <sub>term</sub>
	..... NMP 100 mL <sup>-1</sup> .....			..... NMP 100 mL <sup>-1</sup> .....		
<sup>1</sup> E1	1,47±1,47	-	E12	4,00±4,00	-	
E2	-	-	E13	-	-	
E3	-	-	E14	0,63±0,63	-	
E4	2,03±2,03	-	E15	13,27±10,06	1,33±1,33	
E5	-	-	E16	26,63±25,69	-	
E6	6,57±3,51	2,10±1,27	E17	-	-	
E7	1,97±1,16	-	E18	-	-	
E8	2,27±2,27	-	E19	-	-	
E9	46,30±40,42	0,63±0,63	E20	-	-	
E10	13,57±9,97	2,10±1,27	E21	-	-	
E11	-	-	E22	-	-	

<sup>1</sup>E1- E. E. de Ens. Médio Ijucapirama; E2- E. M. de Ens. Fund. Felix Turchetti; E3- E. M. de Ens. Fund. Vanda Maria da Silva; E4- E. E. de Ens. Fund. Ironita Witt Marques; E5- E. E. de Ens. Fund. Constante Patias; E6- E. E. de Ens. Fund. Roque Gonzales; E7- E. E. de Ens. Fund. São Conrado, E8- E. E. de Ens. Fund. Osvaldo Aranha; E9- E. M. de Ens. Fund. Gabriel Machado, E10- E. E. de Ens. Fund. João Aguiar; E11- E. M. de Ens. Fund. Ramão Guareschi; E12- E. M. de Ens. Fund. Major T. Penna de Moraes; E13- E. M. de Ens. Fund. Bernardino Fernandes; E14- E. M. de Ens. Fund. Santa Flora; E15- E. M. de Ens. Fund. Irineo Antolini; E16- E. E. de Ens. Fund. Almiro Beltrame; E17- E. M. de Ens. Fund. São Pedro; E18- E. M. de Ens. Fund. Maria Aleydah de M. Marques; E19- E. M. de Ens. Fund. Maria Olila Terra Bonumá; E20- E. M. de Ens. Fund. Felix da Cunha; E21- E. M. de Ens. Fund. Décio Sebastião Burtet e E22- E. M. de Ens. Fund. Leonel de Moura Brizola; <sup>2</sup>Coliformes totais; <sup>3</sup>Coliformes termotolerantes.

O valor de C<sub>totais</sub> obtido na E14 ( $\bar{x} = 0,63$ ;  $\sigma = 1,10$ ), mostra-se menor e distante do valor mais elevado observado na E9 em 73,5 vezes. Os valores de C<sub>totais</sub> se concentraram em maior número nas amostras de água dos poços tubulares do município de São Francisco de Assis (5), assim como para o parâmetro C<sub>term</sub> (3). Em Santa Maria, foram observados quatro registros de C<sub>totais</sub> nos poços tubulares (E12, E14, E15 e E16) e apenas um registro de C<sub>term</sub> (E15). Noutro sentido, não foram observados C<sub>totais</sub> nas escolas do município de Jaguarí. Em Tupanciretã, não foram constatados registros de C<sub>totais</sub> e C<sub>term</sub> nas amostras de água dos poços tubulares investigados.

O valor da Ampl<sub>total(138)</sub> para o parâmetro pH foi considerado alto e os valores de Ampl<sub>total</sub> colocaram em evidência os valores de pH observados nas E5 e E10, E16 e E19 (Figura 3). Todavia, os maiores valores de pH foram percebidos nas E4 e E14 (Tabela 2).

De outra ordem, os valores de pH considerados adequados ao consumo humano devem estar entre 6 e 9,5, conforme a Portaria MS nº 2.914/2011. Diante disso, percebe-se que 50% dos valores inquiridos apresentam pH < 6. Valores de pH inferiores a portaria aqui mencionada pode acarretar em problemas a saúde humana como a irritação ocular e da epiderme, e ainda potencializar os processos de corrosão de partes de metal integrantes do sistema hidráulico existente. Esses valores abaixo do limite preconizado podem ser atribuídos à presença de vários fatores, tais como, concentrações de CO<sub>2</sub>, oxidação da matéria orgânica, temperatura da água, entre outros. Em relação aos valores de pH > 8, a eficácia do tratamento da água com o agente oxidante cloro (demanda de cloro) é reduzida e a formação de incrustações brancas no sistema hidráulico é aumentada, tornando a E14 mais vulnerável a essas ocorrências.

