

ÁGUA DE BEBER: UM OLHAR SOBRE A POSSIBILIDADE DO REUSO DA ÁGUA DE AR-CONDICIONADO PARA FINS POTÁVEIS

Carla Maria Abido Valentini¹
Sandra Maria de Lima²
Ricardo Augusto Moraes Zaque³
Fernanda Silveira Carvalho de Souza⁴
Priscila Machado Ferreira Albano⁵
Gian Pietro Benevento⁶

RESUMO: A situação de uma demanda de recursos hídricos que cresce em uma proporção alarmante no mundo, aliada ao desperdício e as contaminações dos corpos hídricos pela ação antrópica, faz com que cada dia mais se pense em soluções tecnológicas voltadas ao reuso de água. O objetivo desse trabalho foi o de verificar a quantidade e a qualidade físico-química e microbiológica da água condensada de um aparelho de ar-condicionado split de potência 24.000 BTU's no município de Cuiabá-MT, para averiguar a possibilidade de seu uso futuro para o consumo humano. Por meio de um aparato construído com materiais acessíveis, fez-se a coleta da água em garrafão graduado de 20 L. As análises das amostras de água *in natura* e com tratamentos preliminares de filtração e cloração foram realizadas em 4 etapas, nos anos de 2014, 2016 e 2018, seguindo os métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater e observando-se a PCR MS 05/17, Anexo XX. A vazão média produzida foi de 1,72 litros de água condensada por hora. As amostras analisadas revelaram o padrão de qualidade do ar atmosférico do local e do entorno, visto que a água condensada do ar condicionado traz consigo o material particulado contendo as substâncias provenientes principalmente da agropecuária e das queimadas. A água oriunda da condensação dos condicionadores de ar tem potencial para ser usada como alternativa para consumo humano, desde que se observe os mesmos cuidados e tratamentos dedicados as águas superficiais e subterrâneas.

Palavras-chave: reuso de água; qualidade da água; contaminantes da água; contaminantes do ar atmosférico; padrão de potabilidade da água.

DRINKING WATER: A LOOK AT THE POSSIBILITY OF AIR CONDITIONING WATER REUSE FOR POTENTIAL PURPOSES

ABSTRACT: The situation of growing demand for water resources at an alarming rate in the world, coupled with waste and contamination of water bodies by anthropic action, is increasingly turning to technological solutions for water reuse. The objective of this paper was to verify the quantity and the physicochemical and microbiological quality of the condensed water of a 24,000 BTU split air conditioner in the city of Cuiabá-MT, to verify the possibility of its future use for the human consumption. Through an apparatus built with accessible materials, water was collected in a 20 L graduated carboy. The analysis of fresh water samples and preliminary filtration and chlorination treatments were performed in 4 steps in 2014, 2016 and 2018, following the methods established by the Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater and observing PCR MS 05/17, Annex XX. The average flow rate produced was 1.72 liters of condensed water per hour. The analyzed samples revealed the standard of the place and the surrounding area atmospheric air quality, since the condensed water of the air conditioner brings with it the particulate material containing the substances mainly from agriculture and burnings. Water from the condensation of air conditioners has the potential to be used as an alternative for human consumption, provided that the same care and treatment is given to surface and groundwater.

Key-word: water reuse; water quality; water contaminants; atmospheric air contaminants; water potability standard.

¹Química. Profa. Dra do IFMT- campus Cuiabá-Bela Vista. carla.valentini@blv.ifmt.edu.br

²Eng. Sanitarista e civil. Profa. Dra. do IFMT – campus Várzea Grande. sandra.lima@vgd.ifmt.edu.br

³Eng. Sanitarista e Ambiental do IFMT- reitoria. ricardo.zaque@ifmt.edu.br

⁴Bióloga, Profa. MsC do IFMT- campus Cuiabá-Bela Vista. fernanda.carvalho@blv.ifmt.edu.br

⁵Tecnóloga em Gestão Ambiental. pricuti@hotmail.com

⁶Eng. Sanitarista e Ambiental. gian@controlmt.com.br

INTRODUÇÃO

Cerca de um terço da população mundial vive em países que enfrentam crises hídricas, e uma em cada seis pessoas não tem acesso à água potável no nosso Planeta. A falta de água limpa é a causa de milhares de mortes no mundo, em especial de crianças, tanto que o Jornal britânico *The Economist* elevou a água à categoria de “Petróleo do século XXI” (LEONARD, 2011).

O risco da escassez de água potável, vivida há anos pelo semi-árido do Brasil, e que parecia uma previsão futurista para muitas regiões do País, assolou também muitos locais pela falta de planejamento da gestão hídrica, contaminações diversas, mudanças climáticas e agora é assunto diário, motivando uma corrida contra o tempo em busca de soluções tecnológicas eficazes que atendam à demanda de usos múltiplos dos recursos hídricos, previsto no Plano Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997), sem que haja conflitos socioambientais.

Mas, o debate da sociedade moderna sobre a necessidade de água potável tem transcendido o problema do acesso e da disponibilidade, e questionado a própria eficácia do tratamento convencional (clarificação, filtração e desinfecção). A oferta cada vez maior de produtos, sejam eles de limpeza, higiene, alimentícios, cosméticos, fármacos, pesticidas, etc., além dos acidentes e lançamentos criminosos de fontes difusas, faz com que a matéria orgânica a ser depurada, talvez, não seja hoje o maior problema em uma ETA (Estação de Tratamento de Água), quando se pensa em tratamento de água para abastecimento público. Somado a esses problemas há a obsolescência da rede de distribuição e uma manutenção deficiente, entre outros (BRASIL, 2006).

Nunes (2009) abordou uma preocupação da América do Norte, que apesar de possuir a maior cobertura de abastecimento de água do mundo, faz com que mais de 40 milhões de americanos consumam água com resíduos de produtos farmacêuticos, fato este que também vem sendo documentado no Brasil (UEDA et al., 2009; LIMA et al., 2017; VETORELLO et al., 2017). Além disso, é importante observar que a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, de 28 de setembro de 2017- Anexo XX (BRASIL, 2017), que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, não contempla toda a gama de fármacos e desreguladores endócrinos, que a todo o momento é sintetizada (LIMA et al., 2017). Isso nos faz questionar sobre a qualidade da água tratada que chega a nossas casas.

Maia (2019) corrobora com essa preocupação ao relatar o estudo realizado por dez anos pela UNICAMP, que encontrou 58 substâncias entre fármacos, hormônios, herbicidas e até cocaína presentes em rios, esgotos e água potável que chega às torneiras das casas da Região Metropolitana de Campinas, e que em longo prazo podem causar de infertilidade a câncer. Dados de 2019 do Ministério da Saúde reforçam que o problema é nacional, visto que apontaram a presença de um coquetel que mistura diferentes agrotóxicos na água de uma em cada quatro cidades do Brasil, dos 1.396 municípios monitorados entre 2014 e 2017 (ARANHA e ROCHA, 2019).

Esse novo desafio para a gestão dos recursos hídricos eleva os custos do monitoramento

e do tratamento de água para o abastecimento público e muitas vezes sem atingir a eficácia necessária, uma vez que a remoção destes componentes, especialmente dos micropoluentes, cujos valores são muito abaixo dos valores convencionais dos macropoluentes. Ademais, em estações de tratamento o comportamento dessas substâncias é afetado devido a suas propriedades químicas e físicas (VETORELLO et al., 2017).

Observando os baixos níveis de reservas hídricas e a qualidade das águas ofertadas para o consumo da população é imprescindível se pensar em outras fontes que possam oferecer a possibilidade de se obter água potável. Portanto, o olhar desse trabalho foi para os condicionadores de ar, popularmente conhecidos como ar-condicionados. A água retirada dos aparelhos de ar-condicionado é derivada da umidade do ar condensado pelo mesmo quando este resfria o ar do ambiente interno.

No Brasil a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos CNRH nº 54/2005 define reuso da água como a utilização de água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas. Neste processo pode haver ou não um tratamento da água, dependendo da finalidade para a qual vai ser reutilizada, no entanto, não há nenhuma especificidade sobre reuso de água proveniente de condicionadores de ar.

Dessa forma, apesar da água oriunda dos condicionadores de ar, ainda não ser amparada legalmente, e na literatura o reuso dessas em alguns trabalhos ser apontadas para funções não potáveis (SOUSA et al., 2016; BARBOSA e COELHO, 2017; CALDAS e CAMBOIM, 2017) e até contraindicada para o consumo humano (LEAHEY, 2016), com um olhar mais cuidadoso, será possível pensar em formas de se tratar essa água como alternativa de água potável para um futuro próximo, sem infringir a legislação.

Destarte, o objetivo desse trabalho foi avaliar a água condensada de um aparelho de ar-condicionado de uma sala de aula do Instituto Federal de Mato Grosso-IFMT, para averiguar a possibilidade de seu uso no futuro como uma alternativa de fonte de água de reuso para consumo humano.

MATERIAL E MÉTODOS

Sistema estudado e características do local de estudo

O condicionador de ar utilizado nesse estudo foi um aparelho Split de potência 24.000 BTU's (*British Thermal Units* - Unidade Térmica Britânica), da marca York, instalado em uma sala de aula de 47 m² do Instituto Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá - Bela Vista (15°34'45,02''S e 56°03'45,78''O, altitude 207m), no município de Cuiabá-MT.

A área desse campus do IFMT (Figura 1) está inserida no Parque Estadual Massairo Okamura e dessa forma, mesmo em plena expansão, a Instituição tem o compromisso de zelar pelo bosque do local, que já foi revegetado com espécies do Cerrado há mais de 20 anos (MORAIS et al., 2014).

Cuiabá fica geograficamente cercada por 13 municípios, compondo a Baixada Cuiabana, cujo território está localizado nos biomas Pantanal e Cerrado. São eles: Acorizal, Barão de Melgaço, Campo Verde, Chapada dos Guimarães, Jangada, Nobres, Nossa Senhora do Livramento, Nova Brasilândia, Planalto da Serra, Poconé, Rosário Oeste, Santo Antônio do Leverger e Várzea Grande (SOUZA e AMARAL, 2015).



