

# CARACTERÍSTICAS E PROCESSOS DE TRATAMENTO DA ÁGUA EM MARINGÁ/PR

DE ANGELIS NETO, Generoso<sup>1</sup>

RU 3232163

MANGINI, Lígia Fernanda Kaefer<sup>2</sup>

## RESUMO

A água ocupa a maior parte da superfície terrestre e é indispensável para a sobrevivência da maioria dos seres vivos. Elemento vital, apresenta características peculiares que tornam interessante o estudo de suas características. A Química está presente de forma bastante intensa, desde a determinação das características originais do manancial, passando pelas técnicas e processos utilizados nas estações de tratamento, e por fim, verificando a qualidade das águas ofertadas à população. Assim, esse artigo teve por objetivo apresentar as características da água tratada oferecida à população da cidade de Maringá, no Paraná. Para tanto, inicialmente, foi feita a apresentação do manancial de captação de água de Maringá, o rio Pirapó. Na sequência, foram apresentadas as etapas de tratamento da água utilizadas pela Estação de Tratamento de Água de Maringá. Por fim, apresentaram-se as características de potabilidade da água distribuídas à população. Tratou-se de uma pesquisa bibliográfica, documental e qualitativa, na qual foi feita a revisão bibliográfica em artigos científicos, livros e na página da concessionária que presta o serviço de tratamento de água. Para a obtenção dos resultados, foram utilizados os dados fornecidos pela concessionária e por órgãos ambientais. A partir da descrição da estação de tratamento de água e suas etapas, verificou-se que os processos de tratamento utilizados são eficientes, pois fornecem água de qualidade à população, face aos valores apresentados dos parâmetros de qualidade da água (cor, turbidez, fluoretos, pH, cloro residual, alumínio, ferro, manganês, microcistinas, coliformes totais e *Escherichia Coli*), todos de acordo com as normas vigentes.

**Palavras-chave:** Rio de abastecimento. Estação de tratamento de água. Potabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Os mananciais de abastecimento apresentam características distintas em função da geologia e das características fisiográficas do local onde ocorrem, inclusive com o uso e ocupação do solo por onde passam. Sendo assim, o conhecimento de suas características originais é de fundamental

importância para a determinação das técnicas de potabilização a serem utilizadas em estações de tratamento de água. Portanto, o problema a ser investigado aqui é quais são as propriedades da água que é consumida pelos habitantes de Maringá, estado do Paraná, desde o conhecimento de suas características no corpo d'água de abastecimento superficial até sua passagem pela estação de tratamento. Como é construída a ligação entre os conhecimentos teóricos da Química e suas aplicações práticas? Para tanto, serão apresentados os ensaios laboratoriais utilizados para a caracterização das propriedades dos mananciais e, também as técnicas utilizadas em estações de tratamento de água, nos quais a Química exerce papel fundamental para que se obtenha a qualidade desejada.

A água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, por meio do qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doença. Um segundo mecanismo refere-se à quantidade insuficiente de água, gerando hábitos higiênicos insatisfatórios e daí doenças relacionadas à inadequada higiene dos utensílios de cozinha, do corpo, do ambiente domiciliar. É importante destacar que tanto a qualidade da água quanto a sua quantidade e regularidade de fornecimento são fatores determinantes para o acometimento de doenças no homem (BRASIL, 2006a).

O Ministério da Saúde é o órgão responsável por definir quais são as características adequadas para que a água possa ser consumida pelos seres humanos sem causar danos à saúde. Por meio da Portaria nº 2.914/2011 foram definidos os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Assim, tem-se como objetivo desse artigo apresentar as características da água tratada oferecida à população de Maringá/PR. Para tanto, tem-se o Rio Pirapó, manancial de superfície que abastece a cidade de Maringá/PR, destacando os processos e técnicas utilizadas em estações de tratamento de água. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental e qualitativa, na qual

será feita a pesquisa teórica em artigos científicos, livros e na página da concessionária que presta o serviço de tratamento de água para Maringá. Para a coleta de dados, serão utilizados os dados fornecidos pela concessionária e também por órgãos ambientais.

## **2 CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DE MANANCIAIS SUPERFICIAIS**

A água é a substância simples mais abundante no planeta Terra e pode ser encontrada tanto no estado líquido, gasoso ou sólido, na atmosfera, sobre ou sob a superfície terrestre, nos oceanos, mares, rios e lagos. Também é o constituinte inorgânico mais presente na matéria viva: cerca de 60% do peso do homem é constituído de água e em certos animais aquáticos esta porcentagem alcança 98% (DERISIO, 1992).

Em janeiro de 1997, entrou em vigor a Lei nº 9.433/1997, também conhecida como Lei das Águas. O instrumento legal instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Essa Lei prevê que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Também determina que, em situações de escassez, o uso prioritário da água seja para o consumo humano e para a dessedentação de animais. Outro fundamento é o de que a bacia hidrográfica é a unidade de atuação do SINGREH e de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O território brasileiro contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Ao todo, são 200 mil microbacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no Brasil). Apesar da abundância, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis. O acesso à água não é igual para todos. As características geográficas de cada região e as mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a distribuição (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Aproximadamente 70% da superfície terrestre encontra-se coberta por água. No entanto, menos de 3% deste volume é de água doce, cuja maior

parte está concentrada em geleiras (geleiras polares e neves das montanhas), restando uma pequena porcentagem de águas superficiais para as atividades humanas. De acordo com Philippi Júnior (2005), a água está distribuída da seguinte forma no planeta Terra: 97,5% da disponibilidade da água do mundo estão nos oceanos, ou seja, água salgada; e 2,5% de água doce e está distribuída da seguinte forma: 29,7% aquíferos; 68,9% calotas polares; 0,5% rios e lagos; e 0,9% outros reservatórios (nuvens, vapor d'água etc.).

Os rios constituem uma das fontes de obtenção da água doce. O abastecimento de água às populações, de muitos lugares da Terra, depende dos rios, quer através de captações diretas quer pela construção de barragens que permitem armazenar a água em grandes volumes. Além do abastecimento às populações, as águas dos rios e lagos são também para a irrigação das culturas, para a produção da energia hidrelétrica e como vias de comunicação. As margens dos rios constituem, desde há muito, um dos focos mais atrativos para o povoamento humano, particularmente nas regiões com vastas planícies com terrenos férteis, água, solos e facilidade de comunicações (DERISIO, 1992).