A despeito da CE, os valores expressados não identificam, assim como não quantificam elementos químicos (ânions e cátions), em maior ou menor quantidade em uma dada amostra de água, porém é um indicativo indireto de qualidade (PIRATOBA et al., 2017; COELHO et al., 2017). Mesmo que a

Portaria aqui referenciada não descreva limites para esse parâmetro, é possível inferir que a água das escolas não é salobra, uma vez que apenas em uma das amostras de água [E14 = (CE = 1.004,69  $\mu\text{S cm}^{-1}$ )] foi registrado valor de CE superior a 1.000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Resultados que se assemelharam em parte aos aqui demonstrado, foram encontrados por Oliveira et al. (2016) que ao investigarem a qualidade da água em oito poços de quatro comunidades rurais do município de São Luís, no Maranhão obtiveram valores de CE entre 32,1 a 376  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

Destarte, especula-se que o maior valor de CE observado na E14 se deve principalmente, as características geoquímicas locais (Grupo Rosário do Sul - Rochas sedimentares), e ao manejo do solo [sistema convencional de cultivo (SCC)] que circunda a escola, mais evidente no período que antecede as culturas do arroz (*Oriza sativa* L.), e da soja, em menor escala durante a primavera, assim como àqueles despendidos ao cultivo das forrageiras de inverno, durante o outono. Nesse ínterim, a de se postular que as características geoquímicas locais, associada ao manejo do solo e aos eventos de precipitação pluvial (Pp), Figura 2 contribuem com a redução da qualidade da água nos reservatórios subterrâneos (PIÑEIRO DI BLASI et al., 2013; LINHARES et al., 2014).

De maneira geral, os valores de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{F}^-$  das águas explotadas nos poços das 22 escolas do campo apresentaram valores dentro do limite dos padrões de potabilidade (Tabela 2). Naturalmente, o  $\text{Cl}^-$  que é comumente presente nas águas subterrâneas em função da sua alta solubilidade é acrescido à medida que a água se desloca no perfil do solo (LIMA et al., 2014). Embora o valor médio de  $\text{Cl}^-$ , tenha sido mais significativo na E14, ainda assim, não se apresenta em desacordo com a Portaria MS nº 2.914/2011 que deve apresentar valor < 250  $\text{mg L}^{-1}$ . Valores mais elevados de  $\text{Cl}^-$  podem alterar o gosto da água e conseqüente a aceitação da mesma para o consumo humano (FUNASA, 2014). Enquanto que valores de  $\text{Cu}^{2+}$  quando superiores a 2,5  $\text{mg L}^{-1}$  deixam a água com gosto amargo e valores acima de 20  $\text{mg L}^{-1}$  podem provocar intoxicações a lesões hepáticas (UECHI et al., 2017). Em relação ao  $\text{F}^-$ , os valores mostraram-se distantes dos limites preconizados pela Portaria ( $\leq 1,5 \text{ mg L}^{-1}$ ). Noutro sentido, valores de fluoreto inferiores a 0,5  $\text{mg L}^{-1}$  podem favorecer a incidência de cárie em crianças e jovens sugerindo que a fluoretação da água de abastecimento é necessária (SILVA et al., 2014; STANCARI et al., 2014).

