

BIOENSAIO COM LACTUCA SATIVA E ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE GUIMARÂNIA-MG

Marcelo Thiago Miranda¹

Janainne Nunes Alves²

RESUMO

A água é um recurso natural extremamente precioso e de fundamental importância para a saúde pública. A cidade de Guimarães – MG apresenta atividade agrícola intensa e o município não conta com tratamento da água destinada ao abastecimento público, o que gera preocupação com a saúde da população. Assim, foram realizadas análises físico-químicas (pH, dureza total, teor de cloretos e alcalinidade) e bioensaios com *Lactuca sativa* na água coletada. Os resultados encontrados com os testes físico-químicos demonstraram que as amostras analisadas estavam de acordo com os padrões estabelecidos na legislação. O bioensaio com *Lactuca sativa* apresentou maior percentual de germinação das sementes e crescimento das raízes nas amostras, o que causa preocupação, pois pode indicar contaminação por fertilizantes. O aspecto barrento da água também preocupa, pois pode ser um indício de contaminação por microrganismos patogênicos. Conclui-se que o teste realizado com o bioindicador *Lactuca sativa* demonstra a necessidade de estudos futuros para quantificar e determinar os contaminantes presentes.

Palavras-chave: Água. Guimarães-MG. *Lactuca sativa*. Aspectos físico-químicos. Contaminantes.

¹ Graduando do curso de Farmácia pela Faculdade Patos de Minas – FPM. marcellothiagomiranda@hotmail.com

² Mestre em Química – UFU. Orientadora e docente do curso de Farmácia da Faculdade Patos de Minas – FPM. janainnennunes@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural muito precioso para a humanidade e está em constante discussão, sua disponibilidade, tanto em quantidade como em qualidade, é um dos principais fatores limitantes no desenvolvimento das cidades (ANDREIOLI et al., 1999 apud GUIMARÃES, LACAVA E MAGALHÃES, 2004).

A qualidade da água está diretamente relacionada à proteção da saúde pública e os critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por objetivo fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem perigosos à saúde (AGUILA *et al*, 2000).

O controle de qualidade de água destinada ao consumo humano, desde os sistemas produtores (mananciais, captação, tratamento) aos sistemas de distribuição (reservatório, redes), normalmente é realizado pela empresa responsável de saneamento local e monitorada pelas Secretarias de Saúde Estaduais. Este monitoramento institui números mínimos de amostras ou planos de amostragem, além dos padrões para a água potável restritos ao trecho que se inicia na captação e se encerra nas ligações domiciliares dos consumidores (ÁGUILA, 2000).

Com a revolução industrial e o crescimento urbano desordenado somado a agricultura predatória, vem ocorrendo forte interferência nos rios apresentando graves reflexos na qualidade das águas e conseqüentemente na biota aquática, com altos custos econômicos e sociais (LACAVA; MAGALHÃES, 2004).

Uma das grandes preocupações da humanidade diz respeito ao meio ambiente, sobretudo no que se refere à qualidade da água potável no mundo. Sabe-se que a agricultura é uma das inúmeras fontes possíveis de contaminação ambiental, geralmente apontada como importante contribuinte de poluentes (GRUTZMACHER *et al*, 2008).

O município de Guimarães-MG, por apresentar intensa atividade agrícola e conseqüente utilização de agroquímicos, que podem contaminar e não possuir empresa

de tratamento da água destinada ao abastecimento público, teve sua água avaliada no presente trabalho como forma de contribuir com a qualidade das águas, preservação dos recursos hídricos e saúde da população local.

1. CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

A agricultura moderna busca constante elevação de produtividade e maximização dos lucros, empregando uma carga expressiva de agroquímicos, dentre os quais se encontram os agrotóxicos, principalmente herbicidas, inseticidas e fungicidas, que podem causar poluição ambiental e desequilíbrio do agroecossistema.

Várias são as culturas que necessitam de agrotóxicos permitindo, de certa forma, a contaminação do meio ambiente; como exemplo, têm-se as culturas do fumo e arroz, que podem trazer problemas de contaminação ambiental quando do uso indiscriminado de agrotóxicos (GRUTZMACHER *et al*, 2008).

De acordo com Annibeli (2004) inseticidas, fungicidas, herbicidas e seus produtos de decomposição acham-se fartamente distribuídos na biosfera, sendo encontrados praticamente em todas as áreas do mundo, quer habitadas pelo homem ou não. Não há parte na Terra onde não existam pelo menos algumas moléculas dessas substâncias tóxicas em plantas, animais, solo, água e ar (PASCHOAL, 1979 *apud* ANNIBELLI, 2004).

Os agroquímicos são produtos químicos com vários graus de toxicidade, utilizados para prevenir ou destruir completamente ácaros, insetos, roedores, fungos, ervas daninhas, bactérias e outras formas de vida. Conseqüentemente são altamente prejudiciais ao solo, à água, ao ar, à lavoura, à pecuária, aos alimentos vegetais e animais e às pessoas (ANNIBELLI, 2004).

Atividades de origem agrícola oferecem riscos à qualidade das águas superficiais e subterrâneas sendo os agrotóxicos responsáveis principalmente pela forma de poluição difusa, onde o transporte destes poluentes do solo para a água pode ocorrer por lixiviação e por escoamento superficial (PIERZYNSKI *et al*, 2000 *apud*

LOURENÇATO, 2010). Os agroquímicos podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana e animal dependendo da toxicidade do grupo químico (GOMES *et al*, 2002), tempo de exposição, quantidade aplicada, e da persistência (tempo de meia-vida, ou seja, o tempo necessário para que a concentração do composto diminua 50%). (LOURENÇATO, 2010).

Diniz, Furtado e Melo Filho (2009) descrevem outras formas de contaminação das águas. Tal contaminação também pode ocorrer como resultado de atividades da comunidade com origem industrial ou doméstica, atividade hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Além de resíduos provenientes até mesmo dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis em face de melhor tecnologia disponível (FURTADO; MELO FILHO, 2009).