De acordo com Rocha, Rosa e Cardoso (2009) a importância química da água está no fato do seu poder de dissolver em maior ou menor intensidade quase todas as substâncias. Após a precipitação, especialmente na forma de chuva, a água escoar superficialmente ou se infiltra.

Neste sentido, a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esta Resolução destaca que as águas doces, salobras e salinas são classificadas, de acordo com a qualidade requerida para seus usos principais, em treze classes. As águas doces, em particular, são classificadas em 5 Classes, apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1** - Classes de água doce segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

CLASSES	DESTINAÇÃO
---------	------------

<b>I - CLASSE ESPECIAL</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
<b>II - CLASSE 1</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
<b>III - CLASSE 2</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.
<b>IV - CLASSE 3</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.
<b>V - CLASSE 4</b>	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

**Fonte:** adaptado de CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005).

A água, em contato com o ambiente, se contamina e pode perder parte de suas características de pureza. Em contato com substâncias calcáreas e magnesianas, formam a água dura; substâncias ferruginosas originam cor e odor desagradáveis aos usos humanos; partículas em suspensão causam turbidez e substâncias diversas podem originar cor nas águas. Ao passar por locais sujeitos às atividades humanas, podem contaminar-se por produtos tóxicos e organismos patogênicos (BRASIL, 2006a).

Os elementos antropogênicos, como poluentes ou contaminantes lançados ou despejados por ações antrópicas ou processos tecnológicos, dificultam ainda mais os processos de potabilização da água de abastecimento humano. De acordo com Braga et al. (2005) os componentes presentes na água podem ser retratados em termos das suas características físicas, químicas e biológicas, tidos como parâmetros de qualidade da água.

Alguns parâmetros são importantes para a qualidade requerida das águas dos mananciais a serem utilizados para o abastecimento. Dentre estes parâmetros de qualidade das águas destacam-se alguns parâmetros físicos, que se encontram no Quadro 2.

**Quadro 2 -** Parâmetros físicos das águas de mananciais de abastecimento.

PARÂMETROS FÍSICOS
<b>Cor</b>
<b>Conceito:</b> responsável pela coloração na água; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos dissolvidos; <b>Origem natural:</b> decomposição da matéria orgânica e ferro e manganês; <b>Origem antropogênica:</b> resíduos industriais (ex.: tinturarias, tecelagem, produção de papel) e esgotos domésticos; <b>Importância:</b> <i>Origem natural:</i> não representa risco direto à saúde, mas consumidores podem questionar a sua confiabilidade, e buscar águas de maior risco. Além disso, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos; <i>Origem industrial:</i> pode ou não apresentar toxicidade; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas
<b>Turbidez</b>
<b>Conceito:</b> a turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos em suspensão; <b>Origem natural:</b> partículas de rocha, argila e silte; algas e outros microrganismos; <b>Origem antropogênica:</b> despejos domésticos; despejos industriais; microrganismos e erosão; <b>Importância:</b> <i>Origem natural:</i> não traz inconvenientes sanitários diretos. Porém, é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (diminuindo a eficiência da desinfecção); <i>Origem antropogênica:</i> pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos; <b>Em corpos d'água:</b> pode reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas; e controle da operação das estações de tratamento de água
<b>Sabor e Odor</b>
<b>Conceito:</b> o sabor é a interação entre o gosto (salgado, doce, azedo e amargo) e o odor (sensação olfativa); <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos e gases dissolvidos; <b>Origem natural:</b> matéria orgânica em decomposição; microrganismos (ex.: algas); e gases dissolvidos (ex.: gás sulfídrico H <sub>2</sub> S); <b>Origem antropogênica:</b> despejos domésticos; despejos industriais; e gases dissolvidos (ex.: H <sub>2</sub> S); <b>Importância:</b> não representa risco à saúde, mas consumidores podem questionar a sua confiabilidade, e buscar águas de maior risco. Representa a maior causa de reclamações dos consumidores; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas
<b>Temperatura</b>
<b>Conceito:</b> medição da intensidade de calor; <b>Origem natural:</b> transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo); <b>Origem antropogênica:</b> águas de torres de resfriamento e despejos industriais; <b>Importância:</b> elevações da temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura); elevações da temperatura diminuem a solubilidade dos gases (ex.: oxigênio dissolvido); e elevações da temperatura aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis); <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de corpos d'água; e caracterização de águas residuárias brutas

**Fonte:** adaptado de PHILIPPI JÚNIOR (2005); CONAMA (2005); MOTA (2006).

Destaca-se que existem outros parâmetros físicos que caracterizam os mananciais de abastecimento de água. Por um aspecto meramente ilustrativo, apresentaram-se apenas alguns destes no Quadro 2.

Dentre os parâmetros de qualidade das águas destacam-se os parâmetros químicos mais importantes, que se encontram no Quadro 3 a seguir.