Os resultados de  $\text{N-NO}_3^-$  menos significativos foram percebidos nas amostras de água das E18 e E22 do município de Tupanciretã. Pode se especular que os menores valores desse parâmetro químico, podem estar relacionados ao menor número de lavouras irrigadas próximas das escolas inquiridas, áreas manejadas predominantemente com a cultura da soja e com as forrageiras de inverno, assim como a natureza geofísica dos locais amostrados (Rochas basálticas). Nesse sentido, é que se reporta as considerações de Andrade et al. (2016) que ao estudarem a qualidade da água de cinco poços na região norte do estado do Ceará, entre os anos de 2003 e 2005, obtiveram valores mais significativos de nitrato naqueles poços localizados em áreas de irrigação. Os autores postularam que adição de nitrato às águas subterrâneas decorreu da lixiviação de nutrientes oriundos dos programas de fertilização empregados nas culturas irrigadas. Na mesma pesquisa, os autores consideraram que os valores de  $\text{Na}^+$  e de  $\text{Cl}^-$  (dissolução de minerais), foram determinados pelos fatores naturais.

Ainda sobre o  $\text{N-NO}_3^-$ , os valores mais expressivos observados nas amostras de água de sete das 22 escolas, mesmo que tenham apresentado  $\text{Ampl}_{\text{total}}$  considerada alta, ainda assim, mostraram-se distantes da Portaria MS nº 2.914/2011, que apresenta como limite para a potabilidade, 10  $\text{mg L}^{-1}$ . Valores acima do limite preconizado aumentam a probabilidade de ocorrência de doenças como

metahemoglobinemia, principalmente em crianças menores de um ano e metahemoglobinemia em idosos.

Os maiores valores de  $Zn^{2+}$  ocorreram nas amostras de água dos poços tubulares das E1 e E5, ambas as escolas do município de Jaguari. Diferentemente das amostras de água analisadas dos outros poços tubulares, no município de Jaguari não se percebeu a inexistência de valores não detectados ( $nd = < 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ). Importante mencionar que os maiores valores de  $Ampl_{total}$  foram condicionados pelos valores obtidos nas amostras de água da E5 ( $3,7 \text{ mg L}^{-1}$ ), Figura 3. Essa informação torna-se importante, uma vez que nas demais escolas dos três municípios inquiridos, os valores de  $Zn^{2+}$  não se apresentaram diferentes em nível de significância ( $p_{valor} < 0,05$ ), e o valor mais elevado naquele nível estatístico, foi de apenas  $0,4 \text{ mg L}^{-1}$  (Tabela 2). Mondelli et al. (2016), ao investigarem a qualidade da água em poços de monitoramento na zona rural do município de Bauru, no estado de São Paulo, cuja geologia local apresenta rochas do Grupo Bauru – Aquifero Guarani, obtiveram maior valor de zinco, entre  $1,6$  e  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Os autores enfatizaram que esse elemento, mesmo que considerado constituinte natural de solos e rochas, e comumente presente em águas de poços, porém deve ser dada atenção quando ocorrerem valores discrepantes. Noutra perspectiva, os valores aqui discutidos de certa maneira mostraram uma elevada segurança em relação à potabilidade, conforme preconiza a Portaria MS nº 2.914/2011, ( $< 5 \text{ mg L}^{-1}$ ). Valores acima do limite preconizado reduzem a qualidade da água, verificada no sabor e opalescência, característica de águas alcalinas (UECHI et al., 2017).

Em relação à  $Dureza_{total}$ , os maiores valores foram percebidos nas amostras de água das E4, E19 e E20. Stevens et al. (2015), em pesquisa realizada também no estado do Rio Grande do Sul (RS), em quatro poços tubulares no município de Arroio do Meio, encontraram valores de dureza da água entre  $63,29$  e  $242,40 \text{ mg L}^{-1}$ . Também no RS, Blank & Vieira (2014), ao investigarem três poços rasos no município de Pelotas, encontraram valores de  $Dureza_{total}$  entre  $38$  e  $107,67 \text{ mgCaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ . Noutra perspectiva, diante de valores menores de  $Dureza_{total}$  do que àqueles encontrados nos trabalhos supracitados, pode-se classificar as amostras de água das escolas do campo em águas branda ( $\leq 50 \text{ mgCaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ), excetuando-se apenas os valores observados nas E4 e E20 ( $50 - 150 \text{ mgCaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ), consideradas moderadas (Tabela 2). Os resultados de  $Dureza_{total}$  mostraram-se distantes dos valores preconizados pela Portaria aqui adotada como referência, que considera como adequado, valores  $\leq 500 \text{ mg L}^{-1}$ . O consumo contínuo de água com teores elevados de cálcio e magnésio (água dura) pode reduzir à ação dos detergentes (precipitação com ânions), provoca incrustações no sistema hidráulico, sabor desagradável, chegando até mesmo a provocar danos à saúde (STEVENS et al., 2015).