Figura 1. Localização da sala onde está instalado o ar condicionado em estudo no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, no município de Cuiabá. Fonte: Google Maps modificada por Queiroz, H. S.(2019).

O clima de Cuiabá é Aw (classificação de Köppen), tipo tropical continental, quente e semiúmido, com duas estações definidas pela distribuição das chuvas: estação chuvosa

(primavera-verão) e estação seca (outono-inverno), com índice pluviométrico anual que varia de 1250 a 1500mm. A média anual da umidade relativa do ar é de 69,9%, com temperatura média anual de 26,8°C, média das máximas de 42°C e médias das mínimas de 15°C (MAITELLI, 2005; FRANCO et al., 2013).

Vazão da água drenada do ar-condicionado

Para se quantificar a vazão drenada de água do ar-condicionado em estudo foi montado um aparato (Figura 2) composto por: recipiente graduado para o qual foi usado um garrafão de água mineral retornável de polipropileno de 20L ; mangueira cristal 3/4" de 60cm de comprimento; abraçadeira de 3/4" x 1/2"; Luva soldável 50mm, bucha de redução soldável 60mmx32mm que foi conectada ao tubo de drenagem do aparelho de ar condicionado permitindo a coleta e armazenamento da água. O garrafão de água usado para a coleta de água no aparato foi graduado no Laboratório de Águas do IFMT-campus Bela Vista, por meio de calibração com uso de uma proveta de capacidade de 500 mililitros. As marcas da graduação foram feitas com tinta esmalte.



Figura 2. Aparato de coleta de água do ar condicionado em estudo no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista.
Fonte: Autores.

As campanhas de coleta de vazão foram realizadas nos dias 13, 18, 19, 21 e 22 de agosto de 2014 nos períodos matutino e vespertino.

Para essa etapa foram observados o tempo de utilização do aparelho e a umidade relativa do ar, com o intuito de verificar a influência desses parâmetros na vazão de água drenada.

Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

1ª Etapa

As amostras de água *in natura* para realização das análises físico-químicas e microbiológicas, atendendo parte dos ensaios previstos na PCR (MS), nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, foram coletadas por meio do aparato preparado para a coleta de vazão (Figura 2). Alguns parâmetros físico-químicos, embora não apresentem seus padrões legislados por essa portaria, foram alvo de análises, como: temperaturas do ar e da água, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) potássio (K^+), ortofostato (PO_4^{3-}), resíduo total, sílica total, sólidos suspensos totais, oxigênio dissolvido (OD).

As análises físico-químicas e microbiológicas foram cometidas pela empresa Control – Laboratório de Análise de Água e Projetos Ambientais (<http://controlmt.com.br/>), que seguiu os métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 22ª Edição de 2012 (SMEWW) e o limite de confiança de 95%.

2ª etapa:

A partir dos resultados da primeira etapa, vislumbrando-se a possibilidade de se utilizar a água para fins potáveis, em fevereiro e março de 2016, foram realizados novos testes com processos que permitissem uma melhor segurança para o seu consumo e que fossem acessíveis à população, como a filtração com filtro de barro e a cloração com água sanitária.

Filtração:

Para a filtração utilizou-se o filtro de barro doméstico tradicional da marca São Francisco com uma vela cerâmica e capacidade para 5 litros. Os filtros de barro ou cerâmica são constituídos por um reservatório cilíndrico superior, onde é instalado o elemento filtrante e um reservatório cilíndrico inferior, onde fica armazenada a água filtrada. O elemento filtrante, conhecido popularmente como “vela do filtro”, segue a NBR 16098 (ABNT, 2012) que trata dos equipamentos para melhoria da qualidade da água para consumo humano. Pode ser fabricado em vários materiais, desde cerâmicas até polímeros de alta tecnologia.

Cloração:

O cloro e seus derivados têm como objetivo a desinfecção, ou seja, agir sobre os microrganismos, que porventura estejam na água, tornando-os inativos, incapazes de se reproduzir, e, portanto, de transmitir enfermidades (LIBÂNIO, 2010). Foram realizados testes preliminares com algumas marcas comerciais de soluções aquosas de hipoclorito de sódio, conhecidas popularmente como água sanitária, testando-se o teor de cloro com o Clorímetro Multiparâmetro Micro7 Plus da Akso. A partir dessas análises optou-se por trabalhar apenas com uma marca comercial para efetuar a cloração de forma a padronizar as amostras. Foram utilizadas duas gotas de água sanitária comercial para cada litro de água, deixando-a posteriormente em repouso por 30 minutos, de acordo com a recomendação do Ministério da Saúde (BRASIL, 2014).

Conforme a Portaria de Consolidação MS 05/17, Anexo XX, a concentração de cloro ativo deve estar entre 0,5 e 2 mg/L, com um número não menor que 0,2 mg/L para ser considerada clorada.

A seguir são descritos os testes realizados:

1. Análise da água *in natura* - IN
2. Análise da água filtrada - AF
3. Análise da água clorada - AC
4. Análise da água filtrada e clorada - AFC
5. Análise da água Clorada e Filtrada - ACF.

Vale ressaltar, que segundo recomendações do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), o teste 4 seria o mais eficaz no tratamento da água para consumo humano.

Foram realizadas duas coletas da água *in natura* da drenagem do aparelho de ar condicionado, uma no dia 29 de fevereiro e outra no dia 28 de março de 2016, utilizando-se do mesmo aparato de coleta de água da 1ª etapa (Figura 1). Com parte dessa água coletada fez-se os testes preliminares de 2 a 4, descritos anteriormente, e em seguida essas amostras foram cometidas a empresa Control – Laboratório de Análise de Água e Projetos Ambientais (<http://controlmt.com.br/>), para as análises físico-químicas e microbiológicas atendendo parte dos ensaios da PCR MS 05/17, Anexo XX.

Nessa 2ª etapa também foram realizados alguns ensaios físico-químicos, que embora não apresentem seus padrões legislados por essa portaria: pH, alcalinidades (bicarbonato, carbonato e hidróxido), condutividade elétrica, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) potássio (K^+), ortofosfato (PO_4^{3-}), cloretos (Cl^-), resíduo total, sílica solúvel, sólidos totais, sólidos suspensos totais e oxigênio dissolvido (OD).

As análises seguiram os métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 22ª Edição de 2012 (SMEWW) EPA e ABNT (quando aplicável) e o limite de confiança de 95%.

3ª etapa:

Como os resultados da 2ª etapa corroboraram com os da 1ª etapa em relação à possibilidade de reuso da água de ar condicionado para o consumo humano, empreendeu-se em uma visão mais ampla de parâmetros ainda não analisados. Dessa forma, em julho de 2016, fez-se a coleta da água *in natura* do mesmo ar condicionado, usando os mesmos materiais das coletas anteriores (Figura 1) e com essa foi realizada uma análise completa com todos os parâmetros da PCR MS 05/17, Anexo XX, pela empresa Freitag Laboratórios (<http://www.flabs.com.br>). As análises seguiram os métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 22ª Edição de 2012 (SMEWW) e o limite de confiança de 95%.

4ª etapa:

Ainda perseguindo algumas dúvidas sobre os resultados de alguns parâmetros da 3ª etapa, realizada em julho de 2016, realizou-se em março de 2018, uma nova coleta da água *in natura* do ar condicionado para análise apenas dos parâmetros que estavam em desacordo com limites previstos na PCR MS 05/17, Anexo XX. As análises foram realizadas pela empresa Control – Laboratório de Análise de Água e Projetos Ambientais (<http://controlmt.com.br/>), que seguiram os métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 22ª Edição de 2012 (SMEWW) e o limite de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vazão da água drenada do ar-condicionado

No Quadro 1 são apresentadas as vazões quantificadas da água do ar-condicionado estudado. Como pode-se observar não houve coleta de água nos períodos em que não houve aula na sala escolhida para essa pesquisa.

Quadro 1. Dados de vazão de água drenada do ar-condicionado em estudo no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista em agosto de 2014, Cuiabá-MT.

| Data/Hora | Volume coletado (L) | Vazão (L/h) | Data /Hora | Volume coletado (L) | Vazão (L/h) |
|------------------------|---------------------|-------------|----------------------|---------------------|-------------|
| 13/08 08:00 – 11:00 | 6,5 | 2,2 | 13/08 12:45–17:30 | 9,2 | 1,9 |
| 18/08 | *** | *** | 18/08 12:45–17:30 | 6,2 | 1,3 |
| 19/08 09:00 – 11:00 | 4,5 | 2,2 | 19/08 12:45–17:30 | 7,0 | 1,5 |
| 20/08 09:00 – 12:04 | 5,5 | 1,8 | 20/08 12:45–17:30 | 7,5 | 1,6 |
| 21/08 | *** | *** | 21/08 12:45–17:30 | 7,0 | 1,4 |
| 22/08 08:15 – 11:00 | 4,5 | 1,6 | 22/08 12:45–17:30 | *** | *** |

(***) não coletado, período sem aula.

Os resultados da vazão da água do ar-condicionado apresentaram uma variação máxima de 2,2 L/h e mínima de 1,3 L/h, resultando uma média de vazão de 1,72 litros por hora.

Considerando que esta sala de aula, em que foi coletada a água do aparelho de ar condicionado, funcione 12 horas por dia, pois os períodos de aulas compreendem aos períodos matutino, vespertino e noturno, seriam gerados em torno de 20,6 litros de água por dia.

Projetando-se esse resultado de vazão em uma semana, de segunda a sexta-feira, dias de aulas, seriam gerados 103,2 litros de água, e em um mês em torno de 2.064 litros de água. Isso, em uma única sala de aula.

Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

A partir do Decreto nº 79.367/1977 que atribuiu ao Ministério da Saúde a competência sobre a qualidade de água para consumo humano no território nacional, foram promulgadas a Portarias BSB nº 56/1977, a Portaria GM nº 2 36/1990, a Portaria MS nº 1469/2000, a Portaria MS nº 518/2004, a Portaria MS nº 2.914/2011, e a atual PCR MS nº 05/2017, Anexo XX.