1.1 Doenças x contaminação das águas

A diminuição da qualidade da água nos países em desenvolvimento é um grave problema que necessita ser enfrentado, mais de cinco milhões de crianças com menos de cinco anos de idade morrem, por ano, em consequência da qualidade da água que bebem. Oitenta por cento de todas as doenças ocorrem devido à água contaminada por esgoto, resultado da ineficácia dos órgãos públicos em estabelecer uma infraestrutura sanitária. Um entre quatro leitos hospitalares é ocupado por pessoas que possuem doenças transmitidas pela água. Reconhece-se que, na grande maioria dos sistemas de abastecimento das zonas rurais de países em desenvolvimento, existe uma contaminação fecal generalizada, sendo recomendado que o organismo nacional de vigilância sanitária estabeleça objetivos em médio prazo para melhorar gradualmente o abastecimento (CEPIS/OMS, 2003 *apud* LACAVA; MAGALHÃES, 2004).

Estima-se que cerca de 80% de todas as moléstias em mais de um terço dos óbitos dos países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada, e, em média, até um décimo do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas à água (MORAES; JORDÃO, 2002).

As constantes emissões de dejetos industriais e produtos químicos degradam os recursos hídricos e podem levar a consequências sérias na saúde humana. A exposição humana (ocupacional ou não ocupacional) a essas emissões tem conduzido a efeitos na saúde que compreendem desde dores de cabeça, náuseas, irritações na pele e pulmões, a sérias reduções das funções neurológicas e hepáticas. Evidências dos efeitos genotóxicos à saúde, como câncer, defeitos congênitos e anomalias reprodutivas, também têm sido mencionadas. Aumento de incidência de carcinomas gastrointestinais, de bexiga, anomalias reprodutivas e más formações congênitas têm sido encontrados em populações que vivem próximas a perigosos depósitos de despejo (MORAES; JORDÃO, 2002).

Estudos em plantas e animais selvagens de ambientes impactados por despejos perigosos ou efluentes industriais proporcionam evidência adicional dos efeitos genotóxicos. Um aumento significativo de mutações cromossômicas foi verificado em plantas coletadas ao longo de um rio contaminado, quando comparadas a plantas crescendo em região não contaminada. Pesquisas realizadas com peixes de águas doce e salgadas têm mostrado alta incidência de neoplasias em espécies coletadas em correntes poluídas por despejos industriais (MORAES; JORDÃO, 2002).

Os riscos à saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias principais: 1) riscos relativos à ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; 2) riscos derivados de poluentes químicos e, em geral, efluentes de esgotos industriais (CHARRIERE *et al*, 1996; KRAMER *et al*, 1996 *apud* AGUILA, 2000).

As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem fontes de morbidade e são as responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifoide), com resultados frequentemente letais. Os vírus mais comumente encontrados nas águas contaminadas por dejetos

humanos, entre outros, são os da poliomielite e da hepatite infecciosa. Dentre os parasitas que podem ser ingeridos através da água destaca-se a *Entamoeba histolytica*, causadora da amebíase e suas complicações, inclusive para o lado hepático. É encontrada, sobretudo em países quentes e em locais onde existem más condições sanitárias (ÁGUILA, 2000).

1.2 Bioensaios

Para diagnosticar os problemas relacionados à poluição de determinados ambientes, sistemas teste vegetais vêm se destacando como excelentes modelos para triagem e monitoramento ambiental como bioindicadores. Através desse tipo de teste, podem ser realizados ensaios de aberrações cromossômicas, testes citogenéticos, ensaios de germinação de sementes e análise de crescimento (CUCHIARA, BORGES e BOBROWSKI, 2012).

Pelo fato de sementes tolerarem determinados níveis de estresse e por suas funções vitais estarem estritamente correlacionadas com o ambiente, elas são capazes de indicar o efeito de fatores ambientais. As sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e cebola (*Allium cepa* L.) têm sido relatadas como organismos altamente sensíveis que expressam qualquer alteração externa a que são submetidas (CUCHIARA, BORGES e BOBROWSKI, 2012).

O despejo de tóxicos altera a qualidade da água, que conseqüentemente afeta os organismos que habitam o rio, e essa contaminação acaba chegando ao ser humano afetando a sua saúde. A utilização de técnicas como os bioensaios permitem avaliar mudanças no meio ambiente, através do acompanhamento de reações específicas de alguns organismos. Os bioindicadores permitem a avaliação de riscos impostos por poluentes em ecossistemas através da detecção níveis crônicos ou agudos, além de possuir baixo custo (FURLAN, 2008).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para as análises de cloreto, dureza, alcalinidade e pH, assim como o método de preparo dos reagentes e coleta das amostras, serão realizadas de acordo com o Manual Prático de Análise de água da Funasa (2012).

2.1 Coleta da água

As amostras foram coletadas em frascos de vidro branco, boca larga, com tampa bem ajustada, capacidade de 250 mL, previamente limpos.

Procedimentos observados durante a coleta:

- a) lavagem das mãos com água e sabão;
- b) amostra de água foi coletada;
- c) pelo menos $\frac{3}{4}$ do volume do frasco foi preenchido;
- d) o frasco foi tampado, identificado através do local, hora e data da coleta;
- e) o frasco da amostra foi colocado na caixa de isopor com gelo.

2.2 Preparo dos reagentes

2.2.1 Determinação da Alcalinidade

a) Preparo de 500 mL de solução de H₂SO₄ (0,02 N)

Foram pipetados 0,3 mL de H₂SO₄ e diluídos em água destilada. A solução anterior foi colocada em um balão de 500 mL e o volume completado com água destilada até a marca de aferição. Em seguida foi efetuada a homogeneização.

b) Preparo de 1000 mL de Na₂CO₃ (0,002 N)

Foram pesados 0,106 g de Na₂CO₃ e diluídos em água destilada. A solução anterior foi colocada em um balão de 1000 mL e o volume completado com água destilada até a marca de aferição. Em seguida foi realizada a homogeneização.

c) Procedimento de padronização de H₂SO₄ com Na₂CO₃

Foram colocados 50 mL de Na₂CO₃ 0,002 N em um *Erlenmeyer* de 250 mL e adicionadas 4 gotas de *metilorange*. Foi efetuada a titulação com H₂SO₄ 0,02 N até a viragem para leve coloração avermelhada.

