

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Camila Pelegrini Peixoto

**“QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: BEBEDOUROS DO
CAMPUS UMUARAMA - UFU”**

UBERLÂNDIA
2023

CAMILA PELEGRINI PEIXOTO

“QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: BEBEDOUROS DO
CAMPUS UMUARAMA - UFU”

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciências
Agrárias, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Milla Alves Baffi

UBERLÂNDIA

Março 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar Deus, pelo dom da vida e criador de todas obras e criaturas, que me abençoou e esteve sempre comigo, nem sempre os momentos são fáceis então orar e agradecer faziam parte da minha rotina e que possibilitou que eu tivesse a força necessária para ir em frente. Também agradeço aos meus pais Hugo e Sonia, que com todo amor e paciência estiveram sempre comigo, me apoiando e me dando todo o suporte desde a infância para que os estudos fossem umas das prioridades na minha vida, vocês são meu exemplo e minha inspiração para minha jornada de vida.

Agradeço ao meu irmão Pedro que com suas conversas e apoio me inspiravam e me animavam durante a semana na cidade de Uberlândia, obrigada pelo apoio. Quero agradecer minhas amigas de faculdade pela troca de conhecimento, vocês são minha inspiração.

Quero agradecer à professora Milla, que meu deu tantas oportunidades de aprendizado e conhecimento, que com sua paciência de ensinar me abriu portas para que eu evoluísse em muitos aspectos tanto pessoal como profissional. Obrigada pelo carinho, professora.

Por fim, quero agradecer a assistência dos colaboradores dos laboratórios LAMIC e LAQUA que possibilitaram a parte prática da pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica (PIBIC-CNPq) concedida para a realização deste trabalho. Além da rede de professores do curso de Engenharia Ambiental e coordenação do mesmo que possibilitaram aprender e ser um profissional e ser humano melhor.

RESUMO

A análise da qualidade da água é de fundamental importância, pois esta afeta diretamente a saúde humana. Assim, parâmetros de potabilidade, que incluem análises microbiológicas e físico-químicas devem ser atendidos, de modo a assegurar a saúde dos consumidores. Nesse aspecto, este objetivou analisar a qualidade da água dos bebedouros dos blocos de salas de aula (8C, 4K e 4L) do campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Minas Gerais, por meio da verificação dos padrões de potabilidade da água de consumo, conforme as normas estabelecidas pela Portaria do Ministério da Saúde nº 888 de 2021. Dessa forma, realizou-se análise de dois aspectos: bacteriológicos (técnica de tubos múltiplos) e físico-químicos (Cor Aparente, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais e metais traços). As análises foram realizadas em triplicatas no período de 36 semanas (9 meses), totalizando 108 amostras. Nas análises bacteriológicas, 97% das análises apresentou ausência de coliformes para o bloco 4K, 94% das análises apresentou ausência de coliformes para o bloco 8C, e 99% apresentou ausência para o bloco 4L, demonstrando que a maioria das amostras apresentaram ausência dos mesmos. A média dos parâmetros físico-químicos para as amostras dos edifícios 4K, 8C e 4L foram de: 6,58 ($\pm 0,11$), 6,06 ($\pm 0,025$) e 5,85 ($\pm 0,04$) para pH (VMP: 6,0 a 9,5), 59,27 ($\pm 11,22$), 63,39 ($\pm 8,73$) e 57,19 ($\pm 8,30$) para condutividade (VMP: 5 ntu), 42,21 ($\pm 0,94$), 52,42 ($\pm 1,93$) e 36,60 ($\pm 5,31$) para sólidos totais (VMP: 500 mg/l); 0,30 ($\pm 0,075$), 0,26 ($\pm 0,021$) e 0,16 ($\pm 0,03$) para turbidez (VMP: 5 ntu); 10,95 ($\pm 0,25$), 10,68 ($\pm 1,13$) e 13,49 ($\pm 0,49$) para cor (VMP: 15 uc); a média para o bloco 4L apresentou valores fora da legislação para o PH. Já o parâmetro cor apresentou desconformidade em 6 amostras para todos os blocos, o valor máximo permitido (VMP) para água potável é de até 15 uc (unidade de cor).

De acordo com (Correia, Gabriela 2022), em seus estudos para análises de água do Campus Santa Mônica, em relação às análises físico químicas, os parâmetros turbidez, condutividade e sólidos dissolvidos apresentaram valores em conformidade com o padrão de potabilidade. No entanto, em ambos os blocos, os valores de pH estavam um pouco abaixo dos valores estabelecidos e no bloco 1B, o parâmetro cor apresentou alguns valores ligeiramente acima do permitido. Para os metais traço, foi apontada uma alteração pontual devido a valores elevados de Cr, Fe e Ni em uma amostra, não sendo observada nas demais, sugerindo um erro

instrumental ou experimental. na UFU. Nesse aspecto o estudo mostra que os valores de pH e metais podem sofrer alterações também a esses tipo de erros .

Os demais parâmetros apresentaram resultados satisfatórios e estão de acordo com o padrão de potabilidade de água para consumo humano, com valores médios para todos os blocos de: turbidez 0,24 ntu, condutividade 59,95 us/cm e sólidos dissolvidos 43,7 mg/l, demonstrando a boa qualidade da água deste bloco. Para metais traços, apenas algumas amostras para Al, Ba e Ni apresentaram valores acima do permitido. Os dados obtidos demonstraram que, de forma geral, as amostras estavam em conformidade com a legislação, indicando a potabilidade da água analisada.

Palavras-chave: Água. Análise bacteriológica. Parâmetros físico-químicos. Potabilidade. Qualidade da água.

ABSTRACT

The analysis of water quality is of fundamental importance, as it directly affects human health. Thus, potability parameters, which include microbiological and physico-chemical analyses, must be met in order to ensure the health of consumers. In this aspect, this objective was to analyze the water quality of the drinking fountains of the classroom blocks (8C, 4K and 4L) of the Umuarama campus, of the Federal University of Uberlandia (UFU), Minas Gerais, through the verification of the standards of potability of drinking water, according to the norms established by the Ordinance of the Ministry of Health No. 888 of 2021. Thus, two aspects were analyzed: bacteriological (multiple tube technique) and physicochemical (Apparent Color, pH, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids and trace metals). The analyses were performed in triplicates in the period of 36 weeks (9 months), totaling 108 samples. In the bacteriological analyses, 97% of the analyses showed absence of coliforms for block 4K, 99% of the analyses showed absence of coliforms for block 8C, and 94% showed absence for block 4L, demonstrating that most of the samples showed absence of them. The mean physicochemical parameters for the samples of the 4K, 8C and 4L buildings were: 6.58 (± 0.11), 6.06 (± 0.025) and 5.85 (± 0.04) for pH (VMP: 6.0 to 9.5), 59.27 (± 11.22), 63.39 (± 8.73) and 57.19 (± 8.30) for conductivity (VMP: 5 ntu), 42.21 (± 0.94), 52.42 (± 1.93) and 36.60 (± 5.31) for total solids (VMP: 500 mg/l); 0.30 (± 0.075), 0.26 (± 0.021) and 0.16 (± 0.03) for turbidity (VMP: 5 ntu); 10.95 (± 0.25), 10.68 (± 1.13) and 13.49 (± 0.49) for color (VMP: 15 uc); the mean for block 4L presented values outside the legislation for the Ph. Already the color parameter presented nonconformity in 6 samples for all blocks, the maximum allowable value (VMP) for drinking water is up to 15 uc (color unit).

According to (Correia, Gabriela 2022), in their studies for water analysis of the Santa Monica Campus, in relation to physicochemical analyses, the parameters turbidity, conductivity and dissolved solids presented values in accordance with the standard of potability. However, in both blocks, the pH values were slightly below the established values and in block 1B, the color parameter presented some values slightly above the allowed. For trace metals, a punctual alteration was pointed out due to high values of Cr, Fe and Ni in one sample, not being observed in the others, suggesting an instrumental or experimental error at UFU. The other parameters presented satisfactory results and are in accordance with the standard of potability of water for

human consumption, with average values for all blocks of: turbidity 0,24 ntu, conductivity 59,95 us/cm and dissolved solids 43,7 mg/l, demonstrating the good water quality of this block. For trace metals, only a few samples for Al, Ba and Ni presented values above the permissible values. The data obtained showed that, in general, the samples were in compliance with the legislation, indicating the potability of the water analyzed.

Keywords: Water. Bacteriological analysis. Physical-chemical parameters. Potability. Water quality.