Alguns parâmetros que não estão previstos pela PCR MS 05/17, Anexo XX, como, alcalinidade, condutividade elétrica, potássio e cálcio foram correlacionados com os parâmetros analisados, visando perceber as possíveis relações existentes entre eles.

Para uma melhor discussão serão apresentados os resultados em etapas de trabalho conforme descritos na metodologia. Em todas essas etapas é interessante perceber que a análise de água do ar condicionado nos diz muito dos contaminantes do ar atmosférico do local em que está instalado, visto que para o seu funcionamento ele usa a umidade do ar. Desta forma, a água condensada pelo aparelho além de trazer consigo as substâncias com as quais tem afinidade química e arrasta durante a sua passagem, também traz substâncias que estavam presentes na forma de vapor e se transformaram em água líquida. Além disso, a própria poeira do ar e a umidade que se instala na evaporadora contribuem para reter essas substâncias.

1ª etapa

Na Tabela 1 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas no ano de 2014 para o padrão organoléptico de potabilidade.

Tabela 1. Tabela de padrão organoléptico de potabilidade da amostra de água *in natura* do ar condicionado do IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado | | | |
|-----------------|--------------------|--------------------------|---|----------|----------|----------|
| | | | 05/09/14 | 02/10/14 | 11/11/14 | 02/12/14 |
| Alumínio | mg.L ⁻¹ | 0,2 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 |
| Cloreto | mg.L ⁻¹ | 250 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| Cor | Pt.L ⁻¹ | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dureza total | mg.L ⁻¹ | 500 | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Ferro total | mg.L ⁻¹ | 0,3 | 0,19 | 0,33 | 0,04 | 0,04 |
| Manganês | mg.L ⁻¹ | 0,1 | 0,09 | < 0,001 | 0,003 | 0,003 |

| | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----|---------|---------|---------|---------|
| Nitrogênio amoniacal | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 2,97 | 0,77 | 0,28 | 0,45 |
| Sódio | mg.L ⁻¹ | 200 | 0,6 | 0,2 | 0,22 | 0,38 |
| Sulfato | mg.L ⁻¹ | 250 | 2,74 | 1,58 | 1,58 | 1,6 |
| Turbidez | UNT | 5 | 3,27 | 2,14 | 1,39 | 1,16 |
| Zinco | mg.L ⁻¹ | 5 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |

***VMP: Valor máximo permitido.**

Como há uma limitada entrada de ar externo em um local climatizado artificialmente, a concentração de poluentes químicos aumenta, como o monóxido e o dióxido de carbono, amônia, dióxido de enxofre e formaldeído, provenientes de materiais de construção, como produtos para forração, além do próprio mobiliário, que liberam especialmente compostos orgânicos voláteis presentes em sua composição, somados aos materiais de limpeza, e as substâncias liberadas pelo próprio metabolismo humano (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999; MESQUITA e ARAUJO, 2006).

De acordo com Fernandes (2017), o material particulado (PM) presente no ar atmosférico é uma mistura heterogênea e complexa constituída por partículas sólidas e líquidas capaz de transportar centenas de compostos químicos, tendo como principais componentes sulfatos, nitratos, amônia, cloreto de sódio, carvão, minerais em pó e água que se encontram suspensos na atmosfera. O material particulado está representado pelos materiais totais em suspensão (PTS), partículas com diâmetro igual ou superior 100 µm e materiais com diâmetros iguais ou inferiores a 10 µm e 2,5 µm (PM10 e PM2,5). Almeida (1999) fez uma distinção entre as frações fina e grossa do material particulado em relação a sua composição química, afirmando que, em geral, a fração grosseira é alcalina e a fração fina é ácida. Retrato também que a fração grosseira é muito diversificada, mas que predominam as partículas de origem mineral, como a sílica, o alumínio, o potássio, o ferro e o cálcio. Já na fração fina há compostos de chumbo, compostos orgânicos condensados, além de traços metálicos como de chumbo, mercúrio, cádmio, vanádio e cromo. Como esse material particulado pode ser retido na parte da evaporadora do ar-condicionado, é possível encontrar essas substâncias na água que foi condensada e coletada.

Um parâmetro que foi encontrado em uma quantidade acima do que preconiza a PCR MS nº 05/2017, na primeira coleta em setembro de 2014 foi o nitrogênio amoniacal. As fontes de emissão de amônia, que é o principal gás alcalino na atmosfera são associadas à criação de gado pela volatilização das fezes dos animais, aplicação de fertilizantes na agricultura, tratamento de esgoto, emissões de excrementos humanos, queima de biomassa, incluindo incêndios florestais e combustão de combustíveis fósseis. A amônia na atmosfera neutraliza os compostos ácidos e nesse processo de neutralização são transformados em sais de amônio, que formam parte do material particulado fino que tem um tempo maior de residência na atmosfera, quando comparado com a espécie gasosa e são um dos principais mecanismos de transporte desses materiais a longas distâncias (FELIX e CARDOSO, 2004; ZHAN, 2009; BEHERA e SHARMA, 2012; BEHERA et al., 2013). Pinder et al. (2008), destacaram a diferença de permanência da amônia na atmosfera, que se em fase gasosa tem um ciclo de um dia, passa a 7 a 10 dias quando em aerossóis de material particulado, o que pode justificar o fato da amostra

do dia 05/09/14 estar acima dos limites da legislação. Vale ressaltar que o mês de setembro é uma época de seca no local, em que acontecem muitos incêndios florestais na região.

Estudos na Baixada Cuiabana apontaram que os níveis de poluentes têm atingido índices críticos durante o período de seca, que na região compreendem os meses entre junho e outubro, com a detecção da presença de metais pesados. Nesses meses de queimadas de biomassa vegetal no estado de Mato Grosso, sejam elas acidentais ou propositais, os municípios ficam cobertos de fumaças e há uma enorme perda de nutrientes, sendo que uma boa parte do nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, entram em suspensão no ar sob a forma de micropartículas de cinza, constituindo a parte visível da fumaça (MARQUES, 2006; MARQUES, 2011; SANTIAGO, 2013).

Outro parâmetro, que apesar de abaixo dos limites preconizados pela legislação, teve um valor maior em setembro do que nos meses seguintes, foi o sulfato, justificável pelo mesmo motivo, as queimadas. Os compostos de enxofre entram na atmosfera em grande parte através da atividade humana, principalmente na forma de dióxido de enxofre proveniente tanto de fontes antropogênicas, como a queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa e as atividades industriais. O $\text{SO}_2(\text{g})$ pode reagir com vários oxidantes presentes na atmosfera e formar sulfato particulado, na forma de gotas de H_2SO_4 ou na forma de partículas neutralizadas tais como sulfato de amônio (CARDOSO e PITOMBO, 1992; MARTINS e ANDRADE, 2002).

O ferro foi encontrado um pouco acima do Valor Máximo Permitido PCR MS nº 05/2017 na amostra de outubro de 2014. Além de ser encontrado no material particulado é importante frisar que no ar-condicionado o material que suporta os tubos de cobre é o ferro galvanizado que pode ter sofrido algum processo de oxidação propiciada pela concentração de oxigênio dissolvido (OD) que foi a maior entre as quatro amostras analisadas (Tabela 3). Fiorucci e Benedetti Filho (2005) reiteram que, apesar do oxigênio dissolvido (OD) ser desejável nos sistemas aquáticos naturais, a recomendação em águas tratadas é que seus valores sejam menores do que 2,5 mg/L devido a sua alta capacidade de corrosão de tubulações de ferro e aço que favorecem a corrosão.

Na Tabela 2 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas no ano de 2014 para as substâncias químicas que representam risco à saúde.

Tabela 2. Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde da amostra de água *in natura* do ar condicionado do IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR | Resultados da análise da água do ar condicionado | | | |
|-----------|--------------------|---------------|--|----------|----------|----------|
| | | MS nº 05/2017 | 05/09/14 | 02/10/14 | 11/11/14 | 02/12/14 |
| Chumbo | mg.L ⁻¹ | 0,5 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Cobre | mg.L ⁻¹ | 2 | 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Fluoreto | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| Mercúrio | mg.L ⁻¹ | 0,001 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |

| | | | | | | |
|---------|--------------------|----|------|------|------|------|
| Nitrato | mg.L ⁻¹ | 10 | 0,49 | 0,3 | 0,07 | 0,14 |
| Nitrito | mg.L ⁻¹ | 1 | 0,58 | 0,55 | 0,23 | 0,4 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Alguns componentes como potássio e nitrato podem ser encontrados nas duas frações de material particulado, mas com origens ou mecanismos diferentes. O Potássio, por exemplo, na fração grossa vem do solo e nas partículas finas são provenientes da queima de madeira ou cozimento de carnes. Já o Nitrato em partículas finas vem, preliminarmente, da reação de ácido nítrico e amônia na fase de gás, formando partículas de nitrato de amônia. Nitrato na fração grossa deriva da reação do ácido nítrico na fase de gás com partículas grossas preexistentes (SANTIAGO, 2013). A quantidade de potássio encontrada na amostra de setembro de 2014, assim como de nitrato consolidam o fato das queimadas características nessa época do ano.

Sobre o valor encontrado do mercúrio, não foi possível afirmar se o valor encontrado está dentro do permitido pela legislação PCR MS nº 05/2017, visto que o limite para detecção do método (LD) usado para análise foi de 0,01.