2.2.2 Determinação de cloretos**a) Preparo de 250 mL de NaOH (1N)**

10g de NaOH foram diluídos em água destilada e transferidos para um balão volumétrico de 250 ml. Foi utilizada água destilada para completar o volume até a marca de aferição. Em seguida foi realizada a homogeneização.

b) Preparo de 250 mL da solução de H₂SO₄ (1N)

Foram diluídos 7 mL de H₂SO₄ em água destilada. A solução foi colocada em um balão volumétrico de 250 mL e o volume completado com água destilada até a marca de aferição. Em seguida foi realizada a homogeneização.

c) Preparo de 250 mL de solução de NaCl (0,0141 N)

Foram pesados 0,206 g de NaCl e diluídos em água destilada. A solução foi colocada em um balão de 250 mL. O volume foi completado com água destilada até a marca de aferição. Em seguida foi realizada a homogeneização.

d) Preparo de 100 mL de solução indicadora de K₂CrO₄

Foram pesados 0,49 g de K_2CrO_4 e dissolvido em um pouco de água destilada. A solução foi colocada em um balão de 100 mL. O volume foi completado com água destilada até a marca de aferição. Em seguida foi realizada a homogeneização.

e) Padronização de $AgNO_3$ (0,0141 N) com $NaCl$ (0,0141 N)

Foram colocados 100 mL de $NaCl$ 0,0141 N em um *Erlenmeyer* de 250 mL. O pH foi ajustado entre 7 e 10 com $NaOH$ ou H_2SO_4 1 N. Foi adicionado 1 mL de cromato de potássio (K_2CrO_4). A titulação foi feita com nitrato de prata ($AgNO_3$) 0,0141 N até o aparecimento da cor amarelo / avermelhado.

2.2.3 Determinação do pH

A medida do pH foi efetuada com fitas colorimétricas.

2.2.4 Determinação da dureza

a) Preparo da solução de EDTA (0,01 mol/L)

A partir de uma solução de 0,05 mol/L foram preparados 250 mL de solução 0,01 mol/L. Foram medidos 50 mL de solução EDTA 0,05 mol/L e colocados em um balão volumétrico de 250 mL. O volume foi completado com água destilada até a marca de aferição. Em seguida foi realizada a homogeneização.

2.2.5 Alcalinidade

A alcalinidade foi determinada através da titulação com ácido sulfúrico.

Procedimento:

- Foram medidos 50 mL da amostra e colocados em um Erlenmeyer;
- Foram adicionadas 3 gotas da solução indicadora de vermelho de metila;
- O material foi titulado com a Solução de Ácido Sulfúrico 0,02 N até a mudança da cor azul-esverdeada para róseo;
- O volume total de H₂SO₄ gasto (V) em mL foi anotado.

Cálculo:

$$\text{CaCO}_3 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 50.000}{V_{\text{Amostra}}}$$

V H₂SO₄= volume de ácido sulfúrico gasto na titulação
 N H₂SO₄= normalidade do ácido sulfúrico
 V Amostra = volume da amostra

2.2.6 Cloretos

Para determinação de cloretos foi realizada a titulação com nitrato de prata.

Procedimento:

- foram colocados 100 mL de amostra no Erlenmeyer;
- o pH foi ajustado entre 7 e 10, com adição de NaOH ou H₂SO₄;
- foi adicionado 1 mL da solução indicadora de K₂CrO₄;
- foi realizada a titulação com a Solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0141 N até a viragem para amarelo avermelhado que é o ponto final da titulação;
- foi feito um branco da mesma maneira que a amostra.

Cálculo

$$\text{mg/L Cl}^- = (A - B) \times N \times 35.450 \text{ mL da amostra}$$

Onde:

A = mL do titulante gasto na amostra

B = mL do titulante gasto no branco

N = Normalidade do titulante

2.2.7 Dureza total

Na determinação da dureza foi adotado o procedimento a seguir:

- a) Foram tomados 25 mL da amostra e diluídos para 50 mL com água destilada em balão volumétrico;
- b) O material foi transferido para um bécker de 100 mL e adicionados 1 a 2 mL da solução tampão para elevar o pH a $10 \pm 0,1$;
- c) A solução foi transferida para um frasco Erlenmeyer de 250 mL e adicionados aproximadamente 0,05 gramas do Indicador negro de eriocromo;
- d) Foi efetuada a titulação com EDTA 0,01M agitando continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul (final da titulação);
- e) O volume de EDTA gasto (mL), foi anotado;
- f) Foi feito um branco com água destilada;
- g) O volume de EDTA gasto na titulação do branco foi subtraído do volume de EDTA gasto na titulação da amostra. A diferença é o volume que foi aplicado no cálculo abaixo.

$$\text{Dureza Total em mg/CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml de amostra}}$$

2.2.8 Toxicidade com *Lactuca Sativa*

A toxicidade com *Lactuca Sativa*, popularmente conhecida como alface, foi realizada de acordo com a metodologia de Keddy *et al*, 1995 *apud* Cunha (2012).

Foi utilizado um controle positivo constituído apenas por água destilada e um controle negativo constituído por uma solução de NaCl.

Foram preparadas soluções de NaCl nas seguintes concentrações 0,1 mol/L, 0,075 mol/L, 0,05 mol/L e 0,025 mol/L, que foram utilizadas como controle negativo, onde o crescimento da raiz deve diminuir conforme o aumento da concentração de cloreto de sódio.

Foram utilizadas placas de petri grandes, previamente lavadas com água destilada e secas. No fundo da placa foram colocados chumaços de algodão embebidos com água destilada, para garantia de umidade no processo.

Foram adicionados 7 mL da amostra ou controle e após este procedimento adicionadas 10 sementes de alface bem distribuídas. As placas foram cobertas com filme plástico e colocadas em ausência de luz por 5 dias.

