

# Engenharias, Ciência e Tecnologia

**Luís Fernando Paulista Cotian  
(Organizador)**

SAFETY HELMET SAFETY

**Luís Fernando Paulista Cotian**  
(Organizador)

# **Engenharias, Ciência e Tecnologia**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Lorena Prestes

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia [recurso eletrônico] / Organizador  
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-084-1

DOI 10.22533/at.ed.841193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.  
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume I apresenta, em seus 10 capítulos, conhecimentos relacionados a Gestão de Sistemas, Processos Produtivos e Qualidade em Serviços relacionados à engenharia de produção nas áreas de gestão da produção, processos produtivos e, Gestão de Operações e Serviços.

As áreas temáticas de Gestão de Sistemas, Processos Produtivos e Qualidade em Serviços, tratam de temas relevantes para a Gestão da Produção. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam gerir de uma forma mais otimizada conhecimentos e estudos na área de processos produtivos, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Gestão de Sistemas e Processos Produtivos, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 ..... 1**

ANÁLISE DO BALANÇO DE MASSA E DA DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS DO PÓ NA SECAGEM DE PASTA EM LEITO DE JORRO

*João Pedro Alves de Azevedo Barros*

*José Teixeira Freire*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931011**

### **CAPÍTULO 2 ..... 18**

APLICAÇÃO DA INTERMITÊNCIA NO PROCESSO DE SECAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM LEITO DE JORRO

*Ronaldo Correia de Brito*

*Rodrigo Béttega*

*José Teixeira Freire*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931012**

### **CAPÍTULO 3 ..... 34**

COBERTURAS DE SOLO E TELAS FOTOSSELETIVAS NO CULTIVO DA ALFACE EM BOA VISTA, RR

*Taline Katlen de Oliveira Nunes*

*João Luiz Lopes Monteiro Neto*

*João Vitor Paiva Cabral*

*José de Anchieta Alves de Albuquerque*

*Elton da Silva Dias*

*Luiz Guilherme Carvalho Zborowski*

*Rannyonara Oliveira Rodrigues*

*Brito Luis Dresch*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931013**

### **CAPÍTULO 4 ..... 40**

EFEITO DOS AGENTES ENCAPSULANTES NAS ISOTERMAS DE SORÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE EXTRATO DE URUCUM (BIXA ORELLANA)

*Caroline Pereira Moura Aranha*

*Caio Francisco Valente Serra*

*Vânia Regina Nicoletti Telis*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931014**

### **CAPÍTULO 5 ..... 51**

LEITO BIFÁSICO NA REAÇÃO DE APATITA NA FABRICAÇÃO DE FERTILIZANTES

*Fabrcio Gomes Menezes Porto*

*José Roberto Delalibera Finzer*

*Roberto Mattioli Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931015**

**CAPÍTULO 6 ..... 61**

MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES E SUBSTRATOS

*Roberto Tadashi Sakazaki*  
*João Luiz Lopes Monteiro Neto*  
*Wellington Farias Araújo*  
*Carlos Abanto-Rodríguez*  
*Rafael Souza Coimbra e Silva*  
*Taline Katlen de Oliveira Nunes*  
*Sonicley da Silva Maia*  
*Beatriz Sayuri Campaner Sakazaki*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931016**

**CAPÍTULO 7 ..... 67**

PRODUÇÃO DE MILHO VERDE EM CONSÓRCIO COM CROTALARIA JUNCEA SOB DIFERENTES DOSAGENS DE N EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA EM RORAIMA

*Juliano Jonas Sábio de Melo*  
*Hipólito Ribas Pereira*  
*Maria Edjane Matias Silva*  
*Edmilson Evangelista da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931017**

**CAPÍTULO 8 ..... 73**

REDUÇÃO DE COR ICUMSA DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR PELA UTILIZAÇÃO DE BENTONITA COMO CLARIFICANTE

*Sarah Arvelos*  
*Ananda Cristina Coelho Ribeiro*  
*Heitor Otacílio Nogueira Altino*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931018**

**CAPÍTULO 9 ..... 88**

LOGÍSTICA REVERSA: UM LEVANTAMENTO SOBRE O PÓS-VENDA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES COM COMERCIANTES DO BAIRRO CAPIM MACIO, NA CIDADE DO NATAL-RN

*Glauber Henrique Borges de Oliveira Souto*  
*Claudiane da Silva*  
*Janayne Thayane de Souza Toscano*

**DOI 10.22533/at.ed.8411931019**

**CAPÍTULO 10 ..... 94**

QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ÁREA RURAL DE CERRITO ALEGRE, 3<sup>o</sup> DISTRITO DE PELOTAS/RS

*Catiúscia Weinert Mizuschima*  
*Jocelito Saccol de Sá*  
*Marília Guidotti Corrêa*