Diante dos resultados dos parâmetros físicos observados na Tabela 3, constatou-se que os valores de cor, diferentes de zero, ocorreram em apenas quatro escolas do campo, entre elas, três ocorrências se deram no município de São Francisco de Assis. Embora os resultados da cor não tenham sido considerados como diferentes ( $F = 3,226$ ;  $p_{valor} = 0,061$ ), os valores médios observados na E10 colocaram-se muito distantes do menor valor diferente de zero constatado na E3. O maior valor de  $Ampl_{total}$  foi condicionado pelos valores percebidos na E10, diferentemente dos demais, sempre foram mais expressivos durante a campanha. *In locu*, constatou-se atividade de agricultura intensa, principalmente o cultivo de *commodities*, a exemplo da soja nas áreas próximas da escola E10, assim como é percebido o barramento do fluxo de água em diversos córregos existentes. Tais considerações podem estar contribuindo para a obtenção dos valores mais elevados de cor na E10. Enquanto que no uso da terra, próximo das E6 e E9, é percebido com mais intensidade o cultivo do tabaco (*Nicotiana*

*tabacum* L.) e de culturas de subsistência. Apenas na E10 os valores da cor superaram o limite preconizado pela Portaria MS nº 2.914/2011 ( $< 15 \text{ mg PT L}^{-1}$ ).

Da mesma forma que se obteve maior número de ocorrências para o parâmetro cor nas amostras de água dos poços tubulares, no município de São Francisco de Assis, também foram percebidos maior número de registros para o parâmetro turbidez. Embora não tenham sido encontrados valores que atendessem os pressupostos em ANOVA, é possível inferir que novamente o valor mais elevado de  $\text{ampl}_{\text{total}138}$  foi condicionado pelos valores constatados na E10, assim como foi apenas nesse ponto de coleta, que se registrou valor superior a Portaria MS nº 2.914/2011 ( $< 5 \text{ NTU}$ ).

De certa maneira, os valores de cor e de turbidez em contradição aos valores preconizados pela Portaria aqui adotada como referência, mostraram-se pouco ocorrentes. Scorsafava et al. (2010), ao investigarem 1.356 amostras de água de poços em 100 municípios do estado de São Paulo, entre os anos de 2005 a 2008, obtiveram valores de cor e de turbidez inferiores a 10% das amostras de água inqueridas, em desacordo com a legislação. Os valores obtidos pelos autores corresponderam em 2005 (8,2 e 2,8); 2006 (7,3 e 5,6); 2007 (7,0 e 7,6) e 2008 (7,4% e 4,0%) do total de amostras investigadas.

Diferentemente dos demais parâmetros físicos, os valores de SDT mostraram diferenças entre as amostras de água dos poços tubulares e uma alta  $\text{Ampl}_{\text{total}}$  (Tabela 3). Noutro sentido, as diferenças existentes entre as amostras permitem inferir que o valor mais significativo ( $p_{\text{valor}} < 0,05$ ) ocorreu nas amostras de água do poço tubular existente na E14. Não obstante, há de enfatizar que os valores médios observados se apresentam distantes do limite preconizado pela Portaria MS nº 2.914/2011 ( $\leq 1.000 \text{ mg L}^{-1}$ ). Resultados semelhantes aos encontrados nessa campanha foram relatados por Vitó et al. (2016), que ao investigarem a qualidade da água em cinco poços, quatro na zona rural e um na zona urbana, na Região Noroeste Fluminense, no estado de São Paulo, encontram valores de SDT compreendidos entre 46 e 308  $\text{mg L}^{-1}$ .