LISTA DE ABREVIações

ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CONAMA-Conselho Nacional de Meio Ambiente

EC-Escherichia Coli

EMB- (Agar Eosina Azul de Metileno)

mg/L- miligramas por litro

NMP-Número mais provável

ntu–Unidade Nefelométrica de Turbidez

ONU–Organização das Nações Unidas

pH – Potencial Hidrogeniônico

VMP-Valor Máximo Permitido

UFU-Universidade Federal de Uberlândia

us/cm-milisiemens por centímetro

uc -unidade de cor

VBB-Verde Bile Brilhante

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estudos do grupo de pesquisa dos alunos referente ao tema de potabilidade da água.....	13
Tabela 2: Métodos e equipamentos utilizados para realizar o estudo.....;	14
Tabela 3. Tabela de determinação do Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de amostra, nos limites de confiança de 95%, quando são utilizados séries de três tubos para cada volume de 10, 1,0 e 0,1 mL de água (Agência nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Consulta Pública nº 25, de 23 de março de 2010)	18
Tabela 4. Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano (Portaria MS nº 888/2021)	19
Tabela 5: Determinação de ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água dos bebedouros do Bloco 4K.....	23
Tabela 6: Análise físico química dos bebedouros do bloco 4K por semana.....	25
Tabela 7: Determinação de ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água dos bebedouros do Bloco 8C.....	27
Tabela 8: Análise físico química dos bebedouros do Bloco 8C por semana.....	28
Tabela 9: Determinação de ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água dos bebedouros do Bloco 4L.....	29
Tabela 10: Análise físico química dos bebedouros do Bloco 4L por semana.....	30
Tabela 10: VMP para metais de acordo com o Anexo 9 e Anexo 11 da Portaria MS nº 888 de 2021.....	30
Tabela 11: Resultado de análises de metais traços dos Blocos da UFU Umuarama, realizados no período de nove meses no ano de 2018.....	32
Tabela 12: Valores de metais traço encontrados no Bloco 4K.	33

Tabela 13. Valores de metais traço encontrados no Bloco 8C.	34
Tabela 14. Valores de metais traço encontrados no Bloco 4L.	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da pesquisa realizada no campus Umuarama.....	16
Figura 2: Mapa do Campus Umuarama com indicação dos blocos 4k,4L e 8C.....	17
Figura 3: a) Teste presuntivo em caldo lactosado, indicando a ausência de coliformes totais (tubos translúcidos e sem a formação de bolhas). b) Teste presuntivo em caldo lactosado, indicando a presença de coliformes totais pela formação de gás e turbidez.....	25
Figura 4: a) Teste confirmativo em meio VBB, indicando a ausência de coliformes totais (tubos translúcidos e sem a formação de bolhas) b) Teste confirmativo em meio VBB, indicando a presença de coliformes totais pela formação de gás e turbidez.....	25

Sumário

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1.INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS	15
3.METODOLOGIA	1
3.1. Pontos de coleta do material.....	17
3.2. Análise Bacteriológica da Água.....	18
3.2.1. Teste Presuntivo.....	19
3.2.2. Teste Confirmativo.....	20
3.2.3. Teste Completo.....	20
3.3. Parâmetros físico-químicos.....	22
3.4. Quantificação dos metais traços.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Análise bacteriológica dos bebedouros do bloco 4K.....	23
4.2. Análise físico-química dos bebedouros do bloco 4K.....	26.
4.3. Análise bacteriológica dos bebedouros do bloco 8C.....	27
4.4. Análise físico química dos bebedouros do bloco 8C.....	28
4.5. Análise bacteriológica dos bebedouros do bloco 4L.....	29
4.6. Análise físico química dos bebedouros do bloco 4L.....	30
5. Análise de Metais Traços para os Blocos 4K, 8C e 4L.....	33
6.CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS	36
8.ANEXOS	40

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida do ser humano, porém, sua disponibilidade é limitada e sua distribuição geográfica é desigual (Von Sperling, 2018). Desde as civilizações antigas, há uma preocupação em distribuir a água de maneira eficiente e segura para evitar a propagação de doenças associadas à via hídrica (Machado et al., 2021).

Apesar de indispensável, na natureza não é possível encontrar água totalmente adequada para consumo. Isso ocorre devido às impurezas que se acumulam no trajeto do ciclo hidrológico e principalmente, pela poluição causada pelas atividades humanas (Richter, 2009). Doenças de transmissão hídrica são desencadeadas por patógenos que se desenvolvem e são transmitidos através da água contaminada, seja através da ingestão ou quando em contato com a pele e mucosas do corpo humano (Copasa, 2020). Com elas, podem surgir sintomas característicos, sendo os mais comuns: diarreia, dor de barriga, perda de apetite, fraqueza e febre (Lopes, 2020). No Brasil, há uma grande incidência de doenças gastrointestinais relacionadas ao consumo de água contaminada por microrganismos patogênicos. Esse tipo de contaminação é devido à falta de controle de qualidade da água, resultante da ausência de saneamento básico.

A ingestão de água de baixa qualidade configura um dos principais riscos à saúde do homem, devido a patógenos que são causadores de doenças graves, como por exemplo, o *Vibrio cholerae*. Disenterias, quadros diarreicos e febres são comuns na ingestão de água contaminada, sendo a diarreia uma das causas principais de óbito de crianças carentes, recaindo sob responsabilidade da saúde pública (Alves et al., 2018). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a água de baixa qualidade e a precariedade do saneamento e das condições de higiene causam a morte de 200 pessoas/hora. Ainda segundo estatísticas da OMS, 80% das doenças nos países em desenvolvimento são disseminadas pelas águas; seja de maneira direta, como a diarreia, ou indiretamente como a malária, dengue, febre amarela, e outras relacionadas com vetores que dependem da água para sua proliferação.

Indiscutivelmente, a análise da qualidade da água é de suma relevância para a redução na transmissão de doenças de origem hídrica. Assim, a água potável é definida como a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos,

físicos e químicos atendam aos padrões de potabilidade e não ofereçam riscos à saúde (Silva et al., 2014).

O monitoramento das condições sanitárias de água para consumo é realizado através da análise da presença de bactérias do grupo Coliforme, que atuam principalmente como indicadores de poluição fecal, pois ocorrem na flora intestinal do homem e de animais de sangue quente (Apha, 2017). De acordo com os “Métodos Padrões para Análise de Água e Águas Residuais” (“*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, o grupo coliforme é definido como: “todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, Gram negativas, não esporuladas e na forma de bastonete, que fermentam a lactose com formação de gás a 35°C por 48h” (Apha, 2017). Esta definição abrange um número de espécies de Enterobactérias incluídas nos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter* (Apha, 2017; Silva; Junqueira, 1995). Estes marcadores de contaminação do grupo Coliforme podem ser classificados em coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*), conforme a legislação vigente (Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021). Assim, por ter relação direta com a saúde pública, essas análises de potabilidade são extremamente importantes para a identificação de casos de contaminação (Silva et al., 2018).

O monitoramento da qualidade da água é essencial para proteção à saúde humana de através do tratamento da água (Fortes, 2018). Apesar disso, a potabilidade da água pode ser afetada por problemas de manutenção na rede, lançamento clandestino de efluentes e penetração de contaminantes. Além disso, a limpeza periódica e a conservação dos reservatórios devem ser realizadas para garantir a manutenção da sua potabilidade. Em locais públicos com grande fluxo de pessoas, como instituições de ensino, os bebedouros também podem ser tornar fonte de contaminação indireta (Valiatti, 2021). Logo, o monitoramento periódico dos bebedouros em universidades é essencial para garantir água de qualidade aos consumidores. Neste sentido, o Plano de Segurança da Água (PSA) é um instrumento do Ministério da Saúde (Portaria MS nº 518/2004), de abordagem preventiva, através de monitoramento e planos de gestão, que contribui com a qualidade da água prevenindo a sua contaminação no sistema de distribuição e durante o armazenamento.

Neste contexto, o presente estudo avaliou a qualidade da água dos principais bebedouros do campus Umuarama, localizados em blocos de salas de aulas com

grande fluxo de pessoas, visando minimizar doenças causadas pela ingestão de água de baixa qualidade e contribuir com o Plano de Segurança da Água da Universidade Federal de Uberlândia, através de análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Na tabela abaixo, são mencionados os grupos de pesquisa que realizaram o mesmo tipo de projeto referente à qualidade da água em Uberlândia.

Tabela 1–Estudos do grupo de pesquisa dos alunos referente ao tema de potabilidade da água.

Nome do Autor	Nome do projeto
Gabriela Fernandes	Qualidade da água dos bebedouros do campus Santa Mônica-UFU
Hugo Machado	Análise da potabilidade da água do assentamento do Glória

2. OBJETIVOS

Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da água que abastece os bebedouros dos blocos de salas de aula (8C, 4K e 4L) do Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Minas Gerais, com base nos padrões de potabilidade definidos pela Portaria MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde, a fim de promover ações corretivas ou preventivas.

3. METODOLOGIA

A tabela abaixo mostra resumidamente os métodos utilizados bem como os equipamentos usados para cada tipo de parâmetro analisado na pesquisa.

Tabela 2: Métodos e equipamentos utilizados para realizar o estudo.

Parâmetro	Método	Equipamento Utilizado	Unidade	VPM
Ph	Potenciométrico	phmetro de bancada @MS Tecnozon mPA-210	-	6,0 - 9,5
Condutividade	Condutimétrico	Multiparâmetro HACH - HQ40d	µs/cm	-
Sólidos Dissolvidos Totais	Relação com a condutividade	Condutividade = K * sólidos dissolvidos totais K= 0,64	mg/L	<500
Turbidez	Turbidimétrico	@PoliControl Turbidímetro AP2000	ntu	< 5,0
Cor	Espectrofotométrico	@PoliControl AquaColor Cor	uc	< 15
Metais Traço	Espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente	ICP-OES/5100 @Agilent	mg/L	-

3.1. Pontos de coleta do material

Neste estudo, foram coletadas amostras de água dos bebedouros dos blocos de salas de aula 4K, 8C e 4L do campus Umuarama, que abastecem a comunidade universitária (Figura 1). Os blocos mencionados foram escolhidos devido a grande quantidade de salas e conseqüentemente o grande número de alunos e professores que cursam disciplinas e ministram aulas nesses blocos. Para cada bloco, a coleta de água foi realizada em triplicata, referentes ao 1º, 2º e 3º andar de cada bloco. O monitoramento da água dos bebedouros foi realizado por três meses para cada um dos blocos, divididos em 12 semanas. A partir das análises semanais de cada amostra coletada, foram confeccionadas tabelas para cada parâmetro observado (pH, condutividade, sólidos totais, turbidez, cor, metais traços e análise bacteriológica).

Os frascos utilizados para a coleta foram previamente esterilizados em autoclave a 121°C e 1,3 atm. O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMIC), do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG-UFU), para a realização dos ensaios bacteriológicos.

Figura 1: Etapas da pesquisa realizada no campus Umuarama.