Após o período de cinco dias, foi realizada a contagem de sementes que germinaram e feitas as medidas dos comprimentos das raízes em centímetros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 3 amostras em dois pontos localizados na Rua Prefeito Onésio Pereira, nº 738, Bairro Fronteira e Rua Tupinambas, nº 500, Bairro Centro.

3.1 Alcalinidade

Os testes de alcalinidade foram realizados em triplicata e os volumes de H₂SO₄ gastos na titulação de 50 mL das amostras se encontram na tabela 1:

Tabela 1 – Volumes em mL de H₂SO₄.

Amostra	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	V ₃ (mL)	V _{médio} (mL)
1	0,2	0,2	0,3	0,23
2	0,2	0,2	0,3	0,23
3	0,2	0,2	0,2	0,20

Fonte: Arquivo pessoal

Os cálculos para determinar a alcalinidade das amostras expressa em mg/L de CaCO₃ foram realizados utilizando a equação obtida no Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (2009):

$$CaCO_3 \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{V_{H_2SO_4} \cdot N_{H_2SO_4} \times 50.000}{V_{Amostra}}$$

Dados da equação:

V H₂SO₄= volume de ácido sulfúrico gasto na titulação

N H₂SO₄= normalidade do ácido sulfúrico

V Amostra = volume da amostra

A normalidade do ácido sulfúrico foi de 0,0155 N, valor obtido com a padronização.

Os resultados encontrados foram expressos em mg/L e inseridos na tabela a seguir:

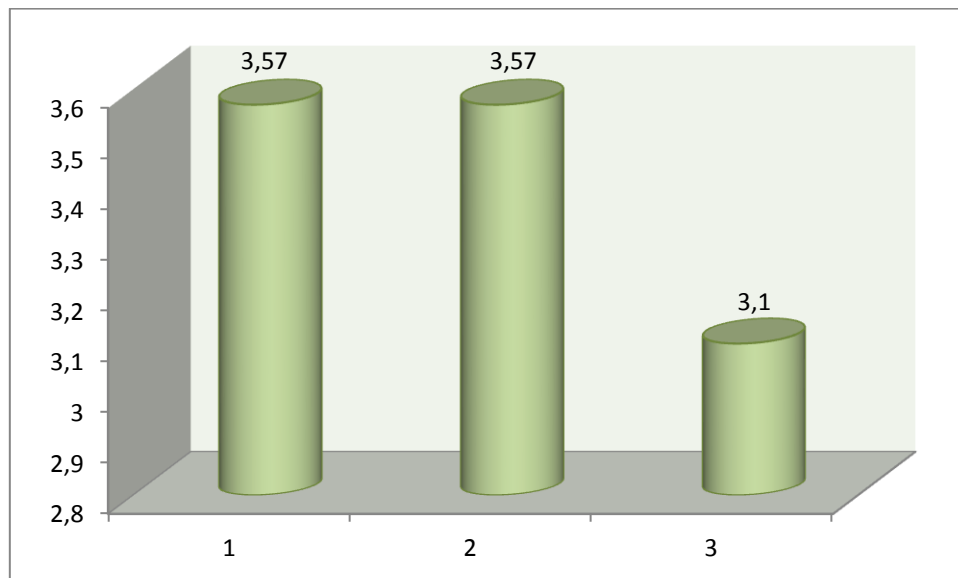
Tabela 2 – Alcalinidade em mg/L de CaCO_3

Amostra	Alcalinidade (mg/L)
1	3,57
2	3,57
3	3,10

Fonte: Arquivo pessoal

Os valores referentes aos volumes médios de alcalinidade foram expressos graficamente:

Gráfico 1: Alcalinidade das amostras (mg/L)



Fonte: Arquivo pessoal

O gráfico mostra que não houve variações significativas entre os resultados obtidos, apresentando portanto boa reprodutibilidade.

O teste de alcalinidade é importante, pois a alcalinidade mede a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, e é expressa em termos de carbonato de cálcio (CaCO_3). Através da alcalinidade podem ser determinadas as quantidades de sulfato de alumínio a serem adicionadas na água de modo a torná-la adequada. (Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, 2006). A alcalinidade é uma medida da capacidade da água de neutralizar os ácidos, evitando variações bruscas de pH, através da alcalinidade são determinadas as quantidades de íons na água que reagirão para neutralizar os íons de hidrogênio (UNIVERSO AMBIENTAL, 2008).

Os parâmetros estabelecidos pela ANVISA determinam a potabilidade da água e garantem a saúde da população ao fazer consumo da mesma, segundo a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 – ANVISA - MS o limite máximo de alcalinidade em água potável é de 120 mg/L. Como os resultados encontrados são inferiores ao estabelecido, as amostras se encontram em níveis seguros de alcalinidade.

3.2 Cloretos

Foram realizadas titulações com AgNO_3 0,0141 N para determinação de cloretos. As titulações foram realizadas em triplicata e os volumes de AgNO_3 gastos nas titulações foram inseridos na tabela a seguir:

Tabela 3 – Volume em mL de AgNO_3

Amostra	V_1 (mL)	V_2 (mL)	V_3 (mL)	$V_{\text{médio}}$ (mL)
1	2,4	2,6	2,4	2,5
2	2,5	2,7	2,6	2,6
3	2,7	2,6	2,6	2,6

Fonte: Arquivo pessoal

Os cálculos para determinar a concentração de cloreto das amostras em mg/L de Cl^- foram realizados utilizando a equação a seguir, obtida no Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (2006):

$$\text{mg/l Cl} = \frac{(A - B) \times N \times 35,450}{\text{ml da amostra}}$$

A = mL do titulante gasto na amostra
 B = mL do titulante gasto no branco
 N = Normalidade do titulante

Os volumes do branco (B) foram 1,2 mL, 1,5 mL e 1,5 mL, portanto, o volume médio do branco (B) foi de 1,3 mL.