**DOI 10.22533/at.ed.84119310110**

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 108**

## QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ÁREA RURAL DE CERRITO ALEGRE, 3<sup>o</sup> DISTRITO DE PELOTAS/RS

### **Catiúscia Weinert Mizuschima**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Sul – rio - grandense – Câmpus  
Pelotas – Rio Grande do Sul

### **Jocelito Saccol de Sá**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Sul – rio - grandense – Câmpus  
Pelotas – Rio Grande do Sul

### **Marília Guidotti Corrêa**

Universidade Federal de Pelotas – Rio Grande do  
Sul

Verifica-se a necessidade de periodicidade à limpeza dos reservatórios, tratamento de desinfecção da água consumida, desenvolvido e monitorado por profissionais habilitados, além de análises regulares da qualidade dessas águas, não só para atestar a eficiência das ações desenvolvidas, mas também para que se tenha um controle da qualidade da água que está sendo oferecida nestas escolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** água para consumo humano, sistema de abastecimento.

**RESUMO:** A ocorrência de doenças transmitidas pela água pode afetar um grande número de pessoas, sendo que os mais suscetíveis ao risco de contrair essas doenças são as crianças, as pessoas debilitadas e os idosos. Desta forma este trabalho tem como objetivo, avaliar a qualidade da água consumida em duas escolas da área rural de Cerrito Alegre, 3<sup>o</sup> distrito do município de Pelotas, RS. Em ambas as escolas, os parâmetros físico-químicos analisados estavam em conformidade com os padrões de potabilidade determinados pela portaria 2.914 do Ministério da Saúde, com exceção dos padrões de cloro residual livre. As análises microbiológicas indicaram presença de coliformes totais nas amostras de água coletadas nos reservatórios abrangidos pelo sistema de abastecimento das duas escolas.

**ABSTRACT:** The emergence of waterborne diseases can affect a large number of people, the more susceptible to the risk of contracting these diseases are children, the infirm and the elderly. Thus this study aims to assess the quality of water consumed in two schools in the rural area of Cerrito Alegre, 3<sup>o</sup> district of the city of Pelotas, RS. In both schools, the physicochemical parameters were analyzed in accordance with the potability standards set by ordinance 2914 the ministry of health, with the exception of free residual chlorine standards. Microbiological analysis showed the presence of total coliforms in water samples collected in the reservoirs covered by the supply system of the two schools. There is a need to schedule the cleaning of tanks, disinfection treatment of water consumed, developed and monitored by

qualified professionals, in addition to regular reviews of the quality of the water, not only to attest to the effectiveness of actions taken, but also that has a control of water quality being offered in these schools.

**KEYWORDS:** water for human consumption, supply system.

## 1 | INTRODUÇÃO

O consumo de água é fundamental para a sobrevivência humana. No entanto os mananciais hídricos têm sofrido com a degradação imputada por atividades antrópicas. Segundo Heller e Pádua (2006), o aumento das atividades industriais e agrícolas e o crescimento populacional, aumentam a demanda por água ao mesmo tempo em que colaboram para deterioração da sua qualidade.

As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais estão diretamente relacionadas à sua qualidade. Estas características são decorrentes de uma série de processos dinâmicos que ocorrem na bacia hidrográfica e no corpo hídrico e são oriundas da capacidade de dissolução de inúmeras substâncias pela água e pelo transporte de partículas devido ao escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2010). No entanto esses atributos podem causar um excesso de impurezas na água, que se consumida pode até provocar a ocorrência de doenças.

A ocorrência de doenças de veiculação hídrica pode afetar um grande número de pessoas. Segundo a Organização Panamericana da Saúde (OPS, 2000), os mais suscetíveis ao risco de contrair doenças transmitidas pela água são as crianças, as pessoas debilitadas e os idosos.

As diversas formas de abastecimento, que geralmente se dão de acordo com a localização, também podem interferir na qualidade da água consumida. Enquanto na área urbana 93,87% dos domicílios estão ligados à rede de distribuição de água, na zona rural apenas 33,4% dos domicílios estão ligados a redes de distribuição de água com ou sem canalização interna e nos 66,6% dos domicílios restantes, a população faz uso de outras formas de abastecimento, ou seja, soluções alternativas, coletivas ou individuais, onde geralmente a água não dispõe de tratamento o que a torna, ocasionalmente, inadequada para consumo humano (FUNASA, 2014).

Independente da sua localização ou forma de abastecimento, a população deve consumir água de boa qualidade. O acesso à água potável é essencial para a saúde, um direito humano básico e um componente de políticas eficazes para a proteção da saúde (WHO, 2011).

No Brasil a portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, que trata sobre os critérios para vigilância e controle da água para consumo humano bem como os padrões de potabilidade, estabelece que toda a água designada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve passar por procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da

água (BRASIL, 2011).