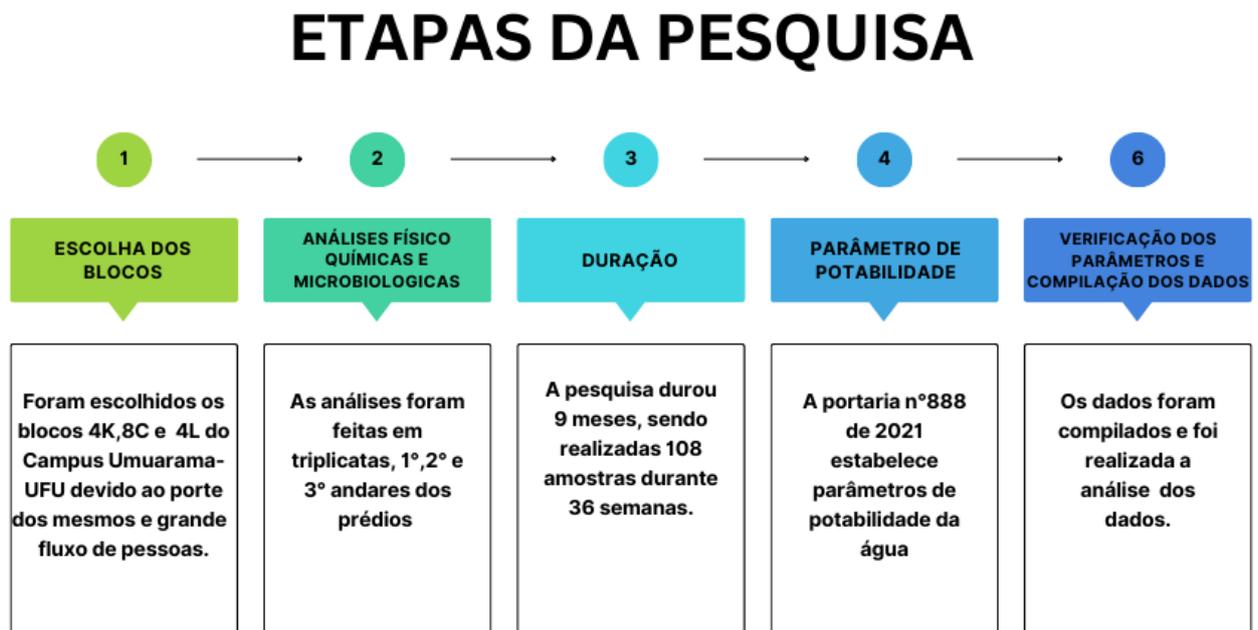
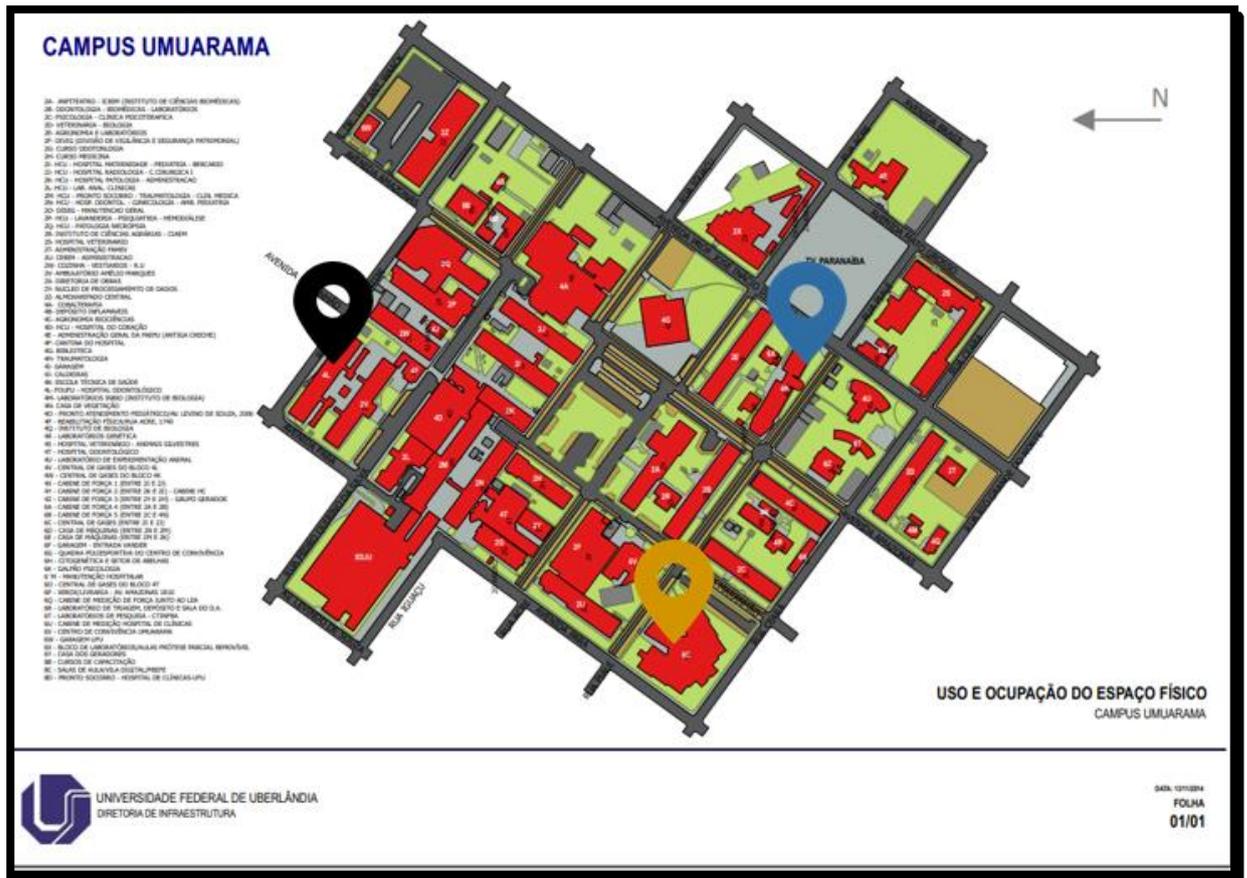


Figura 2: Mapa do Campus Umuarama com indicação dos blocos 4k,4L e 8C.



Fonte: Universidade Federal de Uberlândia.

3.2. Análise Bacteriológica da Água

A análise bacteriológica da água foi realizada pelo Método Padrão de Tubos Múltiplos para detecção de bactérias coliformes (SMEWW 9221B) e foi dividida em três etapas: teste presuntivo, teste confirmativo e teste completo, de acordo com a Portaria MS nº 888 de 2021.

3.2.1. Teste Presuntivo

Para cada série de três tubos contendo caldo lactosado e Tubos de Durhan invertidos, amostras de água em três diluições foram transferidas assepticamente para cada tubo da seguinte forma: três alíquotas de 10 mL de água em 10 mL de caldo lactosado na concentração dupla (*amostras sem diluição*), três alíquotas de 1 mL de água em 9 mL de caldo lactosado na concentração simples (*diluição de 10x*) e três

alíquotas de 0,1 mL de água em 9,9 mL de caldo lactosado na concentração simples (*diluição de 100x*). As amostras foram incubadas na estufa a 36°C±1 por 48 horas. Após este período, a presença de bactérias fermentadoras de lactose foi verificada pela produção de gás e turbidez (indicativos de crescimento microbiano).

3.2.2. Teste Confirmativo

Dos tubos positivos no teste presuntivo, foram transferidos 100 µL para tubos de 15 mL contendo 5 mL de caldo lactosado Verde Bile Brilhante (VBB). Após a incubação a 36°C por 48 horas, a presença de gás e turbidez foi avaliada e confirmada a presença ou ausência de *coliformes totais* nas amostras analisadas. Um volume de 100 µL de amostras que foram positivas no teste presuntivo, foram também transferidas para tubos contendo caldo EC e incubadas por 24 horas a 45°C para avaliação da presença de *coliformes termotolerantes (Escherichia coli)*.

Os resultados foram anotados e o Número Mais Provável de coliformes (NMP/100 mL de amostra) foi determinado, seguindo a Tabela de Determinação do Número Mais Provável (Tabela 1), para análise com três tubos para cada diluição (*sem diluição, diluído 10x e diluído 100x*). A partir desta análise, foi determinado o Valor Máximo Permitido (VMP/100 mL de amostra), de acordo com a Portaria MS nº 888/2021 (Tabela 2).

3.2.3. Teste Completo

A partir dos tubos positivos no teste Confirmativo com caldo EC, foram realizadas estrias em placas de petri contendo meio EMB (agar eosina azul de metileno), para verificar a presença de coliformes termotolerantes (bactérias *Escherichia coli*). As placas contendo as amostras foram incubadas a 45° C por 24 horas.

Tabela 3. Tabela de determinação do Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de amostra, nos limites de confiança de 95%, quando são utilizados séries de três tubos para cada volume de 10, 1,0 e 0,1 mL de água (Agência nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Consulta Pública nº 25, de 23 de março de 2010).

Número de tubos apresentando resultado positivo			(NMP/mL de amostra)	Limite de confiança 95 %	
3 tubos de 10 mL	3 tubos de 1,0 mL	3 tubos de 0,1 mL		Limite inferior	Limite superior
0	0	1	<3	< 0,5	9
0	1	0	3	< 0,5	13
1	0	0	4	< 0,5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	150
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	380
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	2300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

Tabela 4. Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano (Portaria MS nº 888/2021).

Tipo de água		Parâmetro	VMP(1)
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> (2)	Ausência em 100 mL
Na saída do tratamento		Coliformes totais (3)	Ausência em 100 mL
		<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL
Água tratada	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes
			Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

3.3. Parâmetros físico-químicos

Para a garantia da qualidade da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, os parâmetros: potencial de hidrogênio (pH), condutividade, sólidos totais e turbidez foram avaliados para cada amostra conforme descrito abaixo. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA/ICIAG), sob a supervisão da Profa. Dra. Sueli Moura Bertolino (ICIAG).