Na Tabela 3 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas no ano de 2014 para parâmetros complementares.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos complementares da amostra de água *in natura* do ar condicionado do IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR | Resultados da análise da água do ar condicionado | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|--|----------|----------|----------|
| | | MS nº 05/2017 | 05/09/14 | 02/10/14 | 11/11/14 | 02/12/14 |
| Temperatura do ar | °C | --- | 28 | 32 | 28 | 28 |
| Temperatura da água | °C | --- | 22 | 25 | 25 | 26 |
| pH | --- | 6,0 a 9,5 | 6,7 | 6,9 | 7,4 | 6,9 |
| Condutividade | µS.cm ⁻¹ | --- | 26,88 | 25 | 18,28 | 24,7 |
| Alcalinidade | mg.L ⁻¹ | --- | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Cálcio | mg.L ⁻¹ | --- | 8 | 6 | 6 | 4 |
| Magnésio | mg.L ⁻¹ | --- | 1,48 | 2,43 | 2,43 | 5,83 |
| Ortofosfato | mg.L ⁻¹ | --- | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 |
| Potássio | mg.L ⁻¹ | --- | 0,04 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Resíduo total | mg.L ⁻¹ | --- | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Sílica solúvel | mg.L ⁻¹ | --- | 0,69 | 0,45 | 0,10 | 0,5 |

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|-----|------|------|-----|-----|
| Sólidos suspensos totais | mg.L ⁻¹ | --- | 15 | 1 | 2 | 14 |
| Oxigênio dissolvido | mg.L ⁻¹ | --- | 1,08 | 4,04 | 3,7 | 4,0 |

*VMP: Valor máximo permitido.

É possível observar que, o fato de que a amostra do mês de setembro ter apresentado uma maior quantidade de sílica, corroborou com as afirmações de uma maior quantidade de material particulado nessa época na região. Ainda ratifica essa asserção uma maior quantidade de sólidos suspensos totais, maior turbidez e maior valor de condutividade do que as amostras de outubro, novembro e dezembro de 2014, quando já havia começado o período de chuvas na região.

O valor de OD foi menor na amostra de setembro de 2014, o que pode ser explicado pelo fato desse mês ter apresentado uma maior concentração de sais dissolvidos na água que diminuem a solubilidade do oxigênio, assim como de maior teor de nitrogênio que também consomem o OD. Outro fator que pode ter causado sua diminuição é a oxidação com o ferro e o manganês (FIORUCCI e BENEDETTI FILHO, 2005).

Na Tabela 4 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas no ano de 2014 para o padrão microbiológico da água para consumo humano

Tabela 4. Padrão microbiológico da água para consumo humano da amostra de água *in natura* do ar condicionado do IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR | Resultados da análise da água do ar condicionado | | | |
|-------------------------------|-----------|------------------|--|----------|----------|----------|
| | | MS n° 05/2017 | 05/09/14 | 02/10/14 | 11/11/14 | 02/12/14 |
| Coliformes totais | UFC/100mL | Ausentes | 17 | 196 | 134 | Ausentes |
| <i>Escherichia coli</i> | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| <i>Legionella pneumophila</i> | UFC/CL | --- | < 1 | NR | NR | NR |

- NR: não realizado; VMP: Valor máximo permitido.

Uma possível explicação para o fato de se encontrar coliformes totais na água do ar condicionado das amostras de setembro, outubro e novembro pode ser os microrganismos trazidos com as pessoas na boca, na pele e nas mãos, para o ambiente interno (MOSCATO, 2000). Devido a precariedade do sistema de esgoto sanitário brasileiro, o que não é diferente em Cuiabá que está entre as cinco piores capitais em saneamento básico (ABES, 2019), bactérias gram-negativas são despejadas diariamente em córregos abertos e nas próprias ruas dos bairros e do entorno. Isso permite que esses antígenos bacterianos sejam carregados para o interior dos ambientes nas solas de sapatos, corroborando com a formação de bioaerossóis que constituem a microbiota dispersa no ar. Esses microrganismos utilizam-se de partículas de

matéria como escamas da pele humana e pelos para se multiplicar (DANTAS, 1998; RIZZO et al., 1999). Porém, um fato que não deve ser descartado é a contaminação no momento da coleta.

Apesar da *Legionella pneumophila* não estar contemplada nos parâmetros da PCR MS nº 05/2017, foi realizado um teste para a esse tipo de bactéria na primeira amostra coletada, visto que, se presente em sistemas de ar condicionado, representam um problema de Saúde Pública, pois podem ser inaladas juntas com os bioaerossóis originários desses sistemas provocando uma doença do trato respiratório conhecida como legionelose ou doença do legionário. Esse tipo de patógeno é mais característico em sistemas de ar condicionado que não recebem limpeza adequada e periódica e em aparelhos instalados em hospitais (ETTO e RAZZOLINI, 2011).

2ª etapa

Na Tabela 5 e 6 são apresentados, respectivamente, os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* e com os tratamentos prescritos coletadas nos dias 29/02/16 e 28/03/16 para o padrão organoléptico de potabilidade.

A Filtração tem como objetivo remover partículas presentes na água responsáveis pela cor e turbidez e que podem comprometer a desinfecção com cloro (LIBÂNIO, 2010). Como a vela cerâmica usada no filtro de barro era nova, e, lembrando que a essência da cerâmica e do barro é a argila, houve aumento dos valores de dureza, sódio, sólidos dissolvidos e consequentemente a cor da água, sílica, condutividade, etc. As argilas contêm sílica e óxidos de metais como o ferro, magnésio, cálcio, sódio, potássio e alumínio e na superfície dessas há uma reação de troca iônica, que é geralmente rápida, em que íons hidrônio substituem outros íons como sódio, cálcio, magnésio e alumínio, etc., que passam para a solução (CHAGAS, 1996).

Também se constatou que esses valores diminuíram da amostra do dia 29/02/16 para a amostra do dia 28/03/16, visto que foram realizadas sucessivas filtrações no mesmo filtro de barro com a mesma vela entre as duas coletas, o que propiciou uma diminuição dos íons alcalinos que ficam retidos na superfície da argila. Isso mostrou que é importante que se faça algumas “lavagens” no filtro quando se troca a vela cerâmica antes de usá-la na água que será consumida.

Quando existe na água compostos amoniacais, com a adição de cloro são formados compostos clorados ativos, denominados cloraminas. Esses são chamados de cloro residual combinado, que são menos ativos do que o cloro livre como desinfetante (ROSSIN, 1987; RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

Tabela 5. Tabela de padrão organoléptico de potabilidade das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista, no dia 29/02/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 29/02/2016 | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------|--|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| Cor aparente | Pt.L ⁻¹ | 15 | 3,56 | 1,33 | 6,50 | <0,63 | 4,49 |
| Dureza total | mg.L ⁻¹ | 500 | 26,7 | 33,3 | 100 | 53 | 80 |
| Ferro total | mg.L ⁻¹ | 0,3 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Manganês | mg.L ⁻¹ | 0,1 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,003 | 0,003 |
| Nitrogênio amoniacal | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 0,07 | 0,05 | 0,12 | 0,11 | 0,13 |
| Sódio | mg.L ⁻¹ | 200 | 1,40 | 1,10 | 4,00 | 3,30 | 3,10 |
| Sólidos dissolvidos totais | mg.L ⁻¹ | 200 | 9 | 13 | 46 | 36 | 30 |
| Sulfato | mg.L ⁻¹ | 250 | 1,0 | 0,9 | 4,1 | 1,9 | 1,4 |
| Turbidez | UNT | 5 | 0,35 | <0,35 | <0,35 | <0,35 | <0,35 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Tabela 6. Tabela de padrão organoléptico de potabilidade das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista, no dia 28/03/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 28/03/2016 | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------------|--|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| Cor aparente | Pt.L ⁻¹ | 15 | 2,07 | 4,49 | 3,09 | 5,51 | 11,17 |
| Dureza total | mg.L ⁻¹ | 500 | 10 | 12 | 36 | 26 | 22 |
| Ferro total | mg.L ⁻¹ | 0,3 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Manganês | mg.L ⁻¹ | 0,1 | 0,005 | 0,005 | 0,007 | 0,004 | 0,005 |
| Nitrogênio amoniacal | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 0,18 | 0,19 | 0,11 | 0,09 | 0,10 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|------|
| Sódio | mg.L ⁻¹ | 200 | 0,86 | 1,10 | 2,96 | 3,70 | 3,10 |
| Sólidos dissolvidos totais | mg.L ⁻¹ | 200 | 19 | 14 | 29 | 31 | 29 |
| Sulfato | mg.L ⁻¹ | 250 | 0,3 | 0,4 | 1,3 | 0,8 | 0,4 |
| Turbidez | UNT | 5 | <0,35 | <0,35 | <0,35 | <0,35 | 0,41 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados, respectivamente os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* e com os tratamentos prescritos coletadas nos dias 29/02/16 e 28/03/16 para o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde.

As reações do cloro como oxidante com os compostos inorgânicos redutores, como o íon nitrito, são geralmente muito rápidas, o que pode ser observado nas amostras tanto do dia 29/02/16 e do dia 28/03/16 (MEYER, 1994).

O resultado do parâmetro nitrito para a amostra de água *in natura* e filtrada, apenas para a amostra de 28/03/16, foi de uma variação muito sutil em relação ao valor máximo permitido pela legislação. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica, mas percebe-se que a cloração ou a combinação da cloração com a filtração tem uma eficiência muito boa nessa possível contaminação biológica, o mesmo não acontecendo apenas para a filtração. Dessa forma, levanta-se a hipótese de que a simples filtração não seria capaz de eliminar possíveis contaminações orgânicas da água. O nitrogênio na forma de nitrito é o estado intermediário entre amônio e o nitrato, ou seja. A produção do nitrato, forma mais estável do nitrogênio, resulta da oxidação bacteriana do amônio, tendo o nitrito como intermediário. Novamente, reforça-se que a origem do nitrogênio amoniacal pode estar relacionada aos sais de amônio que formam parte do material particulado fino na atmosfera. Altas concentrações de nitrito podem significar uma grande atividade bacteriana e carência de oxigênio (BAUMGARTEN e POZZA, 2001; PEREIRA, 2004). Como a quantidade de nitrato encontrada nas mesmas amostras foi pequena, significa que nessa data ainda não havia acontecido o processo completo de nitrificação.