Os resultados encontrados foram expressos em mg/L de Cl^- e se encontram na tabela a seguir:

Tabela 4 – Teor de cloreto

Amostra	Cloreto (mg/L)
1	6,00
2	6,49
3	6,49

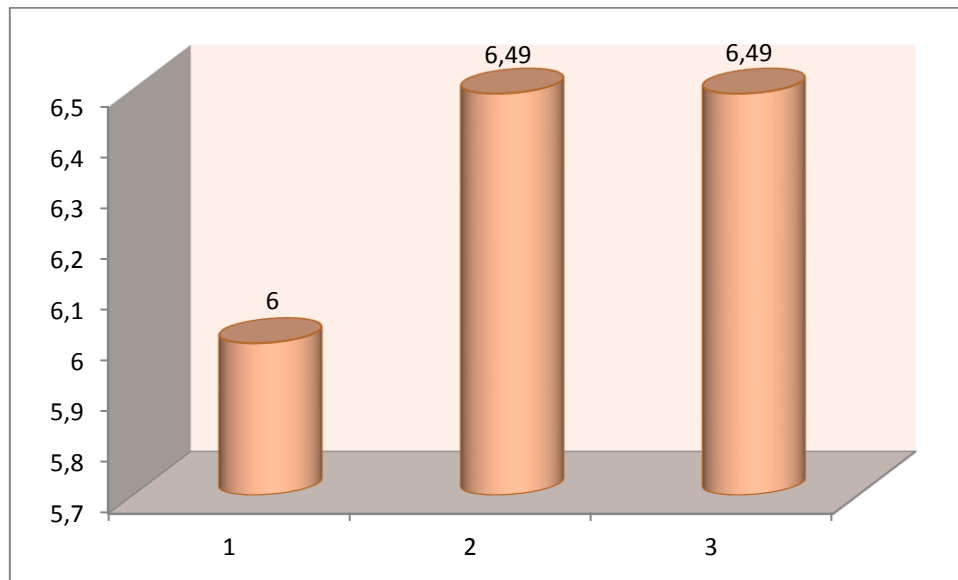
Fonte: Arquivo pessoal

O teor de cloretos permitido, de acordo com a Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA – MS, é de 250 mg/L. Valores elevados de cloreto podem deixar a água com um sabor desagradável, estes podem se apresentar na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, 2006). Os resultados encontrados demonstram que a água analisada se encontra dentro dos padrões toleráveis.

A avaliação dos cloretos presentes tem por finalidade informar sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais das águas e por essa razão a sua concentração deve ser conhecida e controlada.

Foi construído um gráfico com os valores de cloreto encontrados, através do gráfico é possível observar que os resultados não apresentaram grandes variações entre as amostras.

Gráfico 2: Teor de cloreto (mg/L)



Fonte: Arquivo pessoal

3.3 pH

A medida do pH das amostras foi medida através de fitas colorimétricas, apresentando um valor de 6,0 em todas as amostras.

O pH é determinado pela concentração de íons hidrogênio na água. Os maiores responsáveis pelo baixo pH são os sólidos e gases dissolvidos (H_2S e CO_2), causando risco às tubulações e sabor desagradável à água. (UNIVERSO AMBIENTAL, 2008).

De acordo com a Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA-MS, o valor do pH da água potável deve estar entre 6,0 e 9,5, o que permite dizer que a água analisada se encontra dentro dos padrões.

3.4 Dureza

Para verificar a dureza das amostras foram realizados testes em triplicata através de titulação com EDTA, e os volumes gastos na titulação de 25 mL das amostras foram inseridos na tabela a seguir:

Tabela 5 – Volume de EDTA

Amostra	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	V ₃ (mL)	V médio (mL)
1	1,6	1,6	1,7	1,6
2	1,7	1,7	1,8	1,7
3	1,7	1,8	1,6	1,7

Fonte: Arquivo pessoal

Para o cálculo da dureza, o valor do branco foi de 0,5 mL e foi utilizada a equação a seguir:

$$\text{Dureza Total em mg/L CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml de amostra}}$$

Depois de efetuado o cálculo o valor encontrado foi:

Tabela 6 – Dureza

Amostra	Dureza total (mg/L CaCO ₃)
1	44
2	48
3	48

Fonte: Arquivo pessoal

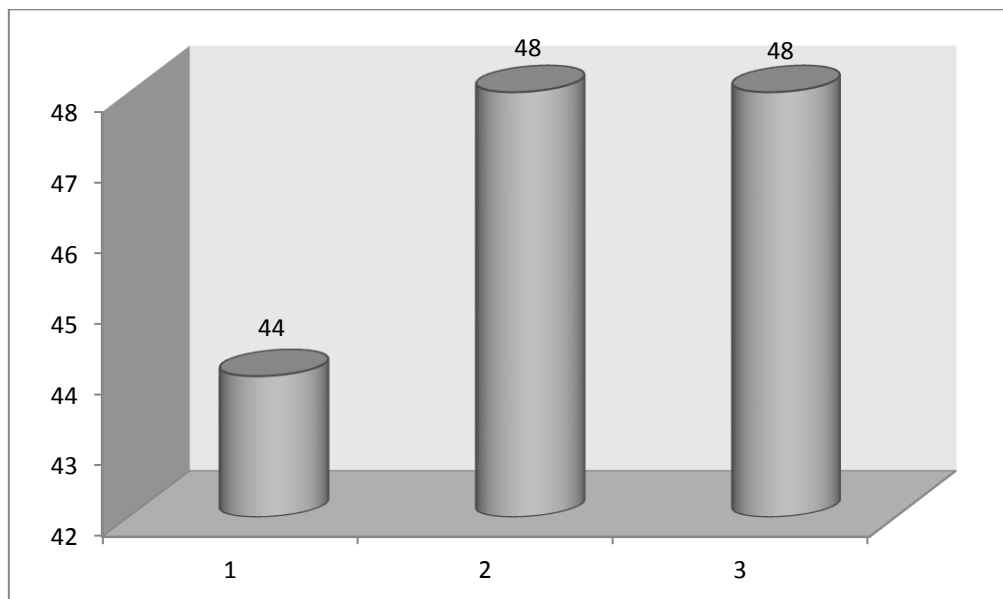
De acordo com os resultados, as amostras são consideradas águas muito macias, pois apresentam dureza inferior a 50 mg/L de CaCO_3 . (FUNASA, 2006).