E ainda de acordo com Libânio (2010), a vigilância da qualidade da água constitui-se em uma gama de atividades que buscam identificar e avaliar os potenciais riscos advindos da água para consumo humano, e a consonância entre procedimentos de vigilância eficazes e padrões de potabilidade restritivos, contribuirá para a preservação da saúde da população abastecida.

Neste contexto e tendo como premissa a importância da qualidade da água para consumo humano o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água consumida em duas escolas da área rural de Cerrito Alegre, 3º distrito do município de Pelotas, RS.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo ocorreu na área rural de Cerrito Alegre, no 3º distrito do município de Pelotas, nas duas escolas municipais de ensino fundamental completo existentes na região.

O município de Pelotas está localizado nas coordenadas de latitude 31°45'58.24" Sul e longitude 52°20'18.45" Oeste. Pelotas possui uma população de 328.275 habitantes, distribuídos em cerca de 305.696 habitantes na área urbana e 22.082 na área rural, é considerada a terceira cidade mais populosa do estado e uma das capitais regionais do Brasil (PELOTAS, 2016b).

Em divisão territorial datada de 2007, a cidade é constituída de nove distritos: Pelotas (sede), Cascata, Cerrito Alegre, Colônia Z/3, Monte Bonito, Quilombo, Rincão da Cruz, Santa Silvana e Triunfo, e esta divisão permanece até os dias atuais (IBGE, 2013).

As escolas que serviram como objeto deste estudo, foram aqui denominadas Escola 1 e Escola 2.

A Escola 1, localiza-se nas coordenadas de latitude 31°35'26.84" Sul e longitude 52°20'59.45" Oeste, possui cerca de 248 alunos do ensino fundamental e 45 funcionários (PELOTAS, 2016c).

A Escola 2, localiza-se nas coordenadas de latitude 31°31'11.44" Sul e longitude 52°16'46.89" Oeste. Essa escola possui cerca de 186 alunos do ensino fundamental e 31 funcionários (PELOTAS, 2016c).

O sistema de abastecimento da Escola 1 (Figura 1), possui como fonte de captação de água um poço artesiano, com profundidade de 148 m. Esse poço além de promover o abastecimento de água da escola, abastece 13 residências na comunidade.

Nessa escola a água consumida passa por tratamento de desinfecção, realizado por adição de hipoclorito de sódio com bomba dosadora. Após a captação, a água segue para um reservatório na parte inferior e enquanto sobe para o reservatório superior, recebe o tratamento e então passa a ser distribuída nas dependências da

escola.

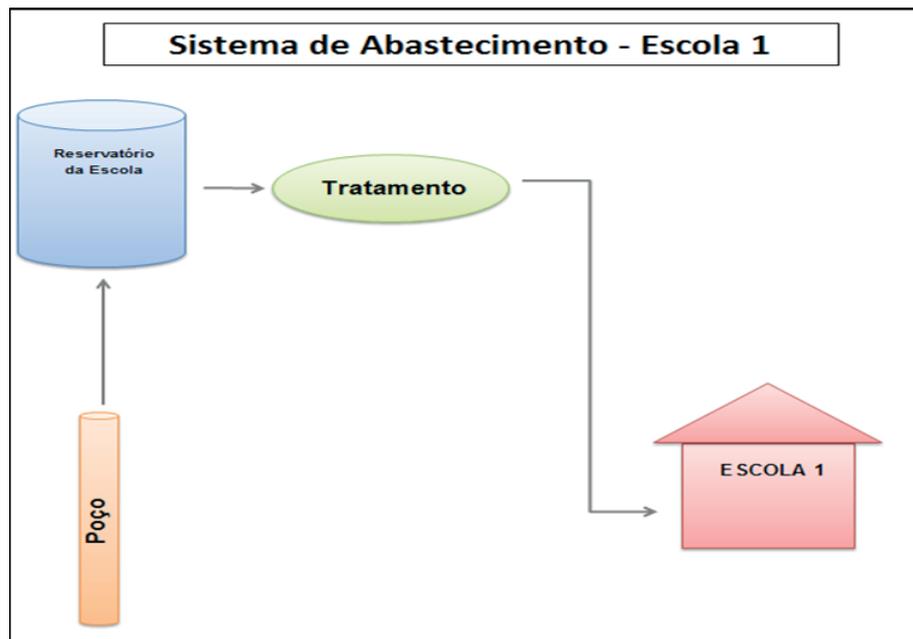


Figura 1: Sistema de Abastecimento de água da Escola 1.

O sistema de abastecimento da Escola 2 (Figura 2), é composto por dois poços artesanais, com 124 m e 192 m de profundidade respectivamente. Esses poços além de fornecer água para a escola, também são responsáveis por abastecer 117 residências na comunidade.