Tabela 7. Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista, no dia 29/02/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 29/02/2016 | | | | |
|-----------|--------------------|--------------------------------|--|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| Fluoreto | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |

| | | | | | | | |
|---------|--------------------|----|------|------|------|------|------|
| Nitrito | mg.L ⁻¹ | 1 | 0,39 | 0,10 | 0,38 | 0,26 | 0,22 |
| Nitrato | mg.L ⁻¹ | 10 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,10 | 0,10 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Tabela 8. Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde para as amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista, no dia 28/03/16.

| Parâmetro | Unidade | LD | VMP PCR MS n° 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 28/03/2016 | | | | |
|-----------|--------------------|----|--------------------------------|--|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| Fluoreto | mg.L ⁻¹ | | 1,5 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| Nitrito | mg.L ⁻¹ | | 1 | 1,04 | <0,01 | 1,06 | 0,01 | <0,01 |
| Nitrato | mg.L ⁻¹ | | 10 | 0,19 | 0,21 | 0,14 | 0,17 | 0,17 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* e com os tratamentos descritos coletadas nos 29/02/16 e 28/03/16 para os parâmetros físico-químicos complementares.

Tabela 9. Parâmetros físico-químicos complementares das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista, no dia 29/02/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS n° 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 29/02/2016 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------------|--|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| pH | --- | 6,0 a 9,5 | 7,09 | 7,02 | 9,11 | 9,07 | 8,59 |
| Condutividade | µS.cm ⁻¹ | --- | 17,22 | 22,90 | 86,20 | 66,70 | 59,90 |
| Alcalinidade Bicarbonatos | mg.L ⁻¹ | --- | 40,0 | 27,0 | 60,0 | 53,0 | 47,0 |
| Alcalinidade Carbonatos | mg.L ⁻¹ | --- | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Alcalinidade Hidróxidos | mg.L ⁻¹ | --- | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Cloreto | mg.L ⁻¹ | 250 | 10,0 | 6,7 | 13,0 | 10,0 | 13,0 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|------|------|------|-------|------|-------|
| Cálcio | mg.L ⁻¹ | --- | 13,0 | 20,0 | 27,0 | 13,0 | 33,0 |
| Magnésio | mg.L ⁻¹ | --- | 3,26 | 3,24 | 17,81 | 9,72 | 46,70 |
| Ortofosfato | mg.L ⁻¹ | --- | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| Potássio | mg.L ⁻¹ | --- | 0,04 | 0,03 | 0,35 | 0,28 | 0,36 |
| Sílica solúvel | mg.L ⁻¹ | --- | 0,7 | 0,7 | 7,0 | 5,9 | 4,0 |
| Sólidos totais | mg.L ⁻¹ | | 42 | 46 | 122 | 78 | 34 |
| Sólidos suspensos totais | mg.L ⁻¹ | 1000 | 33 | 33 | 76 | 42 | 4 |

*VMP: Valor máximo permitido.

O aumento da condutividade e do pH da água filtrada em relação a água *in natura* está relacionado aos íons alcalinos incorporados à água pela troca iônica ocorrida na superfície da argila. É provável que a quantidade desses íons que passaram da argila para a solução deve estar acima dos seus coeficientes de solubilidade saturando a solução, visto que apesar da turbidez não ter aumentado, houve uma elevação do valor dos sólidos suspensos totais após a filtração, mesmo na amostra do dia 28/03/16.

O cloro é usado tanto no objetivo de desinfecção, ou seja, ação sobre a inativação de microrganismos, quanto de oxidação de matéria orgânica na água (BAZZOLI, 1993). As águas sanitárias comerciais são soluções aquosas a base de hipoclorito de sódio ou de cálcio com 2% a 2,5% de cloro ativo durante seu prazo de validade (FUNASA, 2004). Dessa forma, a presença do cálcio na água sanitária aplicada também pode ter contribuído para elevar a dureza da solução após o seu uso.

Tabela 10. Parâmetros físico-químicos complementares das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, no dia 28/03/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 28/03/2016 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------------|--|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| pH | --- | 6,0 a 9,5 | 6,5 | 7,83 | 8,72 | 8,50 | 8,50 |
| Condutividade | µS.cm ⁻¹ | --- | 15,62 | 28,27 | 56,36 | 61,18 | 58,16 |
| Alcalinidade Bicarbonatos | mg.L ⁻¹ | --- | 28,0 | 30,0 | 52,0 | 46,0 | 40,0 |
| Alcalinidade Carbonatos | mg.L ⁻¹ | --- | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|------|------|-------|------|------|------|
| Alcalinidade Hidróxidos | mg.L ⁻¹ | --- | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Cloreto | mg.L ⁻¹ | 250 | 7,0 | 9,0 | 6,0 | 10,0 | 10,0 |
| Cálcio | mg.L ⁻¹ | --- | 4,0 | 6,0 | 14,0 | 10,0 | 12,0 |
| Ortofosfato | mg.L ⁻¹ | --- | 0,06 | 0,04 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| Potássio | mg.L ⁻¹ | --- | 0,03 | <0,01 | 0,39 | 0,30 | 0,51 |
| Sílica solúvel | mg.L ⁻¹ | --- | <0,0 | <0,0 | 2,1 | 1,8 | 2,3 |
| Sólidos totais | mg.L ⁻¹ | | 24 | 18 | 40 | 40 | 94 |
| Sólidos suspensos totais | mg.L ⁻¹ | 1000 | 5 | 4 | 11 | 9 | 65 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* e com os tratamentos descritos, coletadas nos dias 29/02/16 e 28/03/16 para o padrão microbiológico da água para consumo humano.

Na água tratada, se houver a presença de coliformes totais sugere que o tratamento foi inadequado ou ocorreu contaminação posteriormente ao tratamento (VON SPERLING, 2017). A aparição de Coliformes totais na amostra da água filtrada e depois clorada, assim como na amostra da água clorada e depois filtrada no dia 29/02/18, possivelmente foi por contaminação na manipulação dessas amostras, visto que não houve a detecção de nenhum tipo de coliforme nas amostras de 28/03/16. Por isso, deve-se atentar ao fato de observar os cuidados no manuseio do material empregado para a melhoria da qualidade da água, de forma a criar uma barreira de proteção sanitária para a mesma (PÁDUA, 2013).

É importante observar também que a eficácia da desinfecção depende dos microrganismos a serem inativados, além da quantidade do sanitizante, do tempo de contato, da mistura do agente com a água e do pH em que se encontra a água que se pretende clorar. Para uma melhor desinfecção o melhor é um pH ácido, visto que o poder bactericida do cloro diminui com o aumento do pH da água (MEYER, 1994).

Tabela 11. Padrão microbiológico da água para consumo humano das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista, no dia 29/03/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 29/02/2016 | | | | |
|-------------------|-----------|-----------------------------|--|----------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| Coliformes totais | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | 70 | 22 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Coliformes termotolerantes | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| <i>Escherichia coli</i> | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |

*VMP: Valor máximo permitido.

Tabela 12. Padrão microbiológico da água para consumo humano das amostras de água do ar condicionado *in natura* e com os tratamentos, coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, no dia 28/03/16.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | Resultados da análise da água do ar condicionado 28/03/2016 | | | | |
|----------------------------|-----------|--------------------------------|--|----------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | <i>In natura</i> | Clorada | Filtrada | Filtrada depois Clorada | Clorada depois Filtrada |
| Coliformes totais | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| Coliformes termotolerantes | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| <i>Escherichia coli</i> | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |

*VMP: Valor máximo permitido.

Ratificando a discussão feita anteriormente, a presença da amônia, com um valor superior, mas ainda assim próximo do limite permitido na legislação, pode estar associada a um mês de seca no local, em que o material particulado emitido pelas queimadas possui menor dimensão e densidade, o que prolonga sua permanência no ar (SANTIAGO et al., 2015). É importante relembrar que na região o período de seca, que compreende os meses de junho a outubro, apresenta clima quente (com apenas alguns dias frios no inverno) e baixa umidade do ar (MARQUES, 2006).

3ª etapa

Na Tabela 13 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para o padrão organoléptico de potabilidade.

Tabela 13. Padrão organoléptico de potabilidade da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | <i>In natura</i> |
|-----------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Alumínio | mg.L ⁻¹ | 0,2 | <0,054 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|------|---------|
| Amônia | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 1,56 |
| Cloreto | mg.L ⁻¹ | 250 | <5,0 |
| Cor aparente | Pt.L ⁻¹ | 15 | <4,0 |
| 1,2-Diclorobenzeno | mg.L ⁻¹ | 0,01 | 0,001 |
| 1,4-Diclorobenzeno | mg.L ⁻¹ | 0,03 | <0,001 |
| Dureza total | mg.L ⁻¹ | 500 | <1,6 |
| Etilbenzeno | mg.L ⁻¹ | 0,2 | <0,0015 |
| Ferro total | mg.L ⁻¹ | 0,3 | <0,014 |
| Gosto e odor | Intensidade | 6 | 1 |
| Manganês | mg.L ⁻¹ | 0,1 | <0,063 |
| Monoclorobenzeno | mg.L ⁻¹ | 0,12 | <0,001 |
| Sódio | mg.L ⁻¹ | 200 | 2,286 |
| Sólidos dissolvidos totais | mg.L ⁻¹ | 1000 | 130 |
| Sulfato | mg.L ⁻¹ | 250 | 1,86 |
| Surfactantes aniônicos | mg.L ⁻¹ | 0,5 | 0,053 |
| Tolueno | mg.L ⁻¹ | 0,17 | <0,0015 |
| Turbidez | UNT | 5 | <0,4 |
| Xileno | mg.L ⁻¹ | 0,3 | <0,0015 |
| Zinco | mg.L ⁻¹ | 5 | <0,065 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Na Tabela 14 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde (inorgânicas e orgânicas).