Quanto aos resultados dos parâmetros microbiológicos, observa-se na Tabela 4, que os valores obtidos de  $C_{\text{totais}}$  e  $C_{\text{term}}$  não atenderam os pressupostos em ANOVA. Não foram percebidos  $C_{\text{totais}}$  nas escolas de Tupanciretã, e em Jaguari e Tupanciretã não foram detectados  $C_{\text{term}}$ . As amostras de água dos poços de Jaguari e Tupanciretã apresentaram resultados semelhantes àqueles encontrados por Steves et al. (2015), em que as amostras de água dos quatro poços investigados no RS estavam de acordo com a Portaria MS nº 2.914/2011 (inexistência de  $C_{\text{totais}}$  e *E. coli*). Noutro sentido, os resultados observados das amostras de água do município de São Francisco de Assis e de Santa Maria, a exceção dos valores percebidos na E11 e na E13, se assemelham aos resultados encontrados por Scalize et al. (2014). Os autores ao investigarem a qualidade da água em 27 poços do Assentamento Canudos localizado no estado de Goiás constataram a presença de  $C_{\text{term}}$  (*E. coli*) em 100% das amostras. Assim como Ferreira et al. (2016), que ao perquirirem a qualidade da água em 20 poços do Assentamento Rural Rio Pardo, no município de Presidente Figueiredo, do estado do Amazonas também encontraram resultados em análise prévia a instalação de cloradores simplificados, a presença de  $C_{\text{totais}}$  e *E. coli* em 100% das amostras de água.

De maneira especulativa, o maior número de registros da presença de  $C_{\text{totais}}$  e de  $C_{\text{term}}$  pode estar associado ao maior número de unidades agropecuárias nos municípios de São Francisco de Assis e de Santa Maria, associando-se a essa hipótese, pode-se mencionar a exploração da terra e o manejo do solo, nesse caso, mais evidente em sistema de manejo convencional (Tabela 1). A contaminação



dos reservatórios subterrâneos pode se dar por percolação da água (solvente universal) que também é dependente da profundidade e caminho vertical, natureza e origem solo-rochas permeáveis, assim como do manejo adotado na superfície que pode aumentar ou diminuir a contaminação.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de qualidade da água, perquiridos em 22 poços tubulares de abastecimento de água em escolas da rede pública permitiram realizar as seguintes considerações:

Em 50% dos poços tubulares o valor do potencial hidrogeniônico (pH) da água, apresenta-se inferior a 6. O baixo valor do pH da água foi mais ocorrente nas escolas de São Francisco de Assis. Assim como a variável anterior, os menores valores de condutividade elétrica (CE) foram mais ocorrentes nas amostras de água do município de São Francisco de Assis.

Os maiores valores do pH, CE e cloreto (Cl<sup>-</sup>) são percebidos nas amostras de água do poço tubular da E. M. de Ens. Fund. Santa Flora.

Os menores valores de nitrato encontram-se nas amostras de água dos poços tubulares da E. M. de Ens. Fund. Maria Aleydah de M. Marques e da E. M. de Ens. Fund. Leonel de Moura Brizola, ambas as escolas do campo do município de Tupanciretã.

Nas amostras de águas dos poços tubulares das E. E. de Ens. Médio Ijucapirama e da E. E. de Ens. Fund. Constante Patias encontra-se o maior valor de zinco.

Nas amostras de água dos poços tubulares da E. E. de Ens. Fund. Ironita Witt Marques do município de Jaguari, E. M. de Ens. Fund. Maria Olila Terra Bonumá e E. M. de Ens. Fund. Felix da Cunha, ambas do município de Tupanciretã, percebe-se os maiores valores de dureza total da água.

Nas amostras de água dos poços tubulares da E. M. de Ens. Fund. Santa Flora tem-se o maior valor de sólidos solúveis totais das escolas do campo.

Os valores de cloreto, cobre, fluoreto, nitrato, zinco e dureza total, turbidez e sólidos totais dissolvidos obtidos dos poços tubulares apresentam-se dentro dos limites preconizados pela Portaria MS nº 2.914/2011. Enquanto que os valores da cor observados das amostras de água do poço tubular da E. E. de Ens. Fund. João Aguiar, no município de São Francisco de Assis apresenta-se superior a Portaria.