A Escola 2 recebe água dos dois poços de forma aleatória, e esta água passa eventualmente por três reservatórios de distribuição antes de chegar ao reservatório interno da escola. Essa escola possui um sistema de desinfecção da água semelhante ao da Escola 1.

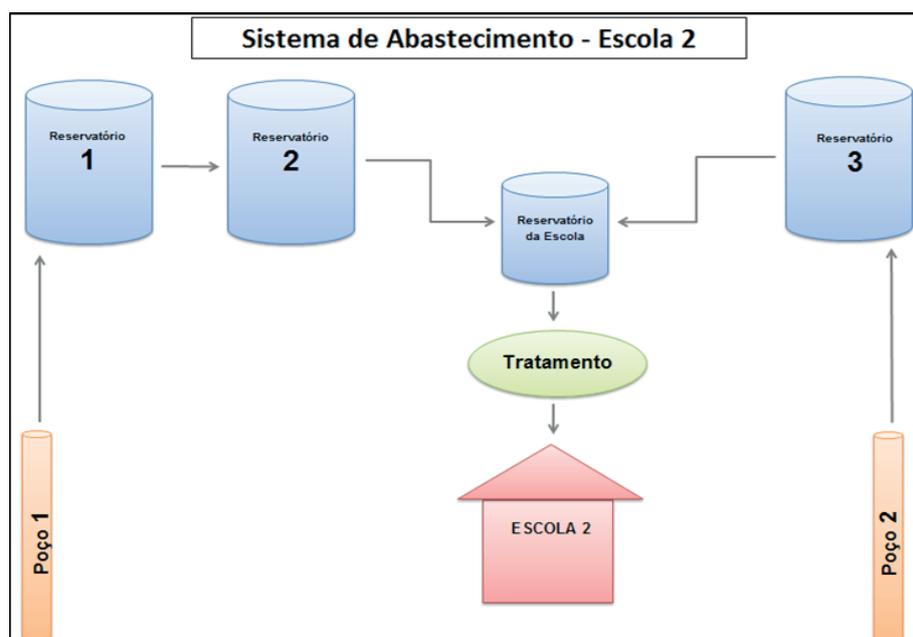


Figura 2: Sistema de Abastecimento de água da Escola 2.

O período de coleta e as análises das amostras ocorreram durante os meses de

maio, junho e julho de 2016.

A coleta, preservação, acondicionamento, transporte e armazenamento das amostras para as análises físico-químicas, seguiram o descrito no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRASIL, 2011). Foram utilizados frascos plásticos acompanhados de uma ficha com informações do local. Esses frascos foram devidamente higienizados, identificados e, previamente à coleta, foram ambientados com a respectiva amostra.

Na Escola1, foram coletadas amostras de água bruta, proveniente do poço artesiano a jusante do reservatório, amostras da água do interior do reservatório e amostras da saída de água dos bebedouros. Cabe ressaltar que nessa escola o bebedouro consiste em um local onde estão instaladas quatro torneiras de PVC.

Na Escola 2, foram coletadas amostras de água bruta dos pontos de captação de dois poços artesanais. Também foram coletadas amostras da água contida nos reservatórios de distribuição e do reservatório interno da escola, além de amostras de água da saída dos bebedouros localizados na escola. Nessa escola o bebedouro é do tipo convencional.

Após as coletas os frascos foram armazenados em bolsa térmica com gelo e transportados até o Laboratório de Análises de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim – Universidade Federal de Pelotas.

As normas e os padrões de potabilidade frequentemente referem-se à qualidade bacteriológica da água, complementada pelos parâmetros físico-químicos de turbidez e cloro residual, com toda sua conotação sanitária (BRASIL, 2006).

Nas análises físico-químicas foram determinados os parâmetros de pH, turbidez e cloro residual livre das amostras de água, determinou-se também, valores de alumínio, ferro, manganês, sódio e dureza total.

Para essas análises utilizaram-se as amostras de água bruta da saída da captação de água dos poços artesanais e amostras de água da saída dos bebedouros.

Para determinação de pH, foi utilizado um pHmetro de bancada da marca Quimis, modelo Q400AS. Para determinação da turbidez, foi utilizado um turbidímetro portátil da marca Quimis, modelo Q279P.

A determinação de cloro residual livre em águas seguiu a metodologia do *Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* (2005), que consiste na determinação de cloro residual livre por titulação da amostra com tiosulfato de sódio. As análises de alumínio, ferro, manganês, sódio e dureza total foram realizadas através da técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Micro-ondas (MIP OES).

Já para as análises microbiológicas utilizaram-se as amostras de água bruta da saída da captação de água dos poços artesanais, as amostras de água de todos os reservatórios e as amostras de água da saída dos bebedouros.