Tabela 14. Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde (Inorgânicas e Orgânicas) da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletada no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS n° 05/2017 | <i>In natura</i> |
|-----------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Antimônio | mg.L ⁻¹ | 0,005 | <0,001 |
| Arsênio | mg.L ⁻¹ | 0,01 | <0,008 |

| | | | |
|-------------------------------|--------------------|-------|---------|
| Bário | mg.L ⁻¹ | 0,7 | <0,103 |
| Cadmio Total | mg.L ⁻¹ | 0,005 | <0,0007 |
| Chumbo total | mg.L ⁻¹ | 0,5 | <0,001 |
| Cianeto suscetível à cloração | mg.L ⁻¹ | 0,07 | 0,087 |
| Cobre | mg.L ⁻¹ | 2 | <0,338 |
| Cromo total | mg.L ⁻¹ | 0,05 | <0,031 |
| Fluoreto | mg.L ⁻¹ | 1,5 | <0,009 |
| Mercúrio Total | mg.L ⁻¹ | 0,001 | <0,001 |
| Níquel total | mg.L ⁻¹ | 0,07 | <0,007 |
| Nitrato | mg.L ⁻¹ | 10 | 1,8 |
| Nitrito | mg.L ⁻¹ | 1 | 0,191 |
| Selênio | mg.L ⁻¹ | 0,01 | <0,005 |
| Urânio Total | mg.L ⁻¹ | 0,03 | <0,014 |
| 1,1-Dicloroetano | µg.L ⁻¹ | 30 | 32,5 |
| 1,2-Dicloroetano | µg.L ⁻¹ | 10 | <1,0 |
| 1,2-Dicloroetano (cis+trans) | µg.L ⁻¹ | 50 | <10 |
| Diclorometano | µg.L ⁻¹ | 20 | <10 |
| Acrilamida | µg.L ⁻¹ | 0,5 | <0,1 |
| Benzeno | µg.L ⁻¹ | 5 | <1,5 |
| Benzo(a)pireno | µg.L ⁻¹ | 0,7 | <0,01 |
| Cloreto de vinila | µg.L ⁻¹ | 2 | <0,1 |
| Di(2-etilhexil)ftalato | µg.L ⁻¹ | 8 | <5 |
| Estireno | µg.L ⁻¹ | 20 | <10 |
| Pentaclorofenol | µg.L ⁻¹ | 9 | <0,5 |
| Tetracloroeto de carbono | µg.L ⁻¹ | 4 | <1,0 |
| Tetracloroetano | µg.L ⁻¹ | 40 | <10 |

| | | | |
|--|----------------------|----|-------|
| Triclorobenzenos (1,2,4-TCB +1,3,5- TCB+1,2,3-TCB) | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 20 | <0,01 |
| Tricloroeteno | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 20 | <0,01 |

***VMP: Valor máximo permitido.**

Há duas possíveis causas da presença do cianeto encontrado acima do permitido na legislação na amostra analisada. Uma delas relacionada a própria estrutura do ar-condicionado que pode conter acrilonitrila –butadieno+estireno, copolímero ABS que daria origem ao cianeto. Outra seria proveniente do ferro galvanizado que na evaporadora suporta os tubos de cobre. O ferro recebe tratamento prévio com cianeto no processo de galvanização. O íon cianeto (CN^-) é menos tóxico do que o ácido cianídrico (HCN), e uma vez dentro do corpo, é rapidamente distribuído, afetando processos vitais. Como o cianeto não sofre acumulação ou biomagnificação, uma exposição crônica dos organismos a concentrações subletais não parece resultar em toxicidade aguda. Alguns fatores contribuem para o aumento da toxicidade do cianeto, como diminuição do pH e aumento da temperatura e aumento da dureza da água (SMITH e MUDDER, 1991; GONÇALVES, 2004; ATSDR, 2006).

A presença do 1,1-Dicloroeteno, também em uma quantidade superior ao permitido na legislação, pode ter como causa a própria estrutura do ar-condicionado, visto que é usado principalmente como um comonômero na polimerização da acrilonitrila.

Complementando ainda, o pH da água para essa amostra foi igual a 7,79 e o sulfeto de hidrogênio $<0,083 \text{ mg.L}^{-1}$, abaixo do limite previsto na legislação que é $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$.

Na Tabela 15 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para agrotóxicos.

Outro achado preocupante na amostra de água *in natura* do ar condicionado, mesmo que abaixo do limite do que preconiza a PCR nº5/17 foram os agrotóxicos, que pela sua ação são classificados em herbicidas, inseticidas e fungicidas. O estado de Mato Grosso é o maior consumidor de agrotóxico do Brasil por suas extensas áreas de monoculturas, principalmente no bioma Cerrado. Segundo dados do INDEA de 2013, esses agroquímicos estão distribuídos da seguinte maneira: herbicidas com 60%, inseticidas com 21% e fungicida com 14% e outros com consumo de 5%, representado 95% do total de pesticidas (PIGNATI et al., 2014; PIGNATI et al., 2017).

A exemplo do estudo de Carvalho et al. (2018) que encontraram alta concentração de cloreto de sódio (NaCl) na água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado, devido a proximidade do mar, é possível que agrotóxicos detectados na água do condicionador de ar do presente estudo, pode estar associada a distribuição desses contaminantes na atmosfera por deriva de suas regiões de aplicação na Baixada Cuiabana, que além de ter municípios que são grandes produtores de monoculturas, possui 21,5 mil agricultores familiares (GARBIN et al. 2006; MDA, 2014). É importante também observar que a cerca de 20 km do campus onde foi realizado o presente estudo há no Bairro Pedra 90, no mesmo município, o Cinturão Verde Boa Vista, com cerca de 700 chácaras detentoras da agricultura familiar.

Cerca de 30% a 50% da quantidade aplicada de pesticidas poder ser perdida para a atmosfera por deriva e por difusão chegam áreas distantes do local de aplicação, como zonas

urbanas (VAN DEN BERG *et al.*, 1999; SCHEYER *et al.*, 2007). Ferreira (2015) apontou que a Embrapa descreve a “deriva técnica” como promotora da periculosidade da pulverização aérea, uma das formas de aplicação, de maneira que atualmente 32% dos agrotóxicos pulverizados ficam retidos nas plantas; outros 49% vão para o solo e 19% vão pelo ar para outras áreas circunvizinhas. Pimentel (1995) demonstrou em seus estudos uma deriva distante 32 km da área alvo de uma aplicação aérea.

Um alerta sobre o alcance dos agrotóxicos usados no entorno do município de Cuiabá foi o resultado de um levantamento realizado pelo Ministério da Saúde, entre 2014 e 2017, no qual foi verificado que quase 30 cidades de Mato Grosso têm presente nas águas de abastecimento público 11 agrotóxicos que são associados a doenças crônicas como o câncer, os defeitos congênitos e os distúrbios endócrinos. Desses municípios, além da Capital, apenas Campo Verde estão entre os tiveram suas águas analisadas na Baixada Cuiabana.

Tabela 15. Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde (Agrotóxicos) da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletada no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | <i>In natura</i> |
|--|--------------------|--------------------------|------------------|
| 2,4-D + 2,4,5-T | µg.L ⁻¹ | 30 | <10 |
| Alaclor | µg.L ⁻¹ | 20 | <5 |
| Aldicarbe+Adicarbessulfona+Aldicarbessulfóxido | µg.L ⁻¹ | 10 | <5 |
| Aldrin+ Dieldrin | µg.L ⁻¹ | 0,03 | <0,001 |
| Atrazina | µg.L ⁻¹ | 2 | <0,3 |
| Carbendazim + Benomil | µg.L ⁻¹ | 120 | <20 |
| Carbofurano | µg.L ⁻¹ | 7 | <1,0 |
| Clordano | µg.L ⁻¹ | 0,2 | <0,1 |
| Clorpirifós+clorpirifós-oxon | µg.L ⁻¹ | 30 | <5,0 |
| DDT+DDD+DDE | µg.L ⁻¹ | 1 | <0,1 |
| Diuron | µg.L ⁻¹ | 90 | <20 |
| Edossulfan(a, b e sais) | µg.L ⁻¹ | 20 | <0,5 |
| Endrin | µg.L ⁻¹ | 0,6 | <0,1 |
| Glifosato + AMPA | µg.L ⁻¹ | 500 | <110 |
| Lindano (γ-HCH) | µg.L ⁻¹ | 2 | <0,10 |

| | | | |
|--------------------|----------------------|-----|-------|
| Mancozebe | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 180 | <20 |
| Metamidofós | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 12 | <1,0 |
| Metolacoloro | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 10 | <0,1 |
| Molinato | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 6 | <0,3 |
| Parationa Metílica | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 9 | <5 |
| Pendimetalina | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 20 | <0,3 |
| Pentaclororofenol | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 9 | <0,5 |
| Permetrina | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 20 | <5 |
| Profenofós | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 60 | <20 |
| Simazina | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 2 | <0,03 |
| Tebuconazol | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 180 | <20 |
| Terbufós | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 1,2 | <0,5 |
| Trifluralina | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 20 | <0,01 |

***VMP: Valor máximo permitido.**

Segundo a pesquisa de Souza et al. (2017), há uma lacuna em trabalhos sobre contaminação atmosférica por agrotóxicos no Brasil, visto que as abordagens encontradas focam nos riscos à saúde relacionados com a presença e contaminação do solo e da água ou nos problemas ocupacionais decorrentes desse tipo de exposição química. No estado de Mato Grosso os estudos realizados apontaram contaminações em áreas próximas a aplicação dos pesticidas e que refletiram em efeitos tóxicos às pessoas moradoras das cidades circundantes ao local de aplicação, como em Lucas do Rio Verde (PIGNATI et al., 2007).

É importante ressaltar que há entre os compostos orgânicos identificados, moléculas apontadas por Almeida et al. (2007) como substâncias tóxicas persistentes (STP) que tem como características alta hidrofobicidade, baixa reatividade no meio ambiente e grande tendência para se acumular ou bioconcentrar nos tecidos dos organismos vivos. Nesse trabalho foram encontradas as STP: pentaclorofenol, hexaclorocicloexanos (γ -HCH), endossulfan, dieldrin, eldrin, DDT+DDD+DDE.

Na Tabela 16 são apresentados os valores das análises realizadas com a amostra de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para o padrão de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção.

Pelos resultados a respeito dos produtos de desinfecção, é bem provável que se usa na limpeza da sala de aula produtos desinfetantes com cloro em sua composição, como água sanitária. Ademais, os tubos para esgotar a água resultante do processo de evaporação são de policloreto de vinila, conhecido como PVC (MMA, 2015). O grande teor de cloro presente na

estrutura molecular do PVC lhe confere alta polaridade. Segundo Meyer (1994), o cloro sob a forma de ácido hipocloroso combina-se com a amônia presente na água, formando monocloramina (NH_2Cl), dicloramina (NHCl_2) e tricloramina ou tricloreto de nitrogênio (NCl_3).