3.3.1. pH

Foi utilizado o método potenciométrico através do equipamento pHmetro ®MS TecnoPON mPA-210. O pHmetro foi calibrado com as soluções tampões-padrão de pH 4,0 e 7,0 cerca de 30 minutos antes das leituras amostrais.

3.3.2. Condutividade

As análises foram realizadas através de equipamento multiparâmetro HACH - HQ40d que realizou as leituras pelo método de condutimetria, que se baseia na intensidade da corrente elétrica da água e o resultado é expresso em $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os eletrodos do condutivímetro são imersos na amostra de água e o resultado é obtido pela intensidade da corrente elétrica que os atravessa.

3.3.3 Sólidos dissolvidos totais

A concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) é soma de todos os constituintes minerais presentes na água (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000). A relação empírica entre condutividade (C, $\mu\text{mho}/\text{cm}$) e a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD, mg/L), estimam na prática, um parâmetro em função do outro (CARDOSO LIMA; LUCAS, 2017), em que:

$$\text{STD} = 0,640 \cdot \text{C} \text{ (Equação 1)}$$

STD = sólidos dissolvidos totais (mg/L)

CE = condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Segundo Holanda e Amorim (1997), o uso da Equação 1 só é recomendada para águas com CE inferior a 5 dS/m ou 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.3.4 Turbidez

Para a determinação da turbidez foi utilizado o equipamento ®PoliControl Turbidímetro AP2000 que é composto por uma fonte de luz (filamento de tungstênio) e um detector fotoelétrico que mede a luz dispersada e a turbidez é expressa em uT (unidade de turbidez). O método aplicado foi o turbidimétrico que consiste em medir a interferência na passagem de luz devido à presença de partículas em suspensão na água. A amostra de água é inserida em uma cubeta incolor e transparente que é introduzida no turbidímetro para leitura da amostra.

3.3.5 Cor

Para avaliar o parâmetro cor, o método utilizado é o espectrofotométrico e os resultados deste parâmetro foram obtidos através do equipamento ®PoliControl AquaColor Cor que mede a intensidade da cor na água. A amostra da água é inserida em uma cubeta de vidro incolor e a cor da amostra é determinada no equipamento.

3.4. Quantificação dos metais traços

Os metais traços (Al, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Na e Zn) foram determinados pela técnica de espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente, em um equipamento ICP-OES/5100 ®Agilent. Essa técnica se baseou na detecção de radiação eletromagnética emitida por átomos neutros ou íons excitados nas regiões do espectro eletromagnético visível e ultravioleta e seu princípio fundamental se baseia na propriedade dos átomos emitirem radiação eletromagnética quando submetidos a determinadas condições (Petry, 2005).

Nesta análise, o VMP para cada metal foi determinado de acordo com a Tabela de Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que representam risco à saúde (Portaria MS nº 888/2021). Essas análises também foram realizadas no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA), sob a supervisão da Profa. Dra. Sueli Moura Bertolino (ICIAG), responsável pelos equipamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise bacteriológica dos bebedouros do bloco 4K

A partir da determinação do Número Mais Provável de bactérias (NMP/mL de amostra), identificou-se a *Ausência* ou *Presença* de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*). Para o bloco 4K, todas as análises realizadas, exceto na 9ª e 11ª semana, deram resultado negativo, isto é, não foram observados produção de gás e turbidez (NMP < 3.0), tanto para coliformes totais, como para *E. coli* (Tabela 3).

Para a 9ª semana, os testes presuntivos deram resultados negativos para o 1º e 2º andar. Porém, deram positivo para o 3º andar. Assim, foram realizados os testes confirmativos com os meios VBB e EC para determinação do NMP para estas amostras. Na análise confirmativa para presença de coliformes totais, amostras do 1º e 2º andar deram resultados negativos. No entanto, no 3º andar, o NMP encontrado foi de 3,0, com limite inferior < 0,5 e limite superior 9,0, indicando a presença de bactérias fermentadoras de lactose. Este baixo número bactérias sugere uma pequena contaminação na amostra, de forma que, possíveis fontes infecciosas devem ser investigadas. Já para análise da presença de termotolerantes no caldo EC, o resultado foi negativo.

Da mesma forma, para a 11ª semana, o teste presuntivo deu positivo para o 1º andar. Assim, foram realizados os testes confirmativos com os meios VBB e EC. Para o 2º e 3º andares, os testes para coliformes totais deram negativos. Já para o 1º andar, o NMP encontrado foi de 75, com limite inferior de 14 e limite superior 230, conforme as Tabelas 1 e 3. O NMP encontrado indica que a amostra de água analisada se encontra fora do Padrão de Potabilidade determinado pela Portaria MS nº 888/2021. No entanto, no teste em caldo EC, o resultado foi negativo para esta amostra, indicando ausência de termotolerantes.

De acordo com os dados apresentados após 12 semanas de monitoramento, concluímos que os resultados foram satisfatórios em relação à qualidade da água dos bebedouros do bloco 4K. Apesar da presença de coliformes totais em baixa concentração nas 9ª e 11ª semanas. Nas análises bacteriológicas, 97 % das análises apresentou ausência de coliformes para o bloco 4K. Assim, os dados obtidos em sua grande maioria estão em conformidade com a Portaria MS nº 888/2021, demonstrando um alto grau de conformidade com a legislação.

Nas figuras abaixo, são apresentados exemplos de resultados positivos e negativos para os testes presuntivo (Figuras 2 e 3) e confirmativo (Figuras 4 a 5).

Tabela 5: Determinação de ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água dos bebedouros do Bloco 4K.

Parâmetro	Coliformes Totais (Caldo VBB)			Termotolerantes (Caldo EC)		
	Semana	Andar			Andar	
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
2	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
3	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
4	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
5	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
6	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
7	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
8	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
9	Ausência	Ausência	Presença (NMP=3)	Ausência	Ausência	Ausência
10	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
11	Presença (NMP=75)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
12	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Padrão	Valor máximo Permitido (VMP): Ausência			Valor máximo Permitido (VMP):		
Potabilidade – Portaria MS nº 888/2021).	em 100 mL			Ausência em 100 mL		

Figura 3: a) Teste presuntivo em caldo lactosado, indicando a ausência de coliformes totais (tubos translúcidos e sem a formação de bolhas). b) Teste presuntivo em caldo lactosado, indicando a presença de coliformes totais pela formação de gás e turbidez.



a)

b)

Fonte: Acervo da Autora

Figura 4: a) Teste confirmativo em meio VBB, indicando a ausência de coliformes totais (tubos translúcidos e sem a formação de bolhas). b) Teste confirmativo em meio VBB, indicando a presença de coliformes totais pela formação de gás e turbidez.



a)

b)

Fonte: Acervo da Autora

4.2. Análise físico-química dos bebedouros do bloco 4K

Amostras dos bebedouros do Bloco 4K também foram submetidas à análise físico-química, em relação ao pH, condutividade, sólidos totais, turbidez e cor. Nas semanas de 1 a 4 não foram realizadas as análises de condutividade, visto que, o aparelho utilizado para quantificar a condutividade não estava calibrado. Para estas análises, todas as amostras em todas as semanas estavam de acordo com a legislação para todos os parâmetros, exceto na 2ª semana que, para o 1º e 2º andar os valores de pH foram abaixo (4,9 e 4,7, respectivamente) do exigido para o padrão de potabilidade (entre 6,0 e 9,5). Os resultados demonstraram que algumas amostras apresentaram alterações para o parâmetro pH, com valores fora do exigido pela Portaria MS nº 888/2021 (Tabela 4, destacados em vermelho).

Tabela 4. Análise físico química dos bebedouros do bloco 4K ,8C e 4L

Parâmetros	Bloco 4K	Bloco 8C	Bloco 4L	VMP
pH	6,58 (±0,11)	6,06 (±0,025)	5,85 (±004)	6,0 a 9,5
CE (µS/cm)	59,27 (±11,22)	63,39 (±8,73)	57,19(±8,30)	-
STD (mg/l)	42,21 (±0,944)	52,42 (±1,9)	36,60 (±5,31)	500
Turbidez (ntu)	0,30 (±0,075)	0,26 (±0,021)	0,16 (±003)	5
Cor(uc)	10,95 (±0,25)	10,68 (±1,13)	13,49 (±0,49)	15

4.3. Análise bacteriológica dos bebedouros do bloco 8C

Para o bloco 8C, todas as análises realizadas, exceto nas 1ª e 3ª semanas, deram resultado negativo, isto é, não foram observados produção de gás e turbidez (NMP < 3.0), tanto para coliformes totais, como para *E. coli* (Tabela 5).

Para a 1ª semana, o teste confirmativo em caldo VBB deu resultado positivo para todos os andares, sendo os valores de NMP encontrados de 210,150 e 15 coliformes/100 mL para o 1º, 2º e 3º andar, respectivamente, indicando a presença de bactérias fermentadoras de lactose. Porém, na análise de crescimento em caldo EC para termotolerantes, o resultado foi negativo em todos os andares, indicando a ausência de *E. coli*. Os resultados demonstram que o número encontrado de coliformes totais foi relativamente alto, sugerindo contaminação neste reservatório nesta semana.

Tabela 6. Análise físico química dos bebedouros do bloco 4K por semana.