A dureza total é determinada através soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. E a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável. (Manual Prático de Análise de Água – FUNASA, 2006).

As amostras se encontram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos e a importância da realização dos testes de dureza é que em valores elevados podem afetar o gosto da água, causar incrustações em tubulações e reduzir a formação de espuma. E em determinados níveis a dureza causa formação de biofilmes, efeito laxativo e pode interferir na eficácia de alguns medicamentos, vacinas vivas e desinfetantes. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2009).

Os resultados de dureza foram inseridos no gráfico a seguir, observa-se que não houve variações significativas entre as amostras.

Gráfico 3: Dureza (mg/L CaCO_3)

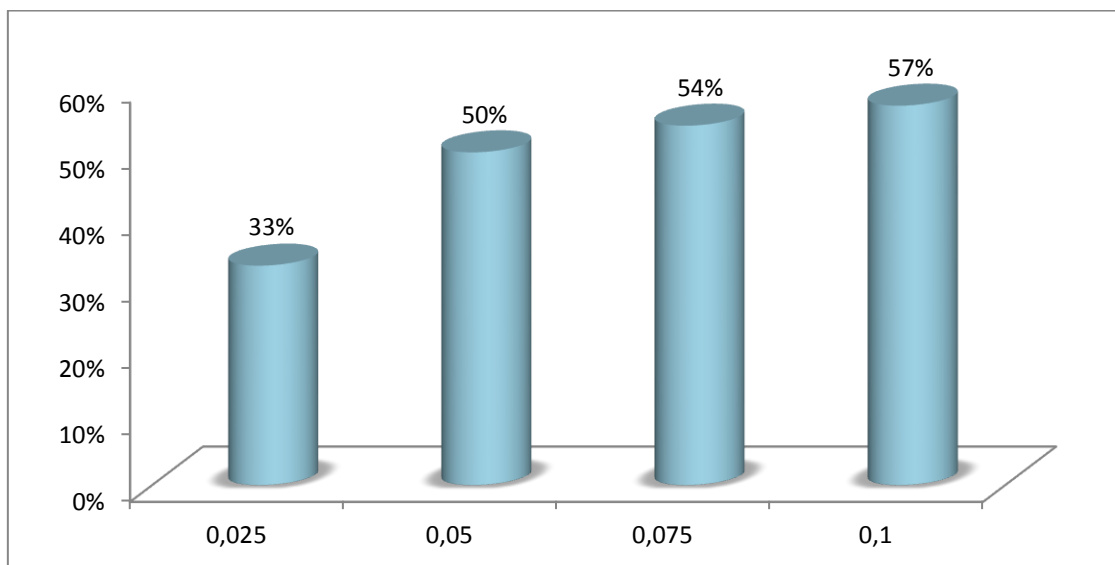


Fonte: Arquivo pessoal

3.5 Bioensaio com *Lactuca sativa*

O controle negativo realizado com NaCl apresentou elevada inibição na germinação de *Lactuca sativa*, e a inibição aumentou com o aumento da concentração. Os resultados obtidos no controle negativo foram expressos em porcentagem e inseridos no gráfico a seguir:

Gráfico 4: Inibição da germinação pelo NaCl

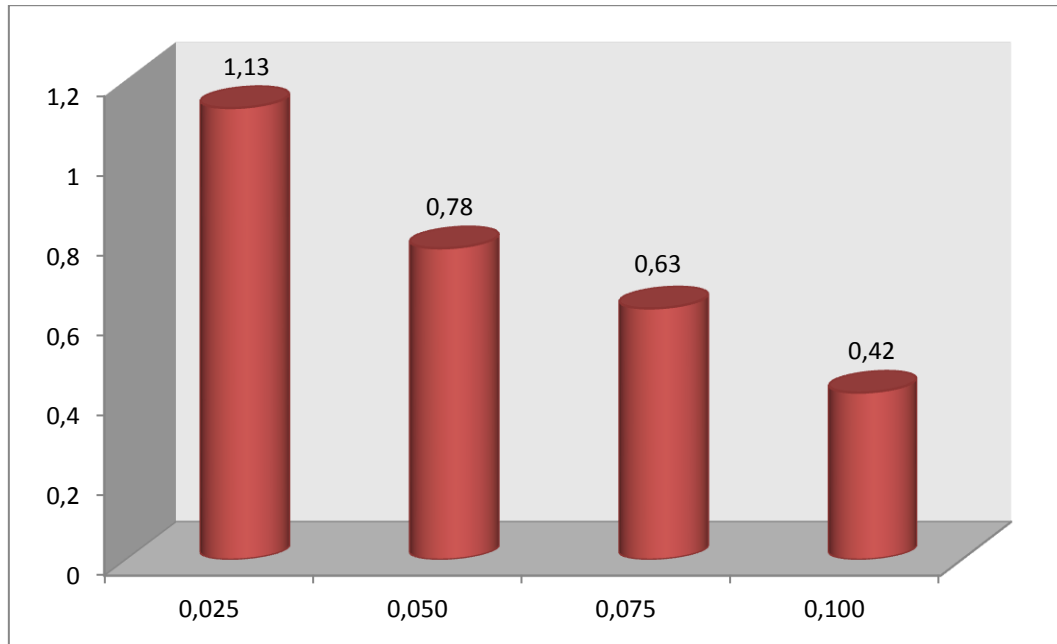


Fonte: Arquivo pessoal

A menor concentração de NaCl (0,025 mol/L) apresentou 33% de inibição, o NaCl a 0,05 mol/L inibiu a germinação das sementes em 50%, em 0,075 mol/L de NaCl; foram verificados 54% de inibição da germinação; já na maior concentração, de 0,1 mol/L, a inibição da germinação das sementes chegou a 57%.

O controle negativo realizado com diferentes concentrações de NaCl teve por finalidade avaliar a sensibilidade das sementes. Ao aumentar a concentração de NaCl as sementes também apresentaram significativa redução no crescimento, o que pode ser observado no gráfico a seguir.