Tabela 16. Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde (Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção) da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS n° 05/2017 | <i>In natura</i> |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Ácidos Haloacéticos Total | mg.L^{-1} | 0,08 | <0,01 |
| Bromato | mg.L^{-1} | 0,01 | <0,01 |
| Cloraminas total | mg.L^{-1} | 4,0 | 1,51 |
| Cloritos | mg.L^{-1} | 1,0 | 0,08 |
| Cloro residual livre | mg.L^{-1} | | 1,02 |
| 2,4,6-Tricofenol | mg.L^{-1} | 0,2 | <0,01 |
| Triahalometanos totais | mg.L^{-1} | 0,1 | <0,02 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Na Tabela 17 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para o padrão de cianotoxinas da água para consumo humano.

As cianobactérias são microrganismos procariotos, fotossintetizantes e que estão presentes na maioria dos ecossistemas do nosso planeta. Dentre os aproximadamente 150 gêneros descritos, 40 estão relacionados com a produção de algum tipo de toxina, conhecidas como cianotoxinas. A obrigatoriedade (Microcistinas e Saxitoxinas) para análise de cianotoxinas trata-se de uma etapa crucial para a garantia de não oferecer riscos associados à saúde, e como observado, na amostra de água analisada, para estes parâmetros estaria apropriada o consumo humano (BRASIL, 2015).

Tabela 17. Padrão de Cianotoxinas da água para consumo humano da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS n° 05/2017 | <i>In natura</i> |
|---------------|----------------------|--------------------------|------------------|
| Microcistinas | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 1,0 | <0,1 |
| Saxitoxinas | $\mu\text{g.L}^{-1}$ | 3 | <0,10 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Na Tabela 18 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para o padrão de radioatividade da água para consumo humano.

No ambiente observado da sala de aula estão presentes materiais de construção, como cimento, areia, tijolo, gesso e rocha ornamental como o piso de granito. Nesses não é rara a presença de radioisótopos como o rádio e outros como o urânio, tório e o chumbo. Variam de um local de origem para outro, uma vez que são dependentes da formação geológica (SAAD et al., 2010; SAAD et al., 2014; BALA et al., 2017). O rádio ingerido por meio dos alimentos e água é incorporado ao organismo humano, e pelo fato de possuir comportamento similar ao cálcio, um elemento comumente fixado nos ossos, representa grande radiotoxicidade e periculosidade à saúde humana (SÁNCHEZ et al., 1999).

Tabela 18. Padrão de Radioatividade da água para consumo humano das amostras de água do ar condicionado *in natura* coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | <i>In natura</i> |
|-----------|--------------------|-----------------------|------------------|
| Rádio 226 | Bq.L ⁻¹ | 1 | <1,0 |
| Rádio 228 | Bq.L ⁻¹ | 0,1 | <0,1 |

*VMP: Valor máximo permitido.

Na Tabela 19 são apresentados os valores das análises realizadas com a amostra de água *in natura* coletadas em julho de 2016 para o padrão microbiológico da água para consumo humano.

Tabela 19. Padrão microbiológico da água para consumo humano da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em julho de 2016.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS nº 05/2017 | <i>In natura</i> |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|------------------|
| Coliformes totais | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes |
| Contagem de bactérias heterotróficas | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes |
| <i>Escherichia coli</i> | UFC/100mL | Ausentes | Ausentes |

*VMP: Valor máximo permitido.

4ª Etapa

Na Tabela 20 são apresentados os valores das análises realizadas com as amostras de água *in natura* coletadas em março de 2018 para alguns parâmetros da água para consumo humano.

Tabela 20. Alguns parâmetros da água para consumo humano da amostra de água do ar condicionado *in natura* coletadas no IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, em março de 2018.

| Parâmetro | Unidade | VMP PCR MS n° 05/2017 | <i>In natura</i> |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Nitrogênio amoniacal (Amônia) | mg.L ⁻¹ | 1,5 | 1,51 |
| Nitrito | mg.L ⁻¹ | 1 | 0,053 |
| Cianeto Total | mg.L ⁻¹ | 0,07 | <0,009 |
| Cobre | mg.L ⁻¹ | 2 | 0,010 |

***VMP: Valor máximo permitido.**

Maitelli (1994) ressalta que o município de Cuiabá, possui topografia suave com ocorrência de extensos chapadões à sua borda, caracterizando-a como uma depressão relativa, o que ocasiona situações de estabilidade atmosférica e dificulta a dispersão de poluentes. O resultado do nitrogênio amoniacal encontra-se dentro da faixa do erro relativo de 95% e o nitrito, o cianeto e o cobre nessa amostra, estão dentro dos limites previstos na legislação.

É imprescindível ressaltar que, dentro da temática dos contaminantes emergentes de origem antrópica, nos quais está especialmente a classe dos microcontaminantes, nos vários componentes ambientais (ar, água e solo), há muito ainda para se estudar em campos multidisciplinares, visto que o monitoramento de rotina alcança apenas os parâmetros legislados (MONTAGNER et al., 2017).

Dessa forma ainda não há como descrevermos nesse trabalho sobre os riscos das substâncias não legisladas, assim como do sinergismo entre as legisladas e encontradas nas amostras. Outrossim, foi estudado um único sistema, ou seja, um ar condicionado em uma sala de aula de um local específico, de forma que para estender esse estudo a outros, faz-se necessário repetir os mesmos parâmetros com as amostras de água do aparelho condicionador de ar que se pretende usar, analisando os possíveis interferentes antrópicos do local. Além disso, assim como se exige um monitoramento constante de águas superficiais ou subterrâneas para abastecimento público aplicando-se o tratamento necessário, o mesmo deve ser feito com a água do ar condicionado, se o fim for para o consumo humano. Tampouco, recomenda-se o uso de água de aparelhos de ar-condicionado sem limpeza e manutenção periódica, assim como de ambientes hospitalares e de laboratórios que manipulam materiais tóxicos.

CONCLUSÕES

- A água do aparelho de ar-condicionado estudado tem potencial para ser usada para fins potáveis, de acordo com as análises apresentadas pela legislação vigente;
- Não é possível prever a sinergia entre as substâncias encontradas na água condensada do ar condicionado avaliado, mesmo que dentro dos limites previstos na legislação para o consumo humano;
- As substâncias presentes na água condensada do ar condicionado revelaram a qualidade do ar atmosférico do local e do seu entorno;
- Para o uso da água do ar condicionado com fins potáveis, é necessário fazer o monitoramento constante, tal como se faz das águas superficiais e subterrâneas aplicando-se o tratamento devido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação – IFMT, pelo apoio financeiro por meio dos Editais 21/2014- Reuso de água de drenagem do ar condicionado e 006/2015- Água de beber; à parceria da Control - Laboratório de Análises de Água e Projetos Ambientais na execução das análises físico-químicas e microbiológicas; ao Professor de Química e Técnico em ar-condicionado, Wesley Eduardo Cordeiro, do Colégio Estadual Paulo Alberto Tomazinho, Umuarama-PR, pelas contribuições nas discussões dos resultados desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16098**: ABNT, 2012. Aparelho para melhoria da qualidade da água para consumo humano — Requisitos e métodos de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Ranking ABES da universalização do saneamento**. 2019. 105p.

ALMEIDA, F. V.; CENTENO, A. J.; BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1976-1985, 2007.

ALMEIDA, I. T. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 194f. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Minas, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ARANHA, A.; ROCHA, L. **“Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios**. Repórter Brasil. Data: 15/04/19. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2019/04/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/>. Acessado em: 16 de abril de 2019.

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, **Toxicological Profile for Cyanide**, 2006.

BALA, P.; KUMAR, V.; MEHRA, R. Measurement of radon exhalation rate in various building materials and soil samples. **Journal of Earth System Science**, v. 126, n. 31, p.1-8, 2017.

BARBOSA, T.; COELHO, L. Sustentabilidade por meio do reúso da água dos aparelhos de ar condicionado da Faculdade de Tecnologia deputado Waldyr Alceu Trigo – Fatec Sertãozinho. **Revista Academus**, v.4, n.1, p.1-10, 2016.

BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. **Qualidade de águas. Descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. Rio Grande: Ed. FURG, 2001. 166p.

BAZZOLI, N. **O uso da desinfecção no combate à cólera**. Apostila da Fundação Nacional de Saúde — Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas. 1993.

BEHERA, S. N.; SHARMA, M; ANEJA, V. P.; BALASUBRAMANIAN, R. Ammonia in the atmosphere: A review on emission sources, atmospheric chemistry and deposition on terrestrial bodies. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, n. 11, p. 8092–8131, 2013.

BEHERA, S.N.; SHARMA, M. Transformation of atmospheric ammonia and acid gases into components of PM_{2,5}: an environmental chamber study. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 19, n. 4, p. 1187-1197, 2012.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3ª ed. rev.- Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cianobactérias/cianotoxinas: procedimentos de coleta, preservação e análise**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.110p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cuidados com água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde: 2014. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/cuidados_agua_consumo_humano_2014.pdf. Acesso em 6 de março de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei n. 9.433**: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde**. De 28 de setembro de 2017 –Anexo XX. Dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; incorpora a Lei PRT MS/GM 2914/2011. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em 17 janeiro de dezembro de 2019.

BRICKUS, L. S. R.; AQUINO NETO, F. R. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química Nova**, v.22, p.65-74. 1999.

CALDAS, J.; CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis: avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do UNIPÊ. **InterScientia**, v.5, n.1, p. 166-168, 2017.

CARDOSO, A.A.; PITOMBO, L.R.M. Contribuição dos compostos reduzidos de enxofre no balanço global do estoque de enxofre ambiental. **Química Nova**, v. 15, p. 219-223, 1992.

CARVALHO, C.O. C.; GOUVEIA, D. M.; ACCARDO, E. Reaproveitamento da água condensada de aparelhos de ar-condicionado para uso em laboratórios de química. **Dignidade Re-Vista**, v.3, n.5, p.46-59, 2018.