Parâmetro	pH			Condutividade (us /cm)			Sólidos totais (mg/l)			Turbidez (ntu)			Cor (uc)		
	Andar			Andar			Andar			Andar			Andar		
Semana	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	7,56	7,57	7,60	5,46	-	-	-	-	-	0,10	0,10	0,10	13,00	12,00	11,20
2	4,90	4,70	6,90	5,74	-	-	-	-	-	0,22	0,10	0,10	11,30	6,00	5,50
3	7,69	7,65	7,55	5,45	-	-	-	-	-	0,23	0,27	0,47	5,30	6,30	4,10
4	6,86	6,82	6,91	6,87	-	-	-	-	-	0,10	0,10	0,10	5,90	8,10	6,10
5	6,24	6,48	6,54	70,70	67,40	66,10	45,25	43,14	42,30	0,63	0,10	0,30	6,60	14,30	15,90
6	6,58	6,76	6,70	70,60	64,90	65,60	45,18	41,54	41,98	0,28	0,41	0,27	12,00	12,60	12,40
7	6,69	6,69	6,63	59,00	68,40	65,60	37,76	43,78	41,98	0,28	0,49	0,55	12,80	13,00	14,00
8	6,29	6,44	6,51	70,70	67,10	67,00	45,25	42,94	42,88	0,10	0,10	0,18	14,30	14,90	11,80
9	6,37	6,35	6,36	56,30	66,00	61,20	36,03	42,24	39,17	0,25	0,50	0,40	12,00	11,40	11,70
10	6,26	6,16	6,17	66,60	65,40	63,80	42,62	41,86	40,83	0,61	0,47	0,30	16,50	12,70	10,10
11	6,35	6,56	6,71	75,40	77,70	61,20	48,26	49,73	39,17	0,10	0,50	0,40	10,30	11,40	11,70
12	6,12	6,23	6,36	59,30	58,90	68,10	37,95	37,70	43,58	1,30	0,10	0,10	13,00	12,30	11,70
Desvio Padrão	0,68	0,74	0,43	28,88	4,88	2,39	4,18	3,12	1,53	0,34	0,18	0,15	3,33	2,79	3,38
Média	6,49	6,51	6,75	46,01	66,98	64,83	42,29	42,86	41,49	0,35	0,27	0,27	11,08	11,25	10,52
Padrão de Potabilidade - Portaria GM/MS 888/2021	6,0 a 9,5			-			<500 mg/L			<5,0 ntu			<15,0 uc		

Legenda:

us/cm: milisiemens por centímetro

mg/L= miligramas por litro

uc = Unidade de cor

ntu = Unidades nefelométricas de turbidez

Para a 3ª semana, os testes presuntivos em caldo lactosado deram positivo. Assim, os testes confirmativos foram realizados com os meios VBB e EC (caldo lactosado). Para todos os andares o teste foi positivo e os resultados foram mensurados na Tabela 5. Para o teste confirmativo com VBB, o resultado foi positivo, somente para o 3º andar. Na análise em caldo EC, o resultado foi negativo para todos os andares. Nesta semana, o número mais provável de bactérias (NMP) foi de 11, com limite inferior 3 e limite superior 36, indicando um número muito pequeno de bactérias, o que sugere uma pequena contaminação, mas desperta um alerta para monitoramento e investigação de possíveis fontes infecciosas.

Com base nestes dados, os resultados obtidos para o Bloco 8C foram satisfatórios em relação à qualidade da água dos bebedouros, 94% das análises apresentou ausência de coliformes para o bloco 8C.

4.4. Análise físico-química dos bebedouros do bloco 8C

Para o Bloco 8C, todas as amostras analisadas de todos os parâmetros em todas as semanas estavam de acordo com a legislação, exceto os valores de pH que foram encontrados levemente abaixo do padrão de potabilidade (entre 5,56 a 5,95), conforme Tabela 6.

Tabela 7: Determinação de ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água dos bebedouros do Bloco 8C.

Parâmetro	Coliformes Totais (Ausência ou Presença/100 mL)			Escherichia Coli (Ausência ou Presença/100 mL)		
	Andar			Andar		
Semana	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	Presença (NMP = 210)	Presença (NMP = 150)	Presença (NMP = 15)	Ausência	Ausência	Ausência
2	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
3	Ausência	Ausência	Presença (NMP = 11)	Ausência	Ausência	Ausência
4	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
5	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
6	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
7	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
8	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
9	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
10	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
11	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
12	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Padrão Potabilidade – Portaria MS nº 888/2021).	Valor máximo Permitido (VMP): Ausência em 100 mL			Valor máximo Permitido (VMP): Ausência em 100 mL		

Tabela 8. Análise físico química dos bebedouros do Bloco 8C por semana.

Parâmetro	pH			Condutividade			Sólidos totais			Turbidez			Cor		
	(us /cm)			(mg/l)			(ntu)			(uc)					
Semana	Andar			Andar			Andar			Andar			Andar		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	6,03	6,19	6,22	74,30	72,20	71,20	52,00	50,54	49,84	0,27	0,24	0,10	11,30	8,00	9,00
2	6,30	6,19	6,34	54,30	68,00	56,70	38,00	47,60	39,70	0,10	0,39	0,59	13,00	14,10	11,70
3	6,09	6,21	6,37	57,20	60,50	56,60	40,00	42,00	39,00	0,10	0,14	0,10	10,30	10,80	9,10
4	5,86	5,97	6,04	54,80	56,30	60,50	38,40	39,40	42,30	0,10	0,16	0,46	1,90	4,30	7,60
5	6,14	6,20	6,33	144,20	63,50	60,00	100,90	44,45	42,00	0,48	0,10	0,37	7,00	8,60	12,00
6	6,46	6,50	6,44	55,60	55,40	55,60	38,90	38,70	38,92	0,29	0,18	0,42	10,00	11,60	14,30
7	5,43	5,90	6,23	44,00	81,7	63,20	308,00	57,19	44,24	0,15	0,15	0,58	12,10	13,40	13,60
8	5,92	6,15	6,24	63,20	63,10	64,20	44,24	44,14	44,90	0,10	0,34	0,23	10,60	13,40	10,80
9	5,95	6,16	6,12	54,80	52,70	52,50	38,36	36,90	36,75	0,37	0,29	0,24	12,30	13,30	12,00
10	5,76	5,87	5,92	79,90	68,20	66,40	55,93	47,74	46,48	0,15	0,43	0,27	10,60	12,20	10,60
11	5,68	5,78	5,56	61,10	60,90	63,40	42,77	42,63	44,38	0,11	0,13	0,24	9,50	10,80	11,00
12	5,77	5,87	5,93	61,10	60,90	63,40	42,77	42,63	44,38	0,10	0,26	0,48	10,20	10,50	12,90
Desvio Padrão	0,27	0,20	0,24	24,96	5,63	5,00	73,69	5,39	3,55	0,12	0,10	0,16	2,83	2,71	1,88
Média	5,95	6,08	6,15	67,04	61,97	61,14	70,02	44,49	42,74	0,19	0,23	0,34	9,90	10,92	11,22
Padrão de Potabilidade - Portaria GM/MS 888/2021	6,0 a 9,5			-			<500 mg/L			<5,0 ntu			<15,0 uc		

Legenda:

us/cm: milisiemens por centímetro

mg/L= miligramas por litro

uc = Unidade de cor

ntu = Unidades nefelométricas de turbidez

4.5. Análise bacteriológica dos bebedouros do bloco 4L

Para o bloco 4L, todas as análises realizadas, exceto para o 2º andar da 6ª semana, deram resultado negativo, isto é, não foram observados produção de gás e turbidez (NMP < 3.0), tanto para coliformes totais, como para *E. coli* (Tabela 7). Na 6ª semana, após o teste confirmativo em caldo VBB, o NMP encontrado para o 2º andar foi de 11, indicando um número muito baixo de bactérias, sugerindo uma pequena contaminação. Para *E. coli*, todas as amostras analisadas em caldo EC deram negativo (Tabela 7). Portanto, os resultados obtidos para o Bloco 4L demonstraram ausência de coliformes em cerca de 99% das amostras analisadas, estando em conformidade com a Portaria MS nº 888/2021 e indicando conformidade com o padrão analisado.

Tabela 9: Determinação de ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água dos bebedouros do Bloco 4L.

Parâmetro	Coliformes Totais (Ausência ou Presença/100 mL)			Escherichia coli (Ausência ou Presença/100 mL)		
	Semana	Andar			Andar	
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
2	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
3	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
4	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
5	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
6	Ausência	Presença (NMP = 28)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
7	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
8	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
9	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
10	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
11	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
12	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Padrão Potabilidade – Portaria MS nº 888/2021).	Valor máximo Permitido (VMP): Ausência em 100 mL			Valor máximo Permitido (VMP): Ausência em 100 mL		

4.6. Análise físico química dos bebedouros do bloco 4L

Para o Bloco 4L, todas as amostras analisadas de todos os parâmetros em todas as semanas estavam de acordo com a legislação, exceto os valores de pH que foram encontrados levemente abaixo do padrão de potabilidade (entre 5,25 a 5,9), conforme Tabela 8.

Tabela 10. Análise físico química dos bebedouros do Bloco 4L por semana.