### Quadro 3 - Parâmetros químicos das águas de mananciais de abastecimento.

PARÂMETROS QUÍMICOS
<b>pH</b>
<p><b>Conceito:</b> potencial hidrogeniônico. Representa a concentração de íons hidrogênio <math>H^{4+}</math> (em escala anti logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos dissolvidos, gases dissolvidos; <b>Origem natural:</b> dissolução de rochas; absorção de gases da atmosfera; oxidação da matéria orgânica; e fotossíntese; <b>Origem antropogênica:</b> despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica); e despejos industriais (ex.: lavagem ácida de tanques); <b>Importância:</b> é importante em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza); pH baixo: corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento; pH elevado: possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento; e valores de pH afastados da neutralidade: podem afetar a vida aquática (ex.: peixes) e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas; caracterização de águas residuárias brutas; controle da operação de estações de tratamento de água (coagulação e grau de incrustabilidade/corrosividade); controle da operação de estações de tratamento de esgotos (digestão anaeróbia); e caracterização de corpos d'água.</p>
<b>Alcalinidade</b>
<p><b>Conceito:</b> quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH: capacidade tampão). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (<math>HCO_3</math>), carbonatos (<math>CO_3^{2-}</math>) e os hidróxidos (<math>OH^-</math>). A distribuição entre as três formas na água é função do pH; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos dissolvidos; <b>Origem natural:</b> dissolução de rochas; e reação do <math>CO_2</math> com a água (<math>CO_2</math> resultante da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica); <b>Origem antropogênica:</b> despejos industriais; <b>Importância:</b> não tem significado sanitário para a água potável, mas em elevadas concentrações confere um gosto amargo para a água; é uma determinação importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações; e é uma determinação importante no tratamento de esgotos, quando há evidências de que a redução do pH pode afetar os microrganismos responsáveis pela depuração; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas; caracterização de águas residuárias brutas; e controle da operação de estações de tratamento de água (coagulação e grau de incrustabilidade/corrosividade).</p>
<b>Acidez</b>
<p><b>Conceito:</b> capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases. É devida principalmente à presença de gás carbônico livre (pH entre 4,5 e 8,2); <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos dissolvidos e gases dissolvidos (<math>CO_2</math>, <math>H_2S</math>); <b>Origem natural:</b> <math>CO_2</math> absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição da matéria orgânica; e gás sulfídrico; <b>Origem antropogênica:</b> despejos industriais (ácidos minerais ou orgânicos); e passagem da água por minas abandonadas, vazadouros de mineração e das borras de minério; <b>Importância:</b> tem pouco significado sanitário; águas com acidez mineral são desagradáveis ao paladar, sendo recusadas; e responsável pela corrosão de tubulações e materiais; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento (inclusive industriais) brutas e tratadas</p>
<b>Dureza</b>
<p><b>Conceito:</b> concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os cátions bivalentes <math>Ca^{2+}</math> e <math>Mg^{2+}</math>. Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados. A dureza pode ser classificada como <i>dureza carbonato</i> e <i>dureza não carbonato</i>, dependendo do ânion com a qual ela está associada. A dureza correspondente à alcalinidade é denominada dureza carbonato, enquanto que as demais formas são caracterizadas como dureza não carbonato. A dureza carbonato é sensível ao calor, precipitando-se em elevadas temperaturas; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos dissolvidos; <b>Origem natural:</b> dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio (ex.: rochas calcárias); <b>Origem antropogênica:</b> despejos industriais; <b>Importância:</b> não há evidências de que a dureza cause problemas sanitários, e alguns estudos realizados em áreas com maior dureza indicaram uma menor incidência de doenças cardíacas; em determinadas concentrações, causa um sabor desagradável e pode ter efeitos laxativos; reduz a formação de espuma, implicando num maior consumo de sabão; e causa incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores (devido à maior precipitação nas temperaturas elevadas); <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento (inclusive industriais) brutas e tratadas para verificação da presença e quantidade desse parâmetro químico.</p>
<b>Ferro e Manganês</b>
<p><b>Conceito:</b> o ferro e o manganês estão presentes nas formas insolúveis (<math>Fe^{3+}</math> e <math>Mn^{4+}</math>) numa grande quantidade de tipos de solos. Na ausência de oxigênio dissolvido (ex.: água subterrânea ou fundo de lagos), eles se apresentam na forma solúvel (<math>Fe^{2+}</math> e <math>Mn^{2+}</math>). Caso a água contendo as formas reduzidas seja exposta ao ar atmosférico (ex.: na torneira do consumidor), o ferro e o manganês voltam a se oxidar às suas formas insolúveis (<math>Fe^{3+}</math> e <math>Mn^{4+}</math>), o que pode causar cor na água, além de manchar</p>

roupas durante a lavagem; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos em suspensão ou dissolvidos; <b>Origem natural:</b> dissolução de compostos do solo; <b>Origem antropogênica:</b> despejos industriais; <b>Importância:</b> tem pouco significado sanitário nas concentrações usualmente encontradas nas águas naturais; em pequenas concentrações causam problemas de cor na água; e em certas concentrações, podem causar sabor e odor (mas, nessas concentrações, o consumidor já rejeitou a água, devido à cor); <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas
<b>Cloretos</b>
<b>Conceito:</b> todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os cloretos (Cl <sup>-</sup> ) são advindos da dissolução de sais (ex.: cloreto de sódio); <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos dissolvidos; <b>Origem natural:</b> dissolução de minerais; e intrusão de águas salinas; <b>Origem antropogênica:</b> despejos domésticos; despejos industriais; e águas utilizadas em irrigação; <b>Importância:</b> em determinadas concentrações imprime um sabor salgado à água; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas.
<b>Nitrogênio</b>
<b>Conceito:</b> dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este alterna-se entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: (a) nitrogênio molecular (N <sub>2</sub> ), escapando para a atmosfera, (b) nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), (c) amônia, (d) nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) e (e) nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ); <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos; <b>Origem natural:</b> constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos; <b>Origem antropogênica:</b> despejos domésticos; despejos industriais; excrementos de animais; e fertilizantes; <b>Importância:</b> o nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul); o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado <i>Eutrofização</i> ); o nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática); o nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes; o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos; os processos de conversão do nitrogênio têm implicações na operação das estações de tratamento de esgotos; e em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato); <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas; caracterização de águas residuárias brutas e tratadas; e caracterização de corpos d'água.
<b>Fósforo</b>
<b>Conceito:</b> o fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de <i>ortofosfato</i> , <i>polifosfato</i> e <i>fósforo orgânico</i> . Os <i>ortofosfatos</i> são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples. As formas em que os ortofosfatos se apresentam na água (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) dependem do pH, sendo a mais comum na faixa usual de pH o HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . Os <i>polifosfatos</i> são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo. O <i>fósforo orgânico</i> é normalmente de menor importância; <b>Forma do constituinte responsável:</b> sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos; <b>Origem natural:</b> dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica; <b>Origem antropogênica:</b> despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes; <b>Importância:</b> o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento; o fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização); e o fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> caracterização de águas residuárias brutas e tratadas; e caracterização de corpos d'água.
<b>Oxigênio Dissolvido</b>
<b>Conceito:</b> o oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos <i>aeróbios</i> (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se as condições <i>anaeróbias</i> (ausência de oxigênio), com geração de maus odores; <b>Forma do constituinte responsável:</b> gás dissolvido; <b>Origem natural:</b> dissolução do oxigênio atmosférico e produção pelos organismos fotossintéticos; <b>Origem antropogênica:</b> introdução de aeração artificial; <b>Importância:</b> o oxigênio dissolvido é vital para os seres aquáticos aeróbios; e o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos; <b>Utilização mais frequente do parâmetro:</b> controle operacional de estações de tratamento de esgotos; e caracterização de corpos d'água.
<b>Matéria Orgânica</b>
<b>Conceito:</b> a matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo do



oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, a gordura e os óleos, além da ureia, fenóis, pesticidas e outros em menor quantidade. A matéria carbonácea divide-se nas seguintes frações: (a) não biodegradável (em suspensão e dissolvida) e (b) biodegradável (em suspensão e dissolvida). Em termos práticos, usualmente não há necessidade de se caracterizar a matéria orgânica em termos de proteínas, gorduras, carboidratos etc. Ademais, há uma grande dificuldade na determinação laboratorial dos diversos componentes da matéria orgânica nas águas residuárias, face à multiplicidade de formas e compostos em que a mesma pode se apresentar. Em assim sendo, utilizam-se normalmente métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica, ou do seu potencial poluidor. Nesta linha, existem duas principais categorias: (a) *Medição do consumo de oxigênio* (Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO; Demanda Química de Oxigênio (DQO)); e (b) *Medição do carbono orgânico* (Carbono Orgânico Total - COT). A DBO é o parâmetro tradicionalmente mais utilizado; **Forma do constituinte responsável:** sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos; **Origem natural:** matéria orgânica vegetal e animal; **Origem antropogênica:** despejos domésticos e despejos industriais; **Importância:** a matéria orgânica é responsável pelo consumo do oxigênio dissolvido na água pelos microrganismos decompositores; a DBO retrata, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo do oxigênio dissolvido; e a DBO é um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água; **Utilização mais frequente do parâmetro:** caracterização de águas residuárias brutas e tratadas; e caracterização de corpos d'água

#### Micropoluentes Inorgânicos

**Conceito:** uma grande parte dos micropoluentes inorgânicos são tóxicos. Entre estes, tem especial destaque os metais pesados. Entre os metais pesados que se dissolvem na água incluem-se o arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio e prata. Vários destes metais se concentram na cadeia alimentar, resultando num grande perigo para os organismos situados nos degraus superiores. Felizmente as concentrações dos metais tóxicos nos ambientes aquáticos naturais são pequenas. Além dos metais pesados, há outros micropoluentes inorgânicos de importância em termos de saúde pública, como os cianetos, o flúor e outros; **Forma do constituinte responsável:** sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos; **Origem natural:** a origem natural é de menor importância; **Origem antropogênica:** despejos industriais, atividades mineradoras, atividades de garimpo e agricultura; **Importância:** os metais pesados são tóxicos para os habitantes dos ambientes aquáticos e para os consumidores da água; **Utilização mais frequente do parâmetro:** caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas; caracterização de águas residuárias brutas e tratadas; e caracterização de corpos d'água.

#### Micropoluentes Orgânicos

**Conceito:** alguns materiais orgânicos são resistentes à degradação biológica, não integrando os ciclos biogeoquímicos, e acumulando-se em determinado ponto do ciclo (interrompido). Entre estes, destacam-se os defensivos agrícolas, alguns tipos de detergentes (ABS, com estrutura molecular fechada) e um grande número de produtos químicos. Uma grande parte destes compostos, mesmo em reduzidas concentrações, está associada a problemas de toxicidade; **Forma do constituinte responsável:** sólidos dissolvidos; **Origem natural:** vegetais com madeira (tanino, lignina, celulose, fenóis); **Origem antropogênica:** despejos industriais; detergentes; processamento e refinamento do petróleo; e defensivos agrícolas; **Importância:** os compostos orgânicos incluídos nesta categoria não são biodegradáveis; e uma grande parte destes compostos são tóxicos; **Utilização mais frequente do parâmetro:** caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas; caracterização de águas residuárias brutas e tratadas; e caracterização de corpos d'água

**Fonte:** adaptado de PHILIPPI JÚNIOR (2005); CONAMA (2005); MOTA (2006).

Destaca-se que existem outros parâmetros químicos que caracterizam os mananciais de abastecimento de água. Por um aspecto meramente ilustrativo, apresentaram-se apenas alguns destes no Quadro 3.

Há que se destacar, também, os **parâmetros biológicos** de indicação da qualidade das águas de mananciais de abastecimento. Existem muitos marcadores para esses parâmetros. Em função da disseminação de técnicas aceitas para fins de caracterização da água destacam-se os coliformes totais, ovos de helmintos e *escherichia coli* (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

### 3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

A água é um elemento necessário em quantidade suficiente e qualidade adequada à proteção da saúde humana, à consecução de suas atividades corriqueiras e ao desenvolvimento econômico. Com o intuito de obtê-la, o usuário pode valer-se tanto de soluções individuais quanto de soluções coletivas. Entretanto, em ambos os casos, o usuário deverá vincular-se a entidade responsável pelo abastecimento, cabendo a essa a fiscalização desse vínculo.

O sistema de abastecimento de água é uma solução coletiva que apresenta as seguintes vantagens: maior facilidade na proteção do manancial que abastece a população, já que só há um ponto de distribuição de água, ainda que oriunda de vários locais de captação desse manancial; maior facilidade na manutenção e supervisão das unidades que compõem o sistema e maior controle da qualidade da água consumida; e por último, ganhos de escala. As unidades que compõem o sistema de abastecimento de água são: manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição e alguns casos de estações elevatórias de recalque (AMPLA CONSULTORIA E PLANEJAMENTO, 2014).

O Quadro 4 a seguir apresenta alguns conceitos e caracterizações que são importantes para se compreender e pretender um tratamento de qualidade que atinja os objetivos para o uso ao qual se destinam.

**Quadro 4 –** Conceitos utilizados em estações de tratamento de água.

<b>MANANCIAL</b>
É toda fonte de onde se retira a água utilizada para abastecimento residencial, comercial, industrial e outros fins. De maneira geral, quanto à origem, os mananciais são classificados em (BRASIL, 2006b): <b>água superficial:</b> são os córregos, os ribeirões, os rios ou os lagos, isto é, os corpos de água formados pela água que escorre sobre a superfície do solo; <b>água subterrânea:</b> formada pela água que se infiltra e se movimenta abaixo da superfície do solo, ou seja, no interior da crosta terrestre, e que se manifesta por meio de nascentes, poços rasos, poços profundos, drenos etc; e <b>água de chuva:</b> água que se precipita em direção à superfície do planeta e é aproveitada antes que atinja essa superfície, durante as chuvas.
<b>CAPTAÇÃO</b>
A captação é o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a retirada de água do manancial. Independentemente do tipo de manancial, alguns cuidados são universais. A captação deve estar num ponto em que, mesmo nos períodos de maior estiagem, ainda seja possível a retirada de água em quantidade e qualidade satisfatórias.
<b>ADUÇÃO</b>
A adução é o nome dado ao transporte de água, podendo ser de água bruta, ou seja, sem tratamento,

que ocorre entre a captação e a Estação de Tratamento de Água (ETA), ou ainda, de água tratada, entre a ETA e os reservatórios. O transporte da água pode dar-se de duas formas: utilizando energia elétrica ou energia potencial (gravidade). A utilização de uma ou de outra forma está intrinsecamente ligada ao relevo da região onde se encontra a captação, a ETA e os reservatórios. Sempre que possível irá se optar pelo transporte pela gravidade.