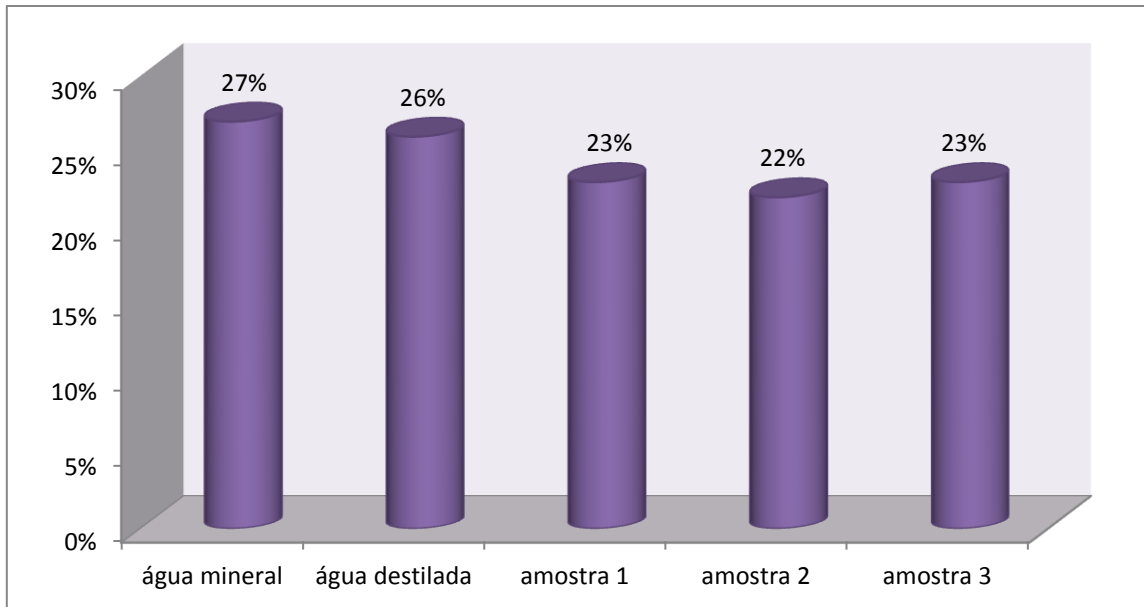
Gráfico 5: Crescimento das raízes (cm) nas diferentes concentrações (mol/L) de NaCl



Fonte: Arquivo pessoal

Ao comparar a menor concentração de NaCl (0,025 mol/L), onde as raízes demonstraram um crescimento médio de 1,13 cm, com a concentração máxima de NaCl (0,1 mol/L) observa-se que as raízes cresceram em média 0,42 cm, apresentando portanto uma redução de 65%.

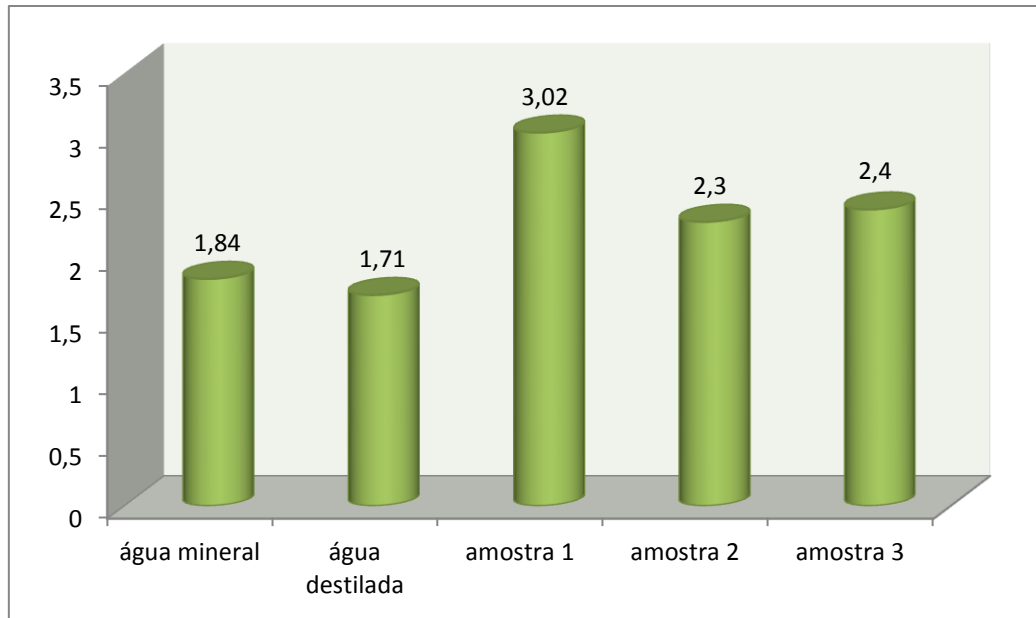
A taxa de inibição das sementes em água destilada e água mineral (controles positivos) em relação às amostras de água coletadas em Guimarães-MG, apresentaram uma inibição discretamente menor que as demais. Os resultados obtidos nos ensaios foram inseridos no gráfico a seguir:

Gráfico 6: Inibição do crescimento pelas amostras e controles positivos

Fonte: Arquivo pessoal

A porcentagem de inibição na água mineral foi de 27% e 26 % na água destilada, o que demonstra uma germinação média de 73,5% nos controles positivos. Já as amostras apresentaram uma inibição da germinação média de 23%.

O crescimento das raízes medido em cm foi maior nas amostras de água coletadas em Guimarães-MG quando comparado ao crescimento nas águas destilada e mineral, o que se observa no gráfico a seguir:

Gráfico 7: Crescimento das raízes (cm) nas amostras, água mineral e água destilada

Fonte: Arquivo pessoal

O crescimento médio observado na água destilada foi de 1,71 cm na água destilada e 1,84 na água mineral, já o crescimento nas raízes foi de 3,02 cm na amostra 1, 2,3 cm na amostra 2 e 2,4 cm na amostra 3. A amostra 1 chegou a apresentar um crescimento superior em 76,6% quando comparado a água destilada.