Para as análises microbiológicas também se utilizou a metodologia descrita conforme o *Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* (2005). As

amostras foram coletadas em frascos previamente esterilizados e conservados em solução de Tiosulfato de Sódio e EDTA, estes frascos também foram identificados e acompanhados de uma ficha com informações do local. Os bebedouros e torneiras foram esterilizados com álcool 70% e permitiu-se a vazão da água a ser coletada durante o tempo de 3 a 5 minutos antes da efetiva coleta.

Na análise microbiológica foi determinada a presença do Número Mais Provável em 100 mL de amostra, de coliformes totais e *Escherichia coli*, através da técnica de Tubos Múltiplos.

A técnica utilizada para quantificação de Coliformes Totais e *Escherichia coli* em amostras de água foi a dos Tubos Múltiplos em meio cromogênico, Fluorocult®. Em três séries de cinco tubos foram inoculadas alíquotas de 10 mL, 1 mL e 0,1mL das amostras coletadas em 10 mL de meio e posteriormente levadas a incubação por 24 h, a uma temperatura de  $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Passado esse período, o meio apresentou uma coloração verde esmeralda, detectar-se-ia a presença de coliformes totais e ao ser exposto a luz ultravioleta apresentaria uma fluorescência, a qual determinaria a presença de *Escherichia coli*.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante as análises físico-químicas realizadas nas amostras de água coletadas na Escola 1 e na Escola 2 foram obtidos os resultados, segundo seus pontos de coleta, apresentados na Tabela 1 e Tabela 2 respectivamente.

Ponto de Coleta	Parâmetro	<sup>1</sup> VMP	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
Bebedouro	Turbidez ( <sup>2</sup> uT)	5	0,04	0,04	0,04
	pH	6 a 9,5	6,81	7,40	6,63
	Cloro (mg/L)	0,5 a 2	2,16	1,69	1,29
	Alumínio (mg/L)	0,2	<sup>3</sup> ND	ND	ND
	Ferro (mg/L)	0,3	ND	ND	ND
	Manganês (mg/L)	0,1	ND	ND	ND
	Sódio (mg/L)	200	3,73	17,88	14,79
	Dureza Total (mg/L)	500	19,55	15,20	17,73

<b>Poço Artesiano</b>	Turbidez (uT <sup>2</sup> )	5	0,04	0,04	0,04
	pH	6 a 9,5	6,52	7,13	6,40
	Cloro (mg/L)	0,5 a 2	-	-	-
	Alumínio (mg/L)	0,2	ND	ND	ND
	Ferro (mg/L)	0,3	ND	0,01	ND
	Manganês (mg/L)	0,1	ND	ND	ND
	Sódio (mg/L)	200	3,67	16,10	14,54
	Dureza Total (mg/L)	500	19,33	14,15	26,38

Tabela 1 – Análises físico-químicas de amostras de água coletadas em pontos da Escola 1.

\*Limite de detecção do método (mg/L): Al (0,003); Fe (0,015); Mn (0,011); Na (0,002).

<sup>1</sup>VMP– Valor Máximo Permitido, segundo a portaria 2.914 do Ministério da Saúde de 2011.

<sup>2</sup>uT – Unidade de Turbidez

<sup>3</sup>ND – Não Detectado

Nas amostras coletadas na Escola 1 todos os parâmetros analisados estavam em conformidade com os padrões de potabilidade determinados pela portaria 2.914 do Ministério da Saúde, contudo, a quantidade de cloro residual livre constatada na primeira análise estava fora do recomendado (Tabela 1). De acordo com a respectiva legislação, o valor mínimo de cloro residual livre deve ser 0,5 mg/L e o valor máximo permitido é de até 5 mg/L, porém, é recomendado que o teor máximo de cloro residual livre seja de 2 mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento (BRASIL, 2011).

Ponto de Coleta	Parâmetro	<sup>1</sup> VMP	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
<b>Bebedouro</b>	Turbidez ( <sup>2</sup> uT)	5	0,04	0,04	0,04
	pH	6 a 9,5	7,22	7,58	7,35
	Cloro (mg/L)	0,5 a 2	<sup>3</sup> ND	ND	ND
	Alumínio (mg/L)	0,2	ND	ND	ND
	Ferro (mg/L)	0,3	ND	ND	ND
	Manganês (mg/L)	0,1	ND	ND	ND
	Sódio (mg/L)	200	41,87	54,31	42,22
	Dureza Total (mg/L)	500	27,28	25,03	26,00
<b>Poço Artesiano 1</b>	Turbidez (uT <sup>2</sup> )	5	0,04	0,08	0,04
	pH	6 a 9,5	6,86	7,50	7,20
	Cloro (mg/L)	0,5 a 2	-	-	-
	Alumínio (mg/L)	0,2	ND	ND	ND
	Ferro (mg/L)	0,3	ND	0,02	ND
	Manganês (mg/L)	0,1	0,22	0,21	0,24
	Sódio (mg/L)	200	32,33	43,64	35,38
	Dureza Total (mg/L)	500	57,10	39,05	56,63