#### TRATAMENTO

A observação de boas práticas em tratamento de água se inicia já na etapa de projeto. A escolha definitiva do manancial de abastecimento e a seleção da alternativa de tratamento devem levar em consideração séries históricas de informações sobre a qualidade da água, contemplando as variações sazonais. Além disso, a seleção da alternativa de tratamento e a determinação dos parâmetros de projeto devem, preferencialmente, ser baseados em ensaios de tratabilidade, em experimentos de bancada ou em escala piloto, de forma que se obtenham os parâmetros ótimos de operação. Assim, a determinação dos parâmetros de projeto deve contemplar as possíveis variações de vazões afluentes à ETA, decorrentes de alternativas de operação e de aumento de demanda de consumo ao longo do período de projeto. Por melhor que seja a qualidade da água bruta, aquela captada no manancial, ainda assim ela necessita de alguma espécie de tratamento para se tornar apta ao consumo humano. Um dos principais objetivos do tratamento da água é adequá-la aos padrões de potabilidade prescritos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Além da potabilidade, o tratamento visa a prevenir o aparecimento de doenças de vinculação hídrica, o aparecimento da cárie dentária - por meio de fluoretação - e ainda proteger o sistema de abastecimento dos efeitos da corrosão e do encrustamento. O processo de tratamento de água é composto pelas seguintes etapas: **clarificação**, com o objetivo de remover os sólidos presentes na água; **desinfecção**, para eliminação dos microrganismos que provocam doenças; e **fluoretação**, para prevenção das cáries e controle de corrosão. No entanto, nem todas essas fases de tratamento são sempre requeridas. Na prática, são as características de cada água que irão determinar quais processos serão necessários para que se obtenha um efluente final de qualidade. As águas superficiais, usualmente encontradas, em geral, não atendem aos padrões de potabilidade. Já as águas subterrâneas, geralmente, dispensam, devido à baixa turbidez, o processo de clarificação. Apesar de haver certa maleabilidade quanto aos processos empregados, a Resolução CONAMA 357/05, quando trata do abastecimento humano, impõe obrigatoriamente, mesmo para as águas de melhor qualidade, as de classe especial, o processo de desinfecção.

#### RESERVAÇÃO

A reservação, materializada pelos reservatórios, tem por finalidades: armazenamento para atender às variações de consumo; permite um escoamento com diâmetro uniforme na adutora, possibilitando a adoção de diâmetros menores; proporciona uma economia no dimensionamento da rede de distribuição; armazenamento para atender às demandas de emergência; evita interrupções no fornecimento de água, no caso de acidentes no sistema da adução, na estação de tratamento ou mesmo em certos trechos do sistema de distribuição; armazenamento para dar combate ao fogo; e melhoria das condições de pressão da água na rede de distribuição, entre outros

#### REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Entende-se por rede de distribuição o conjunto de peças especiais destinadas a conduzir a água até os pontos de tomada das instalações prediais, ou os pontos de consumo público, sempre de forma contínua e segura. Destacam-se as tubulações - troncos, mestras ou principais, alimentadas diretamente pelo reservatório de montante ou pela adutora em conjunto com o reservatório de jusante, das quais partem as tubulações que se distribuem pelas diversas artérias da cidade

**Fonte:** adaptado de BRASIL (2006b); AMPLA CONSULTORIA E PLANEJAMENTO (2014); MASCARÓ, YOSHINAGA (2005).

A necessidade ou não de todas as etapas no processo de potabilização da água em estações de tratamento (Quadro 4) vai depender das características dos mananciais e da qualidade de água a ser oferecida à população. Longe de se querer esgotar o assunto, tem-se no Quadro 4 alguns conceitos que serão importantes para o entendimento de como é feita a potabilização da água em Maringá.

Assim, o referencial teórico apresentado até o momento servirá de subsídios para os procedimentos metodológicos e para a apresentação dos resultados compilados da concessionária de tratamento de água de Maringá.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento desse artigo científico, utilizou-se de uma pesquisa teórica, bibliográfica, documental e descritiva. As pesquisas foram realizadas em materiais disponíveis em bases de dados, anais de congressos científicos, periódicos e na *home page* da concessionária que presta o serviço de potabilização e distribuição de água em Maringá. É uma pesquisa qualitativa que visa demonstrar as ações, técnicas e processos utilizados para o tratamento da água que é servida à população de Maringá, estado do Paraná. Destaca-se que essa pesquisa fora realizada durante a pandemia da COVID-19, o que impossibilitou visitas *in loco* e pesquisas de campo mais quantitativas relacionadas ao tema.

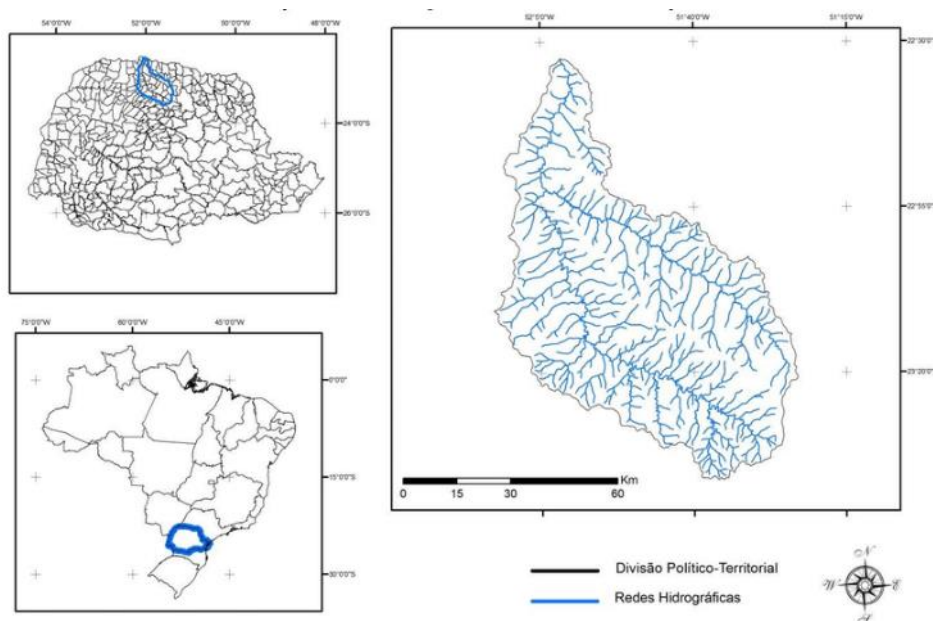
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentadas as principais características do manancial que abastece a cidade de Maringá/PR, o Rio Pirapó, a estação de tratamento de água da cidade e as características de potabilidade da água servida à população.