Parâmetro	pH			Condutividade			Sólidos totais			Turbidez			Cor		
				(us /cm)			(mg/l)			(ntu)			(uc)		
Semana	Andar			Andar			Andar			Andar			Andar		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
1	5,48	5,75	5,87	51,90	51,60	50,60	33,22	33,02	32,38	0,21	0,10	0,10	13,00	10,20	11,00
2	5,25	5,80	5,84	113,30	66,30	58,60	72,51	42,43	37,50	0,34	0,62	0,50	13,60	14,60	12,40
3	5,48	5,75	5,87	51,90	51,60	50,60	33,22	33,02	32,38	0,21	0,10	0,10	13,00	10,20	11,00
4	5,68	5,92	6,05	133,90	49,80	47,00	85,70	31,87	30,08	0,21	0,10	0,10	13,00	10,20	11,00
5	5,75	5,85	5,90	70,70	71,50	69,70	45,25	45,76	44,61	0,17	0,10	0,10	15,30	15,00	11,70
6	5,49	5,86	6,00	39,00	46,50	47,50	24,96	29,76	30,40	0,10	0,10	0,10	13,30	13,00	13,20
7	5,72	5,85	6,01	76,90	48,80	56,00	49,22	31,23	35,84	0,10	0,42	0,10	11,80	16,20	14,50
8	5,49	6,11	6,23	57,80	42,80	42,80	36,99	27,39	27,39	0,10	0,10	0,10	13,30	14,70	13,60
9	5,88	5,99	6,08	68,70	51,80	54,30	43,97	33,15	34,75	0,10	0,10	0,10	17,20	17,30	14,30
10	5,69	5,98	5,94	40,60	45,60	40,00	25,98	29,18	25,60	0,17	0,10	0,10	13,70	14,90	13,70
11	6,05	6,07	6,09	59,80	42,80	52,80	38,27	27,39	33,79	0,17	0,10	0,10	13,30	14,70	13,60
12	5,82	6,00	5,90	71,00	41,60	42,80	45,44	26,62	27,39	0,31	0,10	0,16	14,40	16,30	13,50
Desvio Padrão	0,21	0,11	0,11	26,99	8,82	7,80	17,27	5,65	4,99	0,08	0,16	0,11	1,32	2,39	1,26
Média	5,65	5,91	5,98	69,63	50,89	51,06	44,56	32,57	32,68	0,18	0,17	0,14	13,74	13,94	12,79
Padrão de Potabilidade - Portaria GM/MS 888/2021	6,0 a 9,5			-			<500 mg/L			<5,0 ntu			<15,0 uc		

Legenda:

us/cm: milisiemens por centímetro

mg/L= miligramas por litro

uc = Unidade de cor

ntu = Unidades nefelométricas de turbidez

Conforme os dados apresentados para todos os blocos analisados, nota-se que algumas amostras apresentaram valores de pH entre 4,7 e 5,98, estando abaixo do recomendado pela Portaria MS nº 888/2021. O pH pode sofrer alteração dependendo do tempo de armazenamento e da condição física do reservatório, dada a exposição ambiental e/ou tipo de material utilizado na fabricação do mesmo. Este parâmetro exerce ainda efeito indireto sobre a precipitação de elementos tóxicos, como metais, além de interferir na reatividade do cloro, a qual diminui com o aumento do pH (MUNIZ, 2013).

De acordo Padrão de Potabilidade (Portaria MS nº 888/2021), o pH da água para consumo humano deve variar de 6,0 a 9,5. No presente estudo, o valor médio do pH das amostras do edifício 4K foi de 6,57, 8C de 6,05 e 4L de 5,84 dos três andares avaliados. Apesar disso, os valores de pH que foram encontrados abaixo do intervalo

estabelecido se encontravam bastante próximos ao valor mínimo necessário, sendo o menor valor de pH igual a 4,7 (Tabela 4). Os valores de pH abaixo do valor mínimo estabelecido pela legislação podem ser provenientes de processos oxidativos, visto que a tubulação do prédio 4K e 4L é de ferro e também muito antiga. Conseqüentemente, o pH pode afetar a estabilidade do cloro na água e a eficiência de desinfecção, comprometendo o seu sabor e ocasionando a corrosão da tubulação (Brito, 2021).

Para o parâmetro cor, o valor máximo permitido para água potável é de até 15 uc (unidade de cor); porém, quatro amostras apresentaram valores levemente acima do VMP na semana 10 do bloco 4K, e nas semanas 5,7,9 e 12 do bloco 4L. A média geral do parâmetro cor desse edifício nas 36 semanas foi de 10,54 uc. No geral, a cor elevada pode estar relacionada à idade e material da tubulação do bloco e ser decorrente da alta concentração de alguns elementos, como ferro ou manganês, ou pela decomposição de matéria orgânica (TELLES, 2012). Os demais parâmetros físico químicos apresentaram resultados satisfatórios e estão de acordo com o Padrão de Potabilidade de água para consumo humano, com valor médio de turbidez de 0,24 NTU. A condutividade elétrica mede a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica e está diretamente relacionada à concentração de espécies iônicas dissolvidas, principalmente inorgânicas (Vieira, Maurrem Ramon, 2019). A medida da condutividade elétrica pode ser relacionada com a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais, em mg/L, parâmetro muito sensível ao lançamento de efluentes o que facilita avaliar a qualidade do corpo hídrico, pois é uma medida direta. Neste estudo, este parâmetro apresentou um valor médio de 42,45 us/cm com valor médio de sólidos dissolvidos de 32,68 mg/L, demonstrando a boa qualidade da água para consumo humano destes blocos.

5. Análise de Metais Traços para os Blocos 4K, 8C e 4L

Conforme os Anexos 9 e 11 da Portaria MS nº 888 de 2021, os valores máximos permitidos (VMP) de metais traço em água para consumo humano estão apresentados na Tabela 9, onde pode ser verificado cada resultado no Anexo I Com base nos resultados obtidos para metais, os valores encontrados para todos os blocos estão de acordo com a legislação, demonstrando que a água está apta para consumo

Tabela 11: VMP para metais de acordo com o Anexo 9 e Anexo 11 da Portaria MS nº 888 de 2021.

Parâmetro	CAS(1)	Unidade	VMP(2)
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Bário	7440-39-3	mg/L	0,7
Cádmio	7440-43-9	mg/L	0,003
Chumbo	7439-92-1	mg/L	0,01
Cobre	7440-50-8	mg/L	2
Cromo	7440-47-3	mg/L	0,05
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Níquel	7440-02-0	mg/L	0,07
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Zinco	7440-66-6	mg/L	5

Tabela 12: Resultado de análises de metais traços dos Blocos da UFU Umuarama, realizados no período de nove meses no ano de 2018.

Parâmetros	Bloco 4K	Bloco 8C	Bloco 4L	VMP
Al	0,0843 ($\pm 0,050$)	0,2828 ($\pm 0,5162$)	0,0940 ($\pm 0,09$)	0,2
Ba	0,1944 ($\pm 1,0555$)	0,0129 ($\pm 0,0046$)	0,0237 ($\pm 0,005$)	0,7
Cd	0,0030 ($\pm 0,0097$)	0,00015 ($\pm 0,0012$)	0,00009 ($\pm 0,0002$)	0,003
Cr	0,0022 ($\pm 0,0016$)	0,0042 ($\pm 0,0086$)	-0,0002 ($\pm 0,0002$)	0,01
Cu	0,0200 ($\pm 0,1124$)	0,0358 ($\pm 0,1124$)	0,0082 ($\pm 0,0083$)	2
Fe	0,0401 ($\pm 0,0164$)	0,1022 ($\pm 0,0682$)	0,0351 ($\pm 0,066$)	0,05
Mn	0,0144 ($\pm 0,0628$)	0,0088 ($\pm 0,0073$)	0,0052 ($\pm 0,0025$)	0,3
Na	4,6377 ($\pm 1,9515$)	6,1285 ($\pm 1,2084$)	3,0983 ($\pm 2,048$)	0,1
Ni	0,0250 ($\pm 0,0063$)	0,0120 ($\pm 0,0070$)	0,0280 ($\pm 0,0053$)	0,07
Pb	-0,0044 ($\pm 0,0321$)	-0,0041 ($\pm 0,0036$)	-0,0049 ($\pm 0,0017$)	200
Zn	0,0657 ($\pm 0,1087$)	0,0626 ($\pm 0,1114$)	0,0382 ($\pm 0,0020$)	5

Fonte: Acervo da autora.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou resultados satisfatórios em relação à qualidade da água dos bebedouros dos blocos estudados (4K, 8C e 4L).

Os resultados das análises bacteriológicas apresentaram-se em conformidade para 93,5% das amostras com ausência de coliformes totais e em 100% para *E.coli*.

Em relação aos parâmetros físico-químicos, os valores encontrados de para pH, turbidez, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais se enquadraram no Padrão de Potabilidade da Portaria GM/MS nº 888/2021, demonstrando que estão em atendimento com a legislação vigente. No entanto, para o bloco 4K, 2 amostras de pH apresentaram-se em desconformidade com os padrões estabelecidos pela legislação, no bloco 8C 15 amostras e no bloco 4L 25 amostras também apresentaram desconformidades.

Para metais traços, os resultados indicaram valores acima do permitido para Al, Ni e Ba em uma amostra, não sendo observada nas demais, sugerindo um erro instrumental ou experimental.

Portanto, conclui-se que a média dos resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água dos bebedouros analisados estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. Porém, ressalta-se a necessidade de um controle e verificação dos bebedouros que se apresentaram em desconformidade, garantindo a segurança da comunidade universitária que é abastecida pela água dos mesmos.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, S. G. S.; ATAIDE, C. D. G.; SILVA, J. X. Microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **Rev. Cient. Sena Aires**. 7(1): 12-7, 2018.

APHA; AWWA; WEF. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group: estimation of bacterial density. In: _____. Standard methods for the examination of water and wastewater: online. Washington, DC,. Part 9221C. Approved by Standard Methods Committee, 2014.

AWWA; APHA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th **American Public Health Association**. 2012. 1496 p.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4ªed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BRASIL. Portaria MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 2017 e 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, 2021.

CARVALHO, D.R. et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE IPATINGA - MG. **Revista Digital de Nutrição**, Ipatinga, v. 3, n. 5, p.417-427, 2009.

CETESB, Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental. *Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais*. São Paulo; 1997. p. 152-4.

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017 Disponível em: <https://conbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2017/anais-2017/sca-saneamento-e->

controle-ambiental-6/695-412971496181477determinacao-de-solidos-dissolvidos-totais-por-meio-da-condutividade-eletrica/file. Acesso em: 21 mar. 2023.