CHAGAS, A. P. **Argilas: as essências da terra**. Editora Moderna. São Paulo, SP. 1996. 54p.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). **Resolução n.54/05**, 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/reuso-de-agua-recursos-hidricos?tag=>. Acesso em 20 de abril de 2019.

DANTAS, E. H. M. Ar condicionado, vilão ou aliado? Uma revisão crítica. **Revista Brasindoor**, v.2, n. 9, p. 4- 9, 1998.

ETTO, H. Y.; RAZZOLINI, M. T.P. Detecção do gênero Legionella em amostras de água de sistemas de ar condicionado. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.20, n.4, p.557-564. 2011.

FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Amônia (NH₃) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 123-130, 2004.

FERNANDES, K. S. **Material particulado fino (MP2,5) interno de um ambiente escolar urbano influenciado pela queima de indústrias oleicas**. 2017. 85f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

FERREIRA, M. L. P. C. A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **Revista de Direito Sanitário**, v.15 n.3, p. 18-45, nov. 2014/fev. 2015.

FIORUCCI, A.R.; BENEDETTI-FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 10-16, 2005.

FRANCO, F.M.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; PINTO JÚNIOR, O.B.; BIUDES, M.S. NOGUEIRA, J.N. Traçado urbano e sua influência no microclima: Um estudo de caso em centro histórico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. v.9, n.9, p.1916-1931, 2013.

GARBIN, V. H.; SILVA, M. J.; OLIVAL, A. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável território Baixada Cuiabana - MT**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, 2006. 61 p.

GONÇALVES, A. C. **Tratamento de efluentes contendo cianeto livre através do sistema H₂O₂/UV**. Tese (Doutorado em Ciências dos Materiais e Metalurgia). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004. 206p.

LEAHEY, A. **Posso beber a água coletada do ar-condicionado?** Disponível em: <https://homesteady.com/info-10071999-can-drink-water-collected-air-conditioner.html> Acesso em 10 de jan. de 2017.

LEONARD, A. **A história das coisas** - da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. Ed. Zahar. 2011. 324p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3º ed. Campinas, SP. Editora Átomo. 2010. 486p.

LIMA, D. R. S; TONUCCI, M. C; LIBANIO, M.; AQUINO, S. F. Fármacos e desreguladores endócrinos em águas brasileiras: ocorrência e técnicas de remoção. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.6, p.1043-1054. 2017.

MAIA, C. **Unicamp identifica 58 substâncias em água potável, de rios e esgoto; riscos vão de infertilidade a câncer**. Portal G1 Globo SP/Campinas. Data: 27/03/19. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2019/03/27/unicamp-identifica-58-substancias-em-agua-potavel-de-rios-e-esgoto-riscos-va-de-infertilidade-a-cancer.ghtml>. Acesso em 28 de março de 2019.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. **Programa Territórios da cidadania**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/tags/territ%C3%B3rios-da-cidadania>. Acesso em: 30 dezembro de 2014.

MAITELLI, G. T. 1994. 204f. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá, MT**. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 1994.

MAITELLI, G. T. **Interações atmosfera-superfície: o clima**. In: MORENO, G; TEREZA HIGA, T.C.S; MAITELLI, G.T. (Org.). Geografia de Mato Grosso Território, Sociedade, Ambiente. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. p. 238-249.

MARQUES, R. 2006, 113f. **A poluição atmosférica em Cuiabá-MT: A água de chuva, deposição seca e material particulado inalável**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. 2006.

MARQUES, R. 2011. 111f. **Avaliação temporal da composição química das águas de chuva e do material particulado inalável: estudo aplicado à Cuiabá-MT**. Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas), Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 2011.

MARTINS, C. R.; ANDRADE, J. B. Química atmosférica do enxofre (IV): Emissões, reações em fase aquosa e impacto ambiental. **Química Nova**, v. 25, n. 02, p. 259-272, 2002.

MESQUISTA, M. S.; ARAUJO, F. M. Diagnóstico da qualidade do ar interno das edificações do campus da Unifor. **Revista Tecnologia**, v. 27, n. 2, p. 163-170, 2006.

MEYER, S. T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os riscos Potenciais à Saúde Pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 1, n. 10, p.99-110, 1994.

MONTAGNER CC, VIDALA C, ACAYABAB RD. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017.

MORAIS, R. F; VALENTINI, C. M. A.; CORRÊA, B. M. B. **Composição florística e características estruturais e ecológicas da vegetação de um fragmento revegetado de Cerrado em área urbana no município de Cuiabá-MT**. In: Múltiplos olhares sobre a biodiversidade. Volume III. Pasa, M. C. (org) Paco Editorial, 2014. p. 185-204.

MOSCATO, U. Hygienic manangement of air conditioning systems. **Societa Editrice Universo**, supl. 02, n. 12, p. 249 – 254, 2000.

NUNES, S. M. Aspectos éticos quanto ao acesso desigual à água potável. **Bioethikos**, v. 3, n. 1, p. 110-116, 2009.

PÁDUA, V. L. (coord.). **Proteção Sanitária das Cisternas Utilizadas na Reservação de Águas Pluviais para Uso Domiciliar: Aspectos Técnicos e Educacionais**. In: 5º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: FUNASA, 2013. p. 97-127.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 20-36, 2004.

PIGNATI, W. A.; OLIVEIRA, N.P.; SILVA, A.M.C. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência e Saúde coletiva**, v. 19, n.12, p.4669-4678, 2014.

PIGNATI, W.A.; LIMA, F.A.N.; LARA, S.S.; CORREA, M.L.M.; BARBOSA, J.R.; LEÃO, L.H.C.; PIGNATTI, M.G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência e Saúde coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

PIGNATI, W.A.; MACHADO, J.M.H.; CABRAL, J.F. Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde. **Ciência e Saúde coletiva**, v. 12, n.1, p. 105-114, 2007.

PIMENTEL, D. Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 8, n. 1, p. 17-29, 1995.

PINDER, R.W.; GILLILAND, A. B.; DENNIS, R. L. Environmental impact of atmospheric NH₃ emissions under present and futures conditions in the eastern United States. **Geophysical Research Letters**, v. 35, L12808, p. 1-6, 2008.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de Água. Tecnologia Atualizada**. São Paulo, Edgard Blücher. 1991.332 p.

RIZZO, M. C.; ARRUDA, L. K.; NASPITZ, C. K. Endotoxins and asthma in Brazil. *Allergy Clin Immunol Int: J World Allergy Org*, v.11, n.5, p.153-156, 1999.

ROSSIN, A. C. **Desinfecção**. In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água, CETESB/ASCETESB. Vol. 2, Azevedo Netto, J. M. (Ed.). São Paulo. 1987.p. 275-302.

SAAD, A.F.; ABDALIA, Y.K.; HUSSEIN, N.A.; ELYASEERY, I.S. Radon exhalation rate from building materials used on the Garyounis University campus, Benghazi, Libya. **Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences**, v. 34, p.67-74, 2010.

SAAD, A.F.; HUSSEIN, N.A.; AL-AWAMI, H. H. Radon exhalation from building materials used in Libya. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 101, p. 15-19, 2014.

SÁNCHEZ, A. M.; MONTERO, M.P. R.; ESCOBAR, V. G.; VARGAS, M. J. Radioactivity in bottled mineral Waters. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 50, p.1049-1055,1999.

SANTIAGO, A. 2013. 85f. **Material particulado total suspenso na baixa atmosfera em Cuiabá-MT no período de queimadas**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. 2013.

SANTIAGO, A.; PRADO, R. J.; MODESTO FILHO, P.; ALONSO, R. V.. Caracterização do material particulado suspenso no ar de Cuiabá-MT no período de queimadas. *Revista Matéria*, v. 20, n. 1, p.273-283, 2015.

SCHEYER, A.; MORVILLE, S.; MIRABEL, P.; MILLET, M. Variability of atmospheric pesticide concentrations between urban and rural areas during intensive pesticide application. *Atmospheric Environment*, v. 41, p. 3604–3618, 2007.

SMITH, A; MUDDER, T. Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes. London: Mining Journal Books Ltd.1991. 345p.

SOUSA, R. E. B.; ROCHA, C. M. S; ABREU, F. O. M. S.; MORAES, S. G. Caracterização físico-química e microbiológica das águas condensadas de aparelhos de ar condicionados visando potencial reutilização. **Revista Tecnologia**, v. 37, n. 1, p. 37-54, 2016.

SOUZA, G. C.; AMARAL, C. N. Política territorial e os agricultores tradicionais da baixada cuiabana, Mato Grosso. **Guaju**, v. 1, n. 1, p. 64-89, 2015.

SOUZA, G. S.; COSTA, L. C. A.; MACIEL, A. C.; REIS, F. D. V.; PAMPLONA, Y. A. P. Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a Vigilância em Saúde Ambiental, **Ciência e Saúde Coletiva**, v.22, n.10, p.3269-3280, 2017.

UEDA, J.; TAVERNARO, R.; MAROSTEGA, V.; PAVAN, W. Impacto ambiental do descarte de fármacos e estudo da conscientização da população a respeito do problema. **Revista Ciências do Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2009.

VAN DEN BERG, F.; KUBIAK, R.; BENJEY, W.G.; MAJEWSKI, M.S.; YATES, S.R.; REEVES, G.L.; SMELTH, J.H.; VAN DER LINDEN, A.M.A. Emission of pesticides into the air. **Water, Air, and Soil Pollution**, v.115, p.195-218, 1999.

VETTORELLO, G.; BRANDT, V. V.; DALLAZEN, M. C.; KUHN, D.; ETGETON, H. P.;SPELLMEYER, J. G.;CARLESSO, W. M.; HOEHNE, L. Micropoluentes em água – o novo desafio emergente. **Caderno pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 72-83, 2017.

ZHAN, T. **On-Road Motor Vehicle Emissions including NH₃, SO₂ and NO₂ - Final Report**. Prepared for the California Air Resources Board and the California, Environmental Protection Agency, Estados Unidos, 2009.