### 5.1 O Rio Pirapó

A bacia do Rio Pirapó (Figura 1), localiza-se no Terceiro Planalto paranaense, nas mesorregiões geográficas Norte Central e Noroeste paranaense, entre as latitudes 22°32'30"S e 23°36'18"S; e as longitudes 51°22'42"W e 52°12'30"W. Drena uma área de 5.096,86 km<sup>2</sup>.

**Figura 1** - Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Pirapó.



**Fonte:** PORTAL DO PROFESSOR (2013).

O rio Pirapó é afluente do rio Paranapanema, integra a grande bacia Platina e tem como limites a bacia do rio Ivaí ao sul, do rio Paranapanema IV a oeste, e a do rio Tibagi, juntamente com a do Paranapanema III a leste. Ao longo de seu curso o rio Pirapó recebe águas de mais de 120 afluentes, sendo o maior deles o rio Bandeirantes do Norte, cujas nascentes se localizam no município de Arapongas e após percorrer 166,29 km, desemboca no rio Pirapó nas divisas entre Paranacity, Lobato e Colorado. Em Maringá, o Pirapó é o responsável maior pelo abastecimento da quase totalidade dos seus 415 mil habitantes. Circunscrita à sua área se encontram total ou parcialmente 35 municípios que, somados totaliza 1.011.462 habitantes (RIGON; PASSOS, 2014).

De acordo com Cassaro e Carreia (2005), os principais conflitos entre o uso e a aptidão das terras desta bacia estão relacionados com a utilização de terras com agricultura intensiva, provocando a degradação do solo, com reflexos na qualidade ambiental da área, e afetando como consequência os recursos hídricos, já que 56% da área da bacia do Rio Pirapó é agricultável.

## 5.2 Estação de Tratamento de Água em Maringá/PR

De acordo com SANEPAR (2016), o sistema de abastecimento público de Maringá é constituído pelas seguintes fases:

- *Captação*: processo para coletar a água bruta no manancial;
- *Pré sedimentação*: processo para reduzir a turbidez (partículas sólidas em suspensão) e melhorar a qualidade da água bruta;
- *Adução*: processo de transporte da água do manancial (rio, poço ou represa) para a estação de tratamento;
- *Coagulação*: processo de adição de produtos químicos para separar as impurezas da água;
- *Floculação*: processo para juntar partículas de sujeira;
- *Decantação*: processo no qual as partículas mais pesadas vão para o fundo dos tanques;
- *Flotação*: processo onde é adicionado ar dissolvido para que as partículas fiquem mais leves e subam dentro dos tanques de tratamento;
- *Filtração*: processo no qual os filtros eliminam as partículas de impurezas;
- *Desinfecção*: processo no qual se usa cloro ou outro método para eliminar bactérias;
- *Fluoretação*: processo pelo qual se adiciona flúor para a prevenção de cárie dentária;
- *Reservação*: processo de armazenamento (reservatórios); e
- *Distribuição*: processo de distribuição, por meio de tubos, da água para a cidade.

Os reservatórios são lavados e higienizados a cada 6 meses e no sistema de distribuição são executadas descargas periódicas para assegurar que a água distribuída não sofra alterações da qualidade. Os produtos químicos que a Sanepar utiliza são os mais comuns e universalmente empregados no tratamento de água.

Apresenta-se no Quadro 5, as principais características da estação de tratamento de água da cidade de Maringá/PR.

**Quadro 5 – Estação de Tratamento de Água de Maringá/PR.**

<b>Captação</b>	A captação no Pirapó foi implantada pela CODEMAR com início da operação datada de 01/09/1980, porém em 1997 a SANEPAR mudou o ponto de captação para uma região 200 metros acima da original, para fugir do aflente Rio Sarandi que, segundo a empresa, era foco de poluição, tornando assim a captação de água bruta em duas elevatórias, baixo e alto recalque.
<b>Adução de água bruta</b>	A adução de água bruta até a ETA é feita por meio de 02 adutoras, sendo a 1ª linha de Ø 600 mm, aço soldado, extensão de 12.528 metros e a 2ª linha de Ø 800 mm, aço junta elástica, extensão de 12.528 metros.
<b>Estação de tratamento de água</b>	A ETA de Maringá está localizada à Rua Pedro Taques, 1.381, bairro Jardim Alvorada. Opera em média 22 horas/dia. Inaugurada em março de 1964, a ETA é do tipo convencional com vazão nominal de 1.440 l/s, atualmente opera com uma vazão média de 1.000 l/s, cuja relação e descrição sucinta das unidades operacionais são apresentadas em sequência.
<b>Chegada de água bruta</b>	A chegada é feita por adutora de Ø 1.000 mm com medidor eletromagnético de vazão, onde a jusante deste medidor é feita uma tomada de amostra, que é recalçada para o laboratório e essa adutora deságua numa caixa onde é realizada a dosagem primária de cloro e mais adiante encontra um canal com ressalto hidráulico para mistura rápida do coagulante.
<b>Floculadores</b>	Existem dois módulos distintos de floculação, sendo um formado por oito agitadores mecânicos do tipo turbina com eixo vertical operando em série sendo quatro deles com gradientes de 75 e 60 s <sup>-1</sup> e quatro com gradientes de 45, 35, 25 e 15 s <sup>-1</sup> . O outro módulo de floculação é do tipo hidráulico com chicanas horizontais e gradientes que variam também de 75 a 15 s <sup>-1</sup> .
<b>Decantadores</b>	É composto por doze decantadores do tipo acelerado de fluxo vertical, com lonas inclinadas a 60º e logo acima das lamelas estão instaladas tela (rede) de plástico com malha de aproximadamente 2 mm. Cada decantador possui sistema de descarga de lodo de fundo e a limpeza dos decantadores, segundo informações dos técnicos da concessionária que opera o sistema, tem frequência de doze (12) dias.
<b>Filtros</b>	Existem dez unidades de filtração rápida, abastecidas por gravidade, de leito misto com areia e antracito. Estas unidades possuem uma carreira de 24 a 36 horas com um tempo aproximado de 10 minutos e total estimado em 15 minutos. Os filtros estão dispostos em duas baterias de 4 filtros em cada lado da casa de química, centralizando a galeria e comando dos filtros. Os outros dois filtros fazem parte do conjunto floco-decantador, formando um bloco floco-decantador e filtros. Os filtros possuem uma área filtrante total de 42 m <sup>2</sup> , o fundo é do tipo calhas californianas e a calha de distribuição de água decantada e de coleta de água de lavagem em concreto. O volume de água gasto tanto no processo como na retrolavagem são medidos por meio de macromedidores de vazão/volume. Saindo dos filtros a água filtrada vai à câmara de contato onde ocorre a desinfecção final, correção de acidez e fluoretação e daí aduzida, por gravidade, através de um canal para os dois reservatórios enterrados construídos na área da ETA sendo um de 7.500 m <sup>3</sup> e outro de 12.000 m <sup>3</sup> .
<b>Laboratório</b>	Para o controle operacional e de qualidade, a ETA conta com um laboratório que possui: 1 capela de exaustão de gases; 1 balança com capacidade de 1 Kg; 1 espectrofotômetro DR 2000 Hach; 1 analisador de pH; 1 turbidímetro Hach; 1 destilador de água acoplado a 01 purificador de água por osmose reversa; 1 equipamento de jarrest Milan; 1 pipeta automática com capacidade de 10 ml; 4 cones de <i>Imhoff</i> ; 1 densímetro; 1 bureta automática digital. Neste laboratório são realizados os seguintes controles: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>na água bruta</i>: pH, cor, turbidez, alcalinidade;</li> <li>• <i>na água coagulada</i>: pH podendo ser analisado o residual de cloro;</li> <li>• <i>na água decantada</i>: turbidez;</li> <li>• <i>na água filtrada</i>: turbidez;</li> <li>• <i>na água tratada</i>: pH, cor, turbidez, flúor e cloro; e</li> <li>• 18 coletas por dia para análise de cloro, pH, cor, turbidez e bacteriologia (*)</li> </ul>