COPASA-Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Água não tratada é porta aberta para várias doenças.2020.

CORREIA, G.O.S.F. Qualidade da água para consumo humano: bebedouros do campus Santa Mônica-UFU. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Uberlândia. 2022.

GIOMBELLI, A.; RECH, H.; TORRES, V. S. Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da Região do Alto Uruguai Catarinense. *Revista Higiene Alimentar*, v.12 , n.56 , p.49-51, São Paulo, 1998.

LOPES. D.V.S. Avaliação do impacto ambiental e associação entre a exposição à água contaminada e o risco de desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica em uma reserva extrativista / Daniel Victor Silva Lopes. Maceió, 2020. 108 f.:il. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologias e Políticas Públicas) Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.

MACHADO et al. A falta de saneamento básico e sua relação com a hepatite A-uma abordagem descritiva sobre a doença. *Revista Saúde em Foco*. Edição nº 13, p. 32-50, 2021.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000, 391 p.

MARÇAL MC, ANTUNES GM, SANTANA GM, PEREIRA I. Perfil econômico sanitário da água consumida por empresas, residências e hospitais do Recife. Recife, Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco; 1994. [Apresentado ao XIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. São Paulo; 1994].

MARQUES, A.T.; BRITO, G.R.; MUNIZ, T. **Sustentabilidade**: Desafio 2 Água Limpa. Desafio 2 Água Limpa. 2019. Disponível em:

<https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/bisus/bisus2019/desafio2.pdf>.

Acesso em: 25 mar. 2023.

MINISTÉRIO da Saúde: Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde n. °5, Anexo XX, de 28 de setembro de 2017. **Ministério da Saúde**: Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília.. Disponível em: <
ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssesp/bibliote/informe_eletronico/2017/iels.out.17/lcls194/U_PRC-MS-GM-5_280917. Acesso em: 14 abr. 2023.

PETRY, C. F. Determinação de Elementos Traço em Amostras Ambientais por ICP OES. Dissertação de Mestrado em Química. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Blucher, 2009.
MUNIZ, J. M. Avaliação microbiológica, física e química da água de escolas públicas municipais de Uberaba –MG.Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro –Campus Uberaba. Uberaba, 2013. p.141.

SILVA, C. C. et al. Análises do perfil bacteriológico das águas do Ribeirão das Antas, no município de Cambuí (MG), como indicador de saúde e impacto ambiental. *Revista Agrogeoambiental*, n. 2, p. 61– 66, 2014.

SILVA, Cecília dos Santos et al. Problemas Gastrointestinais Associados Ao Consumo de Água Contaminada por Microrganismos. Xxi I Congresso Brasileiro de Nutrologia, [s.l.], p.1-33, set. 2018. Thieme Revinter Publicações Ltda. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1674951>.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos. Campinas: Ital, 1995.

TELLES, Dirceu D.'Alkmin. Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão. Editora Blucher, 2012.

TEIXEIRA, J. C. Vigilância da qualidade da água para consumo humano – utopia ou realidade? Estudo de caso: Juiz de Fora – MG. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, p. 1-4, 2005.

VALIATTI, T.B. et al. Análise microbiológica da água de bebedouros de uma instituição de ensino superior de Rondônia, Brasil. *Saúde (Santa Maria)*, v. 47, n. 1, 2021.

VON SPERLING, M. Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

VIEIRA, M.R. Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido. Agência Nacional das Águas–ANA-2015, 2019.

8.ANEXOS

Tabela 13:Valores de metais traço encontrados no Bloco 4K.

4k	1ª semana			2ª semana			3ª semana			4ª semana		
	1º	2º	3º									
Al	0,0087	0,1242	0,0986	0,0494	0,0759	0,0823	0,0494	0,0422	0,0498	0,0265	0,0728	0,0971
Ba	6,4386	0,0221	0,0134	0,0128	0,0110	0,0121	0,0128	0,0120	0,0119	0,0125	0,0119	0,0143
Cd	0,0085	0,0002	0,0003	0,0012	0,0009	0,0003	0,0012	0,0020	0,0000	0,0017	0,0003	-0,0001
Cr	-0,0006	0,0043	0,0072	0,0035	0,0027	0,0019	0,0035	0,0031	0,0033	0,0036	0,0037	0,0040
Cu	0,0000	0,0052	0,0021	0,0353	0,0471	0,0022	0,0353	0,0110	0,0030	0,0096	0,0032	0,0038
Fe	0,0005	0,0719	0,0377	0,0429	0,0501	0,0318	0,0429	0,0405	0,0403	0,0393	0,0326	0,0470
Mn	0,3854	0,0051	0,0022	0,0088	0,0069	0,0033	0,0088	0,0059	0,0087	0,0054	0,0026	0,0041
Na	0,0004	7,9119	6,2042	6,4450	6,9933	6,7603	6,4450	6,0598	8,8037	5,9571	6,6185	7,3853
Ni	0,0415	0,0171	0,0084	0,0085	0,0109	0,0041	0,0085	0,0056	0,0106	0,0047	0,0054	0,0084
Pb	-0,0002	-0,0056	-0,0072	-0,0061	-0,0094	-0,0033	-0,0061	-0,0069	-0,0105	-0,0061	-0,0056	-0,008
Zn	-0,0033	0,0725	0,0338	0,0480	0,1198	0,0289	0,0480	0,0415	0,0474	0,0415	0,0237	0,0238

4k	5ª semana			6ª semana			7ª semana			8ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,0716	0,0827	0,1161	0,0766	0,0407	0,1049	0,1321	0,0577	0,0655	0,1276	0,1038	0,0503
Ba	0,0144	0,0148	0,0153	0,029	0,0207	0,0341	0,0205	0,0121	0,0129	0,0184	0,0143	0,0149
Cd	0,0007	0,0001	0,0002	0,0004	0	0,0001	0,0003	0,0001	0,0004	0,0002	-0,0001	0,0018
Cr	0,0027	0,0031	0,0035	0,0027	0,0027	0,0033	0,0013	0,0017	0,0014	0,0017	0,001	0,0014
Cu	0,0424	0,0213	0,0246	0,0071	0,0127	0,0033	0,0053	0,006	0,0044	0,0049	0,0013	0,0112
Fe	0,0485	0,0532	0,0648	0,0252	0,0217	0,0441	0,0804	0,0367	0,043	0,0498	0,0389	0,0412
Mn	-0,0003	0,0006	0,0001	-0,0012	-0,0004	0,0006	-0,0004	0,0003	-0,0006	-0,0006	0,0005	0,0023
Mo	6,8986	5,2734	5,026	5,0819	12,152	7,0858	6,8117	5,2444	5,3549	6,7903	6,168	5,9807
Na	0,0064	0,0073	0,0071	0,0055	0,0107	0,0086	0,0043	0,0058	0,0049	0,0068	0,0058	0,0063
Ni	0,0259	0,057	0,0326	0,0855	0,0803	0,0273	0,09	0,0496	0,0361	0,0381	0,01	0,1039
Pb	-0,0009	-0,0042	-0,0021	0,0008	-0,0021	-0,0045	-0,0099	-0,0016	-0,0027	-0,0039	-0,0019	-0,006
Zn	0,0441	0,0573	0,0537	0,1087	0,0401	0,0138	0,0252	0,0156	0,0186	0,0223	0,0095	0,0427

4k	9ª semana			10ª semana			11ª semana			12ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,0476	0,0864	0,0555	0,0794	0,0485	0,0458	0,0853	0,1108	0,2469	0,1353	0,0411	0,2469
Ba	0,0121	0,018	0,0169	0,0162	0,0142	0,0165	0,0182	0,0216	0,019	0,0112	0,0115	0,019
Cd	0,0002	-0,0001	0,0015	0,0002	0,0002	0,0015	0,0002	-0,0001	0,0424	-0,0003	0	0,0424
Cr	0,002	0,0019	0,0003	0,0002	-0,0001	0,0004	0,0004	0,0003	0,0015	0,0017	0,0022	0,0015
Cu	0,0037	0,0035	0,0125	0,0025	0,0014	0,0117	0,0032	0,0038	0,1864	0,0018	0,0035	0,1864
Fe	0,0386	0,0383	0,0209	0,0232	0,0132	0,0206	0,0458	0,0483	0,0628	0,0249	0,018	0,0628
Mn	0,0084	0,003	0,0123	0,0042	0,0035	0,0127	0,005	0,0054	0,005	0,0014	0,0059	0,005
Na	9,3574	6,7005	7,7492	6,7387	5,9501	7,5681	10,591	7,182	9,3661	5,3047	5,4214	9,3661
Ni	0,0083	0,0064	0,0065	0,0077	0,0056	0,0064	0,0078	0,0061	0,0154	0,008	0,0065	0,0154

Pb	-0,0054	-0,0072	-0,0063	-0,0041	-0,0078	-0,0028	-	-0,0071	0,0029	-0,0013	-0,0065	0,0029
Zn	0,0752	0,0252	0,1003	0,0282	0,0187	0,0925	0,0194	0,0344	0,4802	0,0105	0,0242	0,4802

Tabela 14. Valores de metais traço encontrados no Bloco 8C.