<b>Poço Artesiano 2</b>	Turbidez (uT <sup>2</sup> )	5	0,04	0,04	0,04
	pH	6 a 9,5	7,59	7,89	7,42
	Cloro (mg/L)	0,5 a 2	-	-	-
	Alumínio (mg/L)	0,2	ND	ND	ND
	Ferro (mg/L)	0,3	ND	ND	ND
	Manganês (mg/L)	0,1	ND	ND	ND
	Sódio (mg/L)	200	31,22	50,16	40,42
	Dureza Total (mg/L)	500	28,38	23,83	52,05

Tabela 2 – Análises físico-químicas de amostras de água coletadas em pontos da Escola 2.

\*Limite de detecção do método (mg/L): Al (0,003); Fe (0,015); Mn (0,011); Na (0,002).

<sup>1</sup>VMP– Valor Máximo Permitido, segundo a portaria 2.914 do Ministério da Saúde de 2011.

<sup>2</sup>uT – Unidade de Turbidez

<sup>3</sup>ND – Não Detectado

Nas amostras coletadas na Escola 2, a maior parte dos parâmetros estavam em conformidade com a portaria citada anteriormente, exceto os valores de cloro residual livre das amostras de água dos bebedouros da escola e os valores de manganês nas amostras de água provenientes do Poço 1.

Embora exista o sistema de tratamento por desinfecção da água na escola, este estava inoperante, portanto em nenhuma das análises foi constatada a presença de cloro residual livre. Nesse caso, a ausência de tratamento é que implica no descumprimento da exigência da portaria 2.914/11, a qual determina que toda a água destinada ao consumo humano, fornecida de forma coletiva, deverá passar por desinfecção ou cloração (BRASIL, 2011).

Referente à água distribuída para a Escola 2, os valores de manganês extrapolaram o máximo permitido em todas as análises das amostras de água extraídas do Poço 1. O valor máximo permitido segundo Brasil (2011), é de 0,1 mg/L e nas três análises foram obtidos respectivamente os valores de 0,22 mg/L, 0,21 mg/L e 0,24 mg/L (Tabela 2).

O manganês ocorre de forma natural nas águas superficiais e subterrâneas, podendo muitas vezes estar associado à presença de ferro (TELLES, 2013). Nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, não apresenta significado sanitário e os inconvenientes provocados pela sua presença são de natureza estética e, além disso, não existe um consenso universal sobre o padrão de potabilidade para essa substância, enquanto o padrão de potabilidade brasileiro é de 0,1 mg/L, o padrão americano e canadense limitam este padrão a 0,05 mg/L ao passo que a Organização Mundial de Saúde admite o valor de 0,4 mg/L (LIBÂNIO, 2010).

Segundo dados da WHO (2011), o padrão de potabilidade para manganês de 0,4 mg/L, não provoca danos a saúde, porém, existe a possibilidade da não aceitação desta água por parte dos usuários em função da possível aparência, sabor e odor decorrentes da presença de manganês nessas quantidades na água.

Apesar do Poço 1 ser contribuinte de abastecimento para a água consumida na Escola 2, não foram detectados valores de manganês através do método utilizado nas amostras coletadas na escola. Por conseguinte e segundo os valores obtidos nas amostras coletadas nessa escola os padrões de potabilidade da água consumida na Escola 2, que é objeto principal neste estudo, não foram infringidos. É provável que esse fato tenha ocorrido em função da aleatoriedade do abastecimento feito pelo Poço 1 e pelo Poço 2, visto que a escola recebe água dos dois poços mas sem muito critério. As amostras de águas coletadas na escola podem ter sido provenientes, no momento da coleta, do Poço 2, o qual também não apresentou valores detectáveis para manganês em suas amostras, ou pode ter sido a mistura da água dos dois poços, tornando diluída e conseqüentemente menor a presença de manganês na água da escola.

Os resultados das análises microbiológicas realizadas em amostras de água coletadas na Escola 1 e na Escola 2 são apresentados na Tabela 3 e Tabela 4 respectivamente.

Ponto de Coleta	Parâmetro	Unidade	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
<b>Bebedouro</b>	Coliformes Totais	<sup>1</sup> NMP/100mL	<sup>2</sup> ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Reservatório da Escola</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	13	ND	2,0
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Poço Artesiano</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND

Tabela 3 – Análises microbiológicas de Coliformes Totais e *Escherichia coli* de amostras de água coletadas em pontos da Escola 1.

\*Padrão microbiológico da água para consumo humano: Ausência de *Escherichia coli* em 100 mL (BRASIL, 2011).