A maior porcentagem de germinação e crescimento das raízes pode ser explicada pela presença de matéria orgânica nas amostras, ou ainda pela presença de substâncias tóxicas ou fertilizantes que podem ser responsáveis tanto pela inibição quanto pela estimulação da germinação das sementes e crescimento das raízes, pois alguns compostos podem influenciar diretamente na velocidade de emissão das radículas das plantas testes, pois interferem na divisão celular, na permeabilidade das membranas e na ativação de enzimas (CUCHIARA; BORGES; BOBROWSKI, 2012).

A riqueza orgânica do solo associada aos nutrientes nele contidos podem ser associados ao aumento da produção e melhora no cultivo (NASCIMENTO *et al*, 2004).

Entre as substâncias responsáveis pelo estímulo da germinação de sementes está o ethephon (VIEIRA; SILVA; BARROS, 1998). As auxinas sintéticas também são muito utilizadas na agricultura com estimulantes de crescimento (Domingues, Ono e Rodrigues, 2001). Além dos estimulantes de germinação e crescimento citados

anteriormente, o nitrato de potássio, azida de sódio e tiuréia são conhecidos por apresentarem a referida ação (CARMONA, 1997).

O ethephon, as auxinas, o nitrato de potássio, a azida de sódio e a tiuréia, são encontrados em herbicidas e fertilizantes. Fator que causa preocupação, pois, a exposição humana (ocupacional ou não ocupacional) a esse tipo de produto tem conduzido a efeitos na saúde que compreendem desde dores de cabeça, náuseas, irritações na pele e pulmões a sérias reduções das funções neurológicas e hepáticas. Além de efeitos genotóxicos à saúde, como câncer, defeitos congênitos e anomalias reprodutivas, também têm sido mencionadas. Aumento de incidência de carcinomas gastrointestinais, de bexiga, anomalias reprodutivas e más formações congênitas têm sido encontrados em populações que vivem próximas a perigosos depósitos de despejo (MORAES; JORDÃO, 2002).

A presença de matéria orgânica pode ocasionar contaminação por bactérias patogênicas constituindo fontes de morbidade, respondendo por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifoide), com resultados frequentemente letais (ÁGUILA, 2000).

O cloro também é considerado um inibidor no crescimento e germinação das sementes (Guimarães, Lacava; Magalhães, 2004). O baixo teor de cloretos encontrado nas análises (cerca de 5mg/L) também indica baixa inibição da germinação e crescimento das raízes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioensaio de germinação indica que estudos posteriores devem ser realizados para determinar se a água analisada está contaminada por herbicidas e/ou fertilizantes, quais são estes compostos e suas estruturas químicas, assim como em que concentrações se encontram. Também são necessários testes microbiológicos para verificar a presença de microrganismos patogênicos. Já que os dois tipos de contaminação mencionados são preocupantes, pois ambos podem provocar problemas sérios de saúde.

Quanto aos testes físico-químicos, pH, alcalinidade, dureza e cloretos as amostras analisadas se encontram dentro dos padrões estabelecidos na legislação. Os resultados referentes aos parâmetros físico-químicos foram agrupados e inseridos na tabela a seguir.

Tabela 6: Parâmetros físico-químicos

Amostra	Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	Cloreto (mg/L)	pH	Dureza total (mg/L CaCO ₃)
1	3,57	6,00	6	44
2	3,57	6,49	6	48
3	3,1	6,49	6	48

Fonte: Arquivo pessoal

A alcalinidade das amostras se encontra inferior ao estabelecido pela Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 – ANVISA – MS, cujo limite máximo é de 120 mg/L. O teor de cloretos permitido, de acordo com a Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA – MS, é de 250 mg/L e o valor encontrado nas amostras demonstra que estas encontram-se adequadas. O pH para água potável estabelecido pela Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA-MS, varia entre 6,0 e 9,5, o que nos permite dizer que as amostras também se enquadram no permitido pela legislação. Quanto à dureza, a portaria nº

518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 , como o valor máximo permitido para a água potável, sendo que o valor encontrado nas amostras é bem inferior demonstrando que a água analisada é muito macia. (Manual Prático de Análise de Água – FUNASA, 2006).

BIOASSAY WITH LACTUCA SATIVA AND PHYSICAL-CHEMICAL ASPECTS OF PUBLIC WATER SUPPLY AT GUIMARÂNIA-MG

ABSTRACT

Water is an extremely precious natural resource, and has fundamental importance to public health. The city of Guimarães - MG presents intense agricultural activity, and the municipality lacks water treatment for public supply, which raises concerns about the health of the population. Thus, were made physical-chemical analysis (pH, total hardness, chloride and alkalinity) and bioassays with *Lactuca sativa* on water collected. The results found on the physical-chemical test showed that the analyzed samples were in accordance with the standards set out in legislation. The bioassay with *Lactuca sativa* showed a higher percentage of seed germination and root growth in the samples, which causes concern, because it may indicate contamination by fertilizers. The appearance of muddy water is also a cause of concern, because it may be an indication of contamination by pathogenic microorganisms. It was concluded that the test performed with the bioindicator *Lactuca sativa* demonstrates the need for further studies to determine and quantify the present contaminants.

Keywords: Water. Guimarães-MG. *Lactuca sativa*. Physico-chemical. Aspects. Contaminants.

REFERÊNCIAS

AGUILA, P.S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.; FERREIRA, A.P.; Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, v. 16, p.791-798, 2000.

ANNIBELLI, M.B. Impacto dos agrotóxicos sobre o meio ambiente no estado do Paraná-Brasil; *Polígonos*. **Revista de Geografia**. V. 14 ; p. 169-181; 2004.

CARMONA, R. Influência do pH na resposta de sementes de plantas daninhas a substâncias promotoras de germinação. **Planta Daninha**, v. 15, 1997.

CUCHIARA, C.C.; BORGES, C.S.; BOBBROWSKI, V.L. Sensibilidade de sementes de hortaliças na avaliação da qualidade da água em