(\*) Não especificado os pontos de coleta pela concessionária

Fonte: adaptado de AMPLA CONSULTORIA E PLANEJAMENTO (2014).

### 6.3 Características de Potabilidade da Água em Maringá/PR

De acordo com SANEPAR (2016), a qualidade da água fornecida à população de Maringá/PR é controlada diariamente desde a captação no rio e/ou poço, durante todo o processo de tratamento e até o cavalete das residências. Além deste controle, são analisados todos os produtos químicos utilizados para o tratamento da água. A qualidade da água distribuída é verificada através de amostras coletadas em pontos estratégicos da rede, para atender o número mínimo de amostragem exigido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Os parâmetros analisados e a frequência são apresentados no Quadro 6.

**Quadro 6 – Periodicidade dos ensaios realizados pela SANEPAR em Maringá/PR(\*).**

Parâmetro	Especificação	Periodicidade
<b>Microbiológico</b>	<i>Coliformes Totais</i> : indicador utilizado para medir contaminação por bactérias provenientes do meio ambiente; <i>Escherichia Coli</i> : indicador de presença de bactérias de origem animal; <i>Algas/Cianobactérias</i> (exceto para poços)	Mensal
<b>Químicos</b>	Inorgânicos, orgânicos e Agrotóxicos	Trimestral e semestral, inclusive para poços
<b>Físicos</b>	<i>Turbidez</i> : ocorre devido às partículas em suspensão, deixando a água com aparência turva; <i>Cor</i> : ocorre devido às substâncias dissolvidas na água. <i>Cloro Residual Livre</i> : produto químico utilizado para eliminar bactérias. <i>Flúor</i> : produto químico adicionado à água para prevenir a cárie dentária.	Mensal

(\*) Este controle é realizado através de análises executadas em laboratórios próprios e/ou terceirizados.

**Fonte:** adaptado de SANEPAR (2016).

No Quadro 7 tem-se os resultados para a caracterização da potabilidade da água distribuída em Maringá/PR.

**Quadro 7 - Características da água distribuída em Maringá/PR.**

	MARINGÁ			
	Média dos Últimos 30 Resultados	Mínimo / Máximo Permitido (Legislação*)	Unidade	Data da Análise
<b>Cor</b>	2,50	15,0	uH-Un.Cor	31/03/2021
	A cor de uma água é consequência de substâncias dissolvidas. Na maioria dos casos estas substâncias são de natureza orgânica proveniente de matéria vegetal em decomposição, e/ou pela presença de partículas inorgânicas finamente divididas e dispersas na água. A cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. Pela Portaria vigente do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para a cor aparente na rede de distribuição é de 15 uH (Unidade de Hazen).			
<b>Fluoretos</b>	0,8	0,6 a 1,1	mg/L F	31/03/2021



	De acordo com Lei Federal as águas de abastecimento público devem ser fluoretadas. A introdução de íons de fluoretos em águas de abastecimento tem a finalidade de prevenir a cárie dental. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para os íons de fluoretos na rede de distribuição é de 1,5 mg/l.			
<b>Turbidez</b>	0,41	5,0	NTU	31/03/2021
	Turbidez é a medição da resistência da água à passagem da luz. A turbidez é provocada pela presença de partículas suspensas, finamente divididas ou em estado coloidal. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para a rede de distribuição é de 5.0 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez).			
<b>pH</b>	6,93	6,0 a 9,5	---	31/03/2021
	É a medição da acidez, neutralidade ou alcalinidade. Os valores do pH encontram-se distribuídos entre zero e 14. Entre zero e 7 encontra-se a faixa ácida, o ponto 7 indica neutralidade e a faixa de 7 a 14 encontra-se a faixa alcalina. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o valor mínimo recomendado é 6.0 e o valor máximo é 9.5 Unidade de pH			
<b>Cloro Residual</b>	1,00	0,2 a 5,0	mg/L Cl	31/03/2021
	A permanência de um residual de cloro na água assegura a manutenção da qualidade microbiológica, desde o ponto de tratamento até o ponto de consumo. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o teor mínimo de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição deve ser de 0,2 mg/l e o valor máximo permitido de cloro livre em água potável é 5,0 mg/l.			
<b>Alumínio**</b>	---	0,2	mg/L Al	
	Presente na água podem provocar precipitações e sedimentações, alterando a qualidade estética da água. É necessário ao metabolismo humano nutricional. O resultado da análise de alumínio é expresso em mg/l. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para o alumínio é de 0.2 mg/l.			
<b>Ferro**</b>	---	0,3	mg/L Fe	
	Presente na água podem provocar alterações na qualidade estética da água. É necessário ao metabolismo humano nutricional. O resultado da análise de ferro é expresso em mg/l. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para o ferro é de 0.3 mg/l.			
<b>Manganês**</b>	---	0,1	mg/L Mn	
	Presente na água podem provocar alterações na qualidade estética da água. É necessário ao metabolismo humano nutricional. O resultado da análise de manganês é expresso em mg/l. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para o manganês é de 0.1 mg/l.			
<b>Microcistinas***</b>	---	1,00	ug/L	
	Microcistinas são substâncias químicas (toxinas) produzidas por cianobactérias e que podem ser altamente tóxicas para plantas, animais e humanos. As hepatotoxinas podem causar diarreias, vômitos, diminuição dos movimentos e hemorragia interna. O limite máximo permitido para água de consumo humano desta substância é de 1 mg/l, conforme a Portaria vigente.			
<b>Coliformes Totais</b>	0	(0) Ausente	NMP/100mL	31/03/2021
	Os coliformes totais é parâmetro de avaliação da integridade do sistema de distribuição. O grupo coliforme é o indicador ideal para monitorar a potabilidade da água para consumo humano e verificar a eficácia da cloração. As bactérias do grupo coliformes constituem um grupo de organismos com características comuns. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o resultado de deve apresentar ausência em 100 ml da amostra.			
<b>Escherichia Coli</b>	0	(0) Ausente	NMP/100mL	31/03/2021
	A Escherichia coli é o mais específico indicador de contaminação fecal, sendo a sua presença indicativa da provável ocorrência de organismos patogênicos. Na análise que acusar a presença de <i>E.Coli</i> , ainda não indica necessariamente água contaminada por bactérias patogênicas ou outros vírus, mas a probabilidade é muito grande. De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde o resultado deve apresentar ausência em 100 ml da amostra.			

\* Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5/17 - MS.

\*\* Resultado referente a média das duas últimas amostras semestrais (se não houver resultado na pesquisa, não houve necessidade de análise para o referido parâmetro, conforme preconiza a legislação de potabilidade vigente.

\*\*\* Resultado referente à saída do tratamento quando analisado, pois a análise só é realizada quando o valor encontrado no manancial for superior ao VMP determinado pela legislação vigente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por função apresentar os principais conceitos utilizados em processos de tratamento de água de mananciais superficiais destacando, de forma teórica, os mananciais superficiais, as estações de tratamento e potabilização de água e as características desejáveis das águas oferecidas à população. Como estudo de caso optou-se pela cidade de Maringá, no estado do Paraná. Tratou-se de uma pesquisa eminentemente teórica em função da pandemia da COVID-19, o que impossibilitou visitas *in loco* e pesquisas de campo mais quantitativas relacionadas ao tema.

Buscou-se nessa pesquisa teórica apresentar os processos e técnicas utilizadas para a potabilização da água em Maringá/PR, desde seu manancial superficial de abastecimento – o Rio Pirapó – até a qualidade da água ofertada à população. Notou-se que na maioria dos processos a Química se faz presente, por meio de tecnologias, processos e procedimentos utilizados.

Foram apresentadas algumas características do Rio Pirapó e sua localização, modificada e alterada pela presença de atividades humanas e industriais. Em função dessas características, apresentaram-se as etapas de tratamento pelas quais a água deve passar para sua potabilização.

Por isso, destacaram-se os processos unitários utilizados para a potabilização da água na estação de tratamento de Maringá. Dentre esses processos tem-se: captação, pré sedimentação, adução, coagulação, floculação, decantação, flotação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservação e distribuição. Também foram destacadas as periodicidades com que os ensaios são realizados pela concessionária, em laboratórios próprios ou terceirizados.

Por fim, elencaram-se as características da água distribuída à população maringaense, realizados em 31 de março de 2021. Foram listados os seguintes parâmetros: cor, turbidez, fluoretos, pH, cloro residual, alumínio, ferro, manganês, microcistinas, coliformes totais e *Escherichia Coli*, com todos os parâmetros conforme os permitidos pelas legislações em vigor.

Destaca-se a importância dos conhecimentos de Química em todas as etapas da realização dessa pesquisa, desde a descrição do manancial de abastecimento, das técnicas e processos unitários utilizados na estação de

tratamento e dos ensaios laboratoriais necessários para a identificação dos padrões de potabilidade. Percebe-se uma ligação clara entre os conhecimentos teóricos da Química e suas aplicações práticas no cotidiano.

Espera-se que pesquisas semelhantes a essa sejam realizadas em outras cidades com características semelhantes para que resultados de eficiência e qualidade em processos de tratamento e potabilização de água sejam comparados.

## REFERÊNCIAS

AMPLA CONSULTORIA E PLANELAMENTO. **Abastecimento de água e esgotamento sanitário de Maringá**. 2014. Disponível em: < <http://www.maringa.pr.gov.br/saneamento/pmsb1.pdf>>. Acesso em 20 mar. 2021.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Lei Federal 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Câmara dos Deputados, 1997. Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/470365.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde: Brasília, 2006a.

\_\_\_\_\_. **Boas práticas no abastecimento de água**: Procedimentos para a minimização de riscos à saúde Manual para os responsáveis pela vigilância e controle. Ministério da Saúde: Brasília, 2006b.

CASSARO, L.; CARREIA, M.F. Fatores de degradação ambiental da bacia de captação de água para a cidade de Maringá – Rio Pirapó. **Sanare**, Curitiba, v. 16, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre?codlegi=459>>. Acesso em 21 mar. 2021.

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992.

MASCARÓ, J.L.; YOSHINAGA, M. **Infraestrutura urbana**. Porto Alegre: L. Mascaró, J. Mascaró, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 28 mar. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Água**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

PHILIPPI JÚNIOR, A. (editor) **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri (SP): Manole, 2005.

PORTAL DO PROFESSOR. **Ficha técnica de aula sobre bacias hidrográficas**. 2013. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html53716>>. Acesso em 2 abr. 2021

RESULTADO DA ANÁLISE DE MARINGÁ. Registro sobre as características da água distribuída. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/conteudo/analise-da-qualidade-da-agua>>. Acesso em: 05 abr. 2021

RIGON, O.; PASSOS, M.M. Estudo fisiográfico da bacia hidrográfica do Rio Pirapó-PR. **Geografia**. Londrina, v. 23, n. 1, 2014

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SANEPAR. **Relatório anual da qualidade da água 2016**. Sistema de abastecimento de Maringá. 2016. Disponível em: <<http://relatorioqualidade.agua.sanepar.com.br/2016/pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2021.