<sup>1</sup>NMP – Número Mais Provável

<sup>2</sup>ND – Não Detectado

Ponto de Coleta	Parâmetro	Unidade	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
<b>Bebedouro</b>	Coliformes Totais	<sup>1</sup> NMP/100mL	4,5	<sup>2</sup> ND	7,8
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Reservatório da Escola</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	7,8	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Poço Artesiano 1</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Reservatório 1 (Poço 1)</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	ND	49	4,0
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND

<b>Reservatório 2</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	1,8	11	9,3
(Poço 1)	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Poço Artesiano 2</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND
<b>Reservatório 3</b>	Coliformes Totais	NMP/100mL	ND	ND	2,0
(Poço 2)	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	ND	ND	ND

Tabela 4 – Análises microbiológicas de Coliformes Totais e *Escherichia coli* de amostras de água coletadas em pontos da Escola 2.

\*Padrão microbiológico da água para consumo humano: Ausência de *Escherichia coli* em 100 mL (BRASIL, 2011).

<sup>1</sup>NMP– Número Mais Provável

<sup>2</sup>ND – Não Detectado

As análises microbiológicas realizadas nas amostras de água bruta provenientes dos poços artesianos, os quais são responsáveis pelo abastecimento das duas escolas não indicaram a presença de contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli*.

Para essas amostras era possível pressupor a obtenção de bons resultados, visto que águas subterrâneas normalmente não apresentam este tipo de contaminação. Segundo Heller e Pádua (2006), frequentemente as águas subterrâneas apresentam características perfeitamente em conformidade com os padrões de potabilidade e entre as vantagens apresentadas por essas águas está a ausência de bactérias normalmente encontradas nas águas superficiais, a ausência dessas bactérias ocorre devido à autodepuração sofrida pelas águas que infiltram no solo através da percolação em sua zona não saturada e no subsolo, estas águas sofrem processos bio-físico-geoquímicos de interação água/rocha e de filtração lenta, para posteriormente atingirem o manancial subterrâneo.

Apesar disso, foi constatada a presença de coliformes totais em amostras coletadas em todos os reservatórios abrangidos pelos sistemas de abastecimento das duas escolas em pelo menos uma das coletas.

Na Escola 1 foram obtidos resultados positivos para coliformes totais na água contida no reservatório da escola, como pode ser observado na Tabela 3. Esses resultados podem estar relacionados com a estrutura física do reservatório, uma vez que, este apresentava problemas na vedação da tampa a qual também estava danificada, como pode ser observado na Figura 3. Esses fatores podem colaborar para entrada de impurezas carregadas pela água da chuva e pelo vento, além de possibilitar a entrada de pequenos animais e insetos.



Figura 3: Condições externas e internas do reservatório da água consumida na Escola 1.

Enquanto que na Escola 2 além do resultado positivo para coliformes totais em todos os reservatórios de distribuição, obteve-se o mesmo resultado para o reservatório interno da escola e para os bebedouros, é provável que o resultado positivo para os referidos reservatórios tenha ocorrido em função das condições de limpeza do interior dos mesmos (Figura 4).



Figura 4: Parte interna dos reservatórios do sistema de distribuição da água consumida na Escola 2.

Os resultados do presente estudo vem a corroborar com o que afirmam Rocha et al. (2010), ao dizer que a contaminação da água pode ser causada na captação

através do sistema público, porém na maioria das vezes pode estar relacionado à má condição de higiene da tubulação e dos reservatórios de água.

Na água dos bebedouros os resultados acabam sendo um reflexo do sistema de abastecimento. A Escola 1 apesar de apresentar ocasionalmente coliformes totais na água contida em seu reservatório, possui o tratamento de desinfecção operando constantemente, o que acaba por inativar os microrganismos presentes na água a ser consumida.

Já na Escola 2, levanta-se a hipótese de que as águas que contribuem para o abastecimento do reservatório da escola, por serem provenientes de outros reservatórios que também apresentaram contaminação por coliformes totais, pode ter interferido na qualidade da água existente nesse reservatório. Entretanto devem ser considerados todos os fatores que afetam a qualidade dessa água, tanto o fato de que existe a possibilidade da água chegar à escola já contaminada e o fato, que pode ser observado na Figura 4, de que as condições de limpeza do reservatório são propícias ao desenvolvimento de bactérias do tipo coliformes totais.

Apesar de existir um sistema tratamento por desinfecção da água consumida na Escola 2, este se encontrava desativado durante o período em que se realizou este estudo, condição essa que contribuiu para a passagem da água contaminada contida em todos os reservatórios envolvidos no sistema de abastecimento para o bebedouro.