8C	1ª semana			2ª semana			3ª semana			4ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,1491	0,0478	0,0782	0,0969	0,0806	0,0614	0,0655	0,0946	2,152	0,0804	0,1113	1,8654
Ba	0,0091	0,0122	0,0153	0,0107	0,0168	0,0119	0,0094	0,0159	0,0152	0,0115	0,0151	0,012
Cd	0,0001	0,0006	0,0056	0,0002	0,0047	0	0,0002	0,0003	0,0003	0	0,0007	0
Cr	0,0031	0,0003	0,0023	0,001	0,0012	0,0027	-0,0001	0,02	0,0187	0,0001	0,0186	0,0144
Cu	0,302	0,572	0,2867	0,0056	0,0063	0,0017	0,0062	0,004	0,0076	0,0034	0,0033	0,0053
Fe	0,0792	0,0184	0,0941	0,0549	0,0703	0,0406	0,0406	0,0917	0,1033	0,0859	0,087	0,0739
Mn	0,0124	0,0171	0,035	0,0083	0,035	0,0052	0,0048	0,0102	0,0065	0,0051	0,0097	0,0066
Na	5,7339	5,3148	6,0875	5,5895	6,36	5,4447	5,919	5,8497	6,2927	5,8947	5,3229	5,5612
Ni	0,013	0,0089	0,0271	0,0135	0,01	0,0087	0,0092	0,0119	0,019	0,0058	0,0074	0,0111
Pb	0,0032	-0,0073	-0,0074	-0,0051	-0,0073	-0,0045	-0,0001	-0,006	0,0068	-0,0003	-0,006	0,002
Zn	0,0891	0,0431	0,106	0,0365	0,0839	0,0298	0,0496	0,0577	0,1853	0,0507	0,0438	0,1657

8C	5ª semana			6ª semana			7ª semana			8ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,0972	0,1076	1,9064	0,1284	0,147	0,177	0,1052	0,165	0,1908	0,1318	0,2352	0,2353
Ba	0,0136	0,0127	0,013	0,0101	0,0057	0,0115	0,009	0,0117	0,0113	0,0144	0,0127	0,0134
Cd	0	0,0005	0	0,0002	0	0,0001	0,0003	0,0002	0	0,0001	0,0004	0,0004
Cr	0,0008	0,0203	0,0155	0,0169	0,0174	0,0194	-0,0002	0,0006	0,0006	0,0148	0	0,0002
Cu	0,011	0,0025	0,007	0,0051	0,0014	0,002	0,0018	0,0022	0,0039	0,0076	0,0051	0,0047
Fe	0,1603	0,0825	0,0826	0,072	0,323	0,2034	0,0926	0,161	0,1909	0,0863	0,2534	0,154
Mn	0,0055	0,0098	0,0058	0,0034	0,0083	0,0074	0,0043	0,0075	0,0098	0,0059	0,0164	0,0084
Na	6,8185	5,2306	5,753	5,8075	5,8903	6,1277	6,037	6,3862	6,2491	7,0269	6,7298	6,4673
Ni	0,0075	0,0076	0,0103	0,0103	0,0077	0,0432	0,0072	0,0077	0,009	0,0114	0,0055	0,0078
Pb	-0,0053	-0,0045	0,0018	-0,0012	-0,0046	-0,0069	-0,0061	-0,004	-0,004	-0,0009	-0,005	-0,0057
Zn	0,6663	0,0244	0,163	0,0289	0,0172	0,0141	0,0139	0,018	0,0208	0,0706	0,0306	0,0336

8C	9ª semana			10ª semana			11ª semana			12ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,1123	0,2092	0,1695	0,1744	0,2795	0,1972	0,0279	0,0155	0,0041	0,0274	0,3048	0,1493
Ba	0,0128	0,0123	0,0141	0,016	0,0129	0,0111	0,0156	0,018	0,0013	0,0332	0,0117	0,0119
Cd	0	0	0	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0	0,0002	-0,0001
Cr	-0,0023	-0,0019	-0,0026	-0,0021	-0,0017	-0,0039	-0,0033	-0,004	-0,007	-0,003	-0,003	-0,0021
Cu	0,0028	0,0025	0,0022	0,0037	0,0056	0,0027	0,0023	0,0025	0,001	0,0017	0,0032	0,0014
Fe	0,0781	0,1431	0,1217	0,077	0,1679	0,136	0,0168	0,0148	0,0077	0,006	0,1515	0,0573
Mn	0,0035	0,006	0,005	0,0038	0,0074	0,0059	0,0046	0,0051	0,001	0,0171	0,0071	0,0033
Na	7,2729	6,8948	6,8048	7,2073	7,4645	7,23	7,2674	6,5395	0,4735	8,5813	5,3614	5,637
Ni	0,0122	0,0117	0,0183	0,0107	0,0152	0,0133	0,0085	0,0074	-0,003	0,0274	0,0242	0,0078
Pb	-0,0056	-0,0045	-0,0088	-0,0052	-0,005	-0,0085	-0,0055	-0,009	-0,002	-0,0008	-0,005	-0,0106
Zn	0,0311	0,0336	0,0146	0,0106	0,0121	0,0146	0,0436	0,0124	0,0033	0,0224	0,0074	0,0056

Tabela 15: Valores de metais traço encontrados no Bloco 4L.

4L	1ª semana			2ª semana			3ª semana			4ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,1271	0,1209	0,0343	-0,0182	0,2098	0,2745	0,0119	0,2426	0,0651	0,3556	0,1009	0,0298
Ba	0,0272	0,0274	0,0194	0,0144	0,0202	0,0133	0,0281	0,0245	0,0237	0,0232	0,0268	0,02
Cd	0,0009	0,0001	0,0001	-0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	-0,0001
Cr	-0,0021	-0,0015	-0,0017	-0,0034	0,002	-0,0018	-0,003	0,0006	0,004	0,0057	0,0028	-0,0033
Cu	0,0072	0,0098	0,0019	0,0007	0,0156	0,0022	0,0055	0,0233	0,0017	0,0063	0,005	0,0028
Fe	0,1132	0,1187	0,0244	0,0041	0,2215	0,1708	0,0236	0,1033	0,0551	0,0757	0,0426	0,0148
Mn	0,0051	0,0051	0,0041	0,0028	0,0086	0,0084	0,0078	0,0054	0,0044	0,0092	0,0075	0,004
Na	3,3784	1,8	3,4543	2,0243	2,5717	5,5946	3,6233	11,318	2,7178	3,7724	3,669	3,993
Ni	0,03	0,0265	0,028	0,0271	0,0269	0,0086	0,0283	0,0298	0,0314	0,0284	0,0281	0,0268
Pb	-0,0029	-0,0025	-0,0054	-0,0052	-0,0028	-0,0082	-0,005	-0,0069	-0,006	-0,006	-0,0055	-0,0057
Zn	0,0191	0,0115	0,0259	0,0244	0,0506	0,0317	0,0468	0,0735	0,0387	0,0175	0,021	0,0386

4L	5ª semana			6ª semana			7ª semana			8ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,0575	0,4415	0,042	0,0411	0,0895	0,0563	0,192	0,0938	0,0702	0,0178	0,0447	0,1325
Ba	0,0197	0,0241	0,0167	0,0215	0,0217	0,0373	0,0203	0,0246	0,0304	0,0147	0,0245	0,0395
Cd	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	-0,0001	-0,0002
Cr	-0,0011	0,0021	0,001	-0,0011	-0,0013	0,0019	-3E-04	0,0024	-0,002	-0,001	-0,0002	0,0013
Cu	0,0077	0,0195	0,0016	0,0058	0,0083	0,0107	0,0086	0,0023	0,0074	0,0015	0,0077	0,0085
Fe	0,0293	0,3273	0,0316	0,0379	0,0591	0,0324	0,155	0,0417	0,0308	0,0164	0,0263	0,1037
Mn	0,0078	0,0147	0,0026	0,0093	0,0037	0,0032	0,0078	0,0039	0,0062	0,0032	0,0045	0,005
Na	3,7576	3,1756	3,0835	8,8687	3,5411	3,2848	2,9083	4,1112	3,3269	2,4596	2,7128	1,8735
Ni	0,0243	0,0227	0,0235	0,0177	0,0223	0,0294	0,0231	0,0251	0,0299	0,0251	0,0302	0,0241
Pb	-0,0078	-0,0037	-0,0075	-0,0027	-0,002	-0,004	-0,004	-0,0037	-0,004	-0,003	-0,008	-0,0051
Zn	0,0474	0,0316	0,0283	0,0919	0,036	0,0272	0,0227	0,0365	0,0177	0,0756	0,0819	0,0252

4L	9ª semana			10ª semana			11ª semana			12ª semana		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Al	0,0475	0,1132	0,0266	0,023	0,0786	0,0472	0,0349	0,0526	0,0405	0,0419	0,0263	0,0198
Ba	0,0278	0,0256	0,0236	0,0237	0,0266	0,0189	0,0283	0,0244	0,02	0,0254	0,0286	0,0172
Cd	0,0002	-0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0002	-0,0001	-1E-04	0,0001	0,0001	0,0002
Cr	0,001	0,0001	-0,0003	-0,0007	0	-0,0001	-0,001	-0,0008	-0,001	-0,001	-0,0016	-0,0016
Cu	0,0029	0,0359	0,0013	0,0044	0,0242	0,0012	0,0043	0,0226	0,0017	0,0221	0,005	0,0011
Fe	0,026	0,0764	0,0245	0,0184	0,073	0,0263	0,0183	0,0689	0,0173	0,0482	0,0124	0,013
Mn	0,0043	0,0043	0,0047	0,003	0,0043	0,0037	0,0031	0,0037	0,005	0,0029	0,0031	0,003
Na	1,3935	1,3534	4,9191	1,8319	1,5075	1,4384	1,1877	1,3468	1,5922	1,177	1,5357	1,2363
Ni	0,0324	0,0307	0,0352	0,029	0,0366	0,0311	0,0324	0,0303	0,0356	0,0301	0,0362	0,0318
Pb	-0,0073	-0,0032	-0,0049	-0,0056	-0,0036	-0,0034	-0,004	-0,0043	-0,004	-0,007	-0,0066	-0,0057
Zn	0,0182	0,045	0,0466	0,0272	0,0676	0,0359	0,0215	0,0756	0,0355	0,0374	0,0126	0,0311