Os valores dos parâmetros microbiológicos investigados mostram que existem problemas de contaminação por coliformes totais e/ou por coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) nas águas dos poços tubulares de cinco escolas do campo no município de São Francisco de Assis, e em quatro escolas do campo do município de Santa Maria. Em Tupanciretã não foram encontrados amostras contaminadas.

Incontestavelmente, há necessidade de ampliar as áreas verdes e aumentar o uso de práticas conservacionistas, a exemplo do plantio direto nas áreas que circundam os poços de captação nas escolas do campo investigadas, assim como, há necessidade de implantar e/ou intensificar práticas relativamente simples como à filtragem, cloração e a fervura da água oriunda dos poços de abastecimento das escolas do campo que apresentam algum tipo de alteração. Da mesma forma que



é condição *sine qua non* para a manutenção da saúde da comunidade escolar, o tratamento e limpeza periódica das caixas d'água.

Por todo exposto, o monitoramento da qualidade da água nas escolas do campo deve ser estimulado, a fim de permitir que fontes pontuais e/ou difusas sejam identificadas. Embora a percolação de contaminantes, possa ser lenta no perfil do solo, ao serem identificadas as fontes de poluição, ações de mitigação podem ser desencadeadas.

## 5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, E.M. de; AQUINO, D. do N.; LUNA, N.R.de S.; LOPES, F.B., CRISÓSTOMO, L. de A. Dinâmica do nível freático e da salinização das águas subterrâneas em áreas irrigadas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.5, p.621-630, 2016.

BARROS, M. de B. RUFINO, I.A.A.; MIRANDA, L.I.B. de. Mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.21, n.1, p.251-262, 2016.

BLANK, D.E.; VIEIRA, J.G. Caracterização físico-química e microbiológica de água de poços rasos do Bairro Três Vendas, Pelotas-RS. **Revista Vetor**, Rio Grande, v.24, n.1, p.2-17, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, 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**, Brasília, 14 dez. 2011.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá - MT: Avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**, Rio Grande do Norte, v.2, p.179-188, 2016.

**CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA-RS.** Disponível em: <[http://www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas\\_Clim%C3%A1tico](http://www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas_Clim%C3%A1tico)>. Acesso em: 14 jan. 2018.

COELHO, S.C.; DUARTE, A.N.; AMARAL, L.S.; SANTOS, P.M. dos; SALLES, M.J.; SANTOS, J.A.A. dos; SOTERO-MARTINS, A. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.12, n.1, p. 156-167, 2017.

FERREIRA, D.C.; LUZ, S.L.B.; BUSS, D.F. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. **Ciência & saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.21, n.3, p. 767-776, 2016.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014. 1. Ed. Brasília, DF. 112 p.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431110&idtema=3&search=rio-grande-do-sul|jaguari|censo-agropecuário-2006>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

LIMA, J.O.G.; FRANÇA, A.M.M.; LOIOLA, H.G. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Revista Virtual de Química**, v.6, n.2, p.279-292, 2014.

LINHARES, F. M.; ALMEIDA, C. N.; SILANS, A. M. B. P.; COELHO, V. H. R. Avaliação da vulnerabilidade e do risco à contaminação das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do Rio Gramame (PB). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 139-157, 2014.

LÖBLER, C.A.; SILVA, J.L.S. da. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, v.10, n.1, p.141-152. Jan./mar. 2015.

MORAIS, W.A.; SALEH, B.B.; ALVES, W. dos S.; AQUINO, D.S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.24, n.3, p-361-367, set. 2016.

MONDELLI, G.; GIACHETI, H.L.; HAMADA, J. Avaliação da contaminação no entorno de um aterro de resíduos sólidos urbanos com base em resultados de poços de monitoramento. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.21, n.1, p jan./mar. 2016.

NEVES, A.L.R.; ALVES, M.P.; LACERDA, C.F. de; GHEYI, H.R. Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores nas comunidades rurais de Pentecoste-CE. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.12, n.1, p.124-135, jan./fev. 2017.