Em um estudo realizado por Casali (2008), obteve-se resultados positivos para coliformes totais na água consumida em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul. Araújo et al. (2011), avaliaram a qualidade microbiológica da água para consumo humano em uma comunidade rural no estado de São Paulo, e também observaram a presença de coliformes totais nessa água.

Segundo a portaria 2.914 do Ministério da Saúde, as águas destinadas ao consumo humano devem ser ausentes de *Escherichia coli*, e quando no controle da qualidade da água, forem detectadas amostras com resultados positivos para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, medidas corretivas devem ser tomadas. E até que revelem resultados satisfatórios, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos (BRASIL, 2011). A partir daí é possível inferir que, a constatação de coliformes totais já é o suficiente para a reprovação de determinada água, levando os responsáveis a buscar formas de corrigir a causa desta contaminação.

#### 4 | CONCLUSÃO

Conclui-se através desse estudo que a água proveniente dos poços artesianos analisados, apresenta características físicas, químicas e microbiológicas em sua grande maioria em conformidade com os padrões de potabilidade de acordo com portaria 2.914 do Ministério de Saúde, com exceção dos valores de manganês das amostras

coletadas do Poço Artesiano 1 da Escola 2, que extrapolaram o valor máximo pela mesma portaria.

As amostras de água coletadas nos reservatórios de distribuição de ambas as escolas não atenderam os padrões exigidos pela legislação específica, principalmente em relação à presença de coliformes totais em pelo menos uma das análises realizadas, essa contaminação é comumente atribuída à higiene e/ou integridade da estrutura física dos reservatórios estarem comprometidas.

Recomenda-se, portanto, limpeza periódica dos reservatórios, tratamento de desinfecção da água consumida, desenvolvido e monitorado por profissionais habilitados ou até mesmo funcionários da escola após treinamento e análises regulares da qualidade dessas águas, não só para atestar a eficiência das ações desenvolvidas, mas também para que se tenha um controle da qualidade da água que está sendo oferecida nestas escolas.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Glauco Fernando Ribeiro et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, São Paulo: 2011; 35(1):98-104.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 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.. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acessado em 05 ago. 2016.

BRASIL, Brasília-DF. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**, 2011. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf>>. Acessado em 03 de ago. de 2016.

BRASIL, Brasília-DF. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**, 2006. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)>. Acessado em 16 de ago. de 2016

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, RS, Brasil: UFSM. Dissertação, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2008.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. **Panorama do Saneamento no Brasil, 2014**. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil/>>. Acessado em 08 de jul. de 2016.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte/MG: UFMG, 2006

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio Grande do Sul / Pelotas 2013. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?lang=&codmun=431440&search=rio-grande-do-sullpelotaslinfograficos:-historico>>. Acessado em 24 jul. 2016.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água** 3ª Ed. Campinas/SP: Átomo, 2010

TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão** 1ª Ed.. São Paulo/SP: Edgard Blucher Ltda., 2013

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS), **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**, 2000. Disponível em: <http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/salud-ambiente-desarrollo-sostenible2000.pdf>. Acessado em 21 jun. 2016.

PELOTAS 2016a, Prefeitura Municipal. **Mapa Cadastral do Município de Pelotas**. Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/servicos/inc/arquivos/rural-cadastral.pdf>. Acessado em 24 jul. 2016.

PELOTAS 2016b, Prefeitura Municipal. **Dados Gerais**. Disponível em: <http://www.pelotas.rs.gov.br/cidade/dados-gerais.php>. Acessado em 24 jul. 2016.

PELOTAS 2016c, Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal da Educação. **Escolas municipais de ensino Fundamental**. Disponível em: [http://www.pelotas.com.br/educacao/centraldematriculas/menu/arquivos/escolas\\_Rede\\_Municipal.pdf](http://www.pelotas.com.br/educacao/centraldematriculas/menu/arquivos/escolas_Rede_Municipal.pdf). Acessado em 06 ago. 2016.

ROCHA, Elissandro Santos et al. **Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA)**. Revista Baiana de Saúde Pública, Bahia, v.34, n.3, p.694-705, 2010.

STANDARD METHODS: for examination of water and wastewater 21th Edição (2005). **Manual de Métodos Analíticos**. Laboratório de análises de Águas e Efluentes, Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim – UFPel.

WHO - World Health Organization, **Guidelines for Drinking-water Quality** 4ª Ed., 2011. Disponível em: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf). Acessado em 05 ago. 2016.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Luís Fernando Paulista Cotian**, atualmente é professor magistério superior substituto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR câmpus Guarapuava. Formado em Engenharia de Produção pela Universidade de Franca – SP. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Ponta Grossa, linha de pesquisa Engenharia Organizacional e Redes de Empresas - EORE. Doutorando em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Ponta Grossa, linha de pesquisa Otimização e Tomada de Decisão, com previsão de conclusão 2021.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-084-1