OLIVEIRA, E.S.L.; SILVA, J.S. da. Índice de parasitoses intestinais nas zonas urbana e rural do município de Caputira - Estado de Minas Gerais. **Pensar Acadêmico**, Manhuaçu, v.14, n.2, p.143-152, jul./dez. 2016.

OLIVEIRA, J.M.B.; CASTRO, A.C.L. de; PEREIRA, E.D.; AZEVEDO, J.W. de J. Qualidade da água subterrânea em comunidades rurais de São Luis – MA. **Revista Espacios**. v.37, n.31, p.1-12, 2016.

PIÑEIRO DI BLASI, J. I.; MARTÍNEZ TORRES, J.; GARCÍA NIETO, P. J.; ALONSO FERNÁNDEZ, J. R.; DÍAZ MUÑIZ, C.; TABOADA, J. Analysis and detection of outliers in water quality parameters from 'different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain). **Ecological Engineering**, v. 60, p.60-66, 2013.

PIRATOBA, A.R.A.; RIBEIRO, H.M.C.; MORALES, G.P.; GONÇALVES, W.G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. Taubaté, v.12, n.3, p.435-456, maio/jun. 2017.

SILVA, J.L.S. da; SANTIAGO, M.R.; MANCUSO, M.A.; LÖBLER, C.A.; DRESSLER, V.L.; MELO, T.C. de; GOFFERMANN, M. Concentrações anômalas de flúor em águas subterrâneas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.36, Ed. Especial II, p.745-768, 2014.

SCORSAFAVA, M.A.; SOUZA, A. de; STOFER, M.; NUNES, C.A.; MILANEZ, T.V. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.69, n.2, p.229-232, maio. 2010.

SCALIZE, P.S.; BARROS, E.F. dos S.; SOARES, L.A.; HORA, K.E.R.; FERREIRA, N.C.; BAUMANN, L.R.F. Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, v.9, n.4, p.696-707, out./dez. 2014.

STANCARI, R.C.A.; JÚNIOR, F.L.D.; FREDDI, F.G. Avaliação do processo de fluoretação da água de abastecimento público nos municípios pertencentes ao Grupo de Vigilância Sanitária XV-Bauru, no período de 2002 a 2011. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília. v.23, n.2, p.239-248, jun. 2014.

STEVENS, D.; BENÍCIO, J.R.W.; TEIXEIRA, L.C.; SOUZA, T.T. de; Oliveira, E.C.; Santana, E.R.R. de. Análises físico-químicas em quatro poços tubulares no Município de Arroio do Meio – RS. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.7, n.3, p.7-17, 2015.

TRINDADE, A.L.C.; ALMEIDA, K.C. de B.; BARBOSA, P.E.; OLIVEIRA, S.M.A.C. Tendências temporais e espaciais da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do Rio das Velhas, estado de Minas Gerais Temporal. **Engenharia Sanitária Ambiental**. Rio de Janeiro – RJ, v.22, n.1, p.13-24, jan./fev. 2017.

UECHI, D.A.; GABAS, S.G.; LASTORIA, G. Análise de metais pesados no Sistema Aquífero Bauru em Mato Grosso do Sul. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.155-167, jan./fev. 2017.

VITÓ, C.V.G.; SILVA, L.J.B.F. da; OLIVEIRA, K. de M.L.; GOMES, A.T.; NUNES, C.R. de O. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na Região Noroeste Fluminense. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v.7, n.2, p.59-75, dez. 2016.

VOLKWEIS, D.S.H.; LAZZARETTI, J.; BOITA, E.R. de F.; BENETTI, F. Qualidade microbiológica da água utilizada na produção de alimentos por agroindústrias familiares do município de Constantina/RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v.19, n.1, p.18-26, 2015. Edição especial.

ZERWES CM, SECCHI MI, CALDERAN TB, BORTOLI J, TONETTO JF, TOLDI M. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/ RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.37, n.4, p.651-663, set./dez. 2015.

Submissão: 09/04/2018

Aceito: 13/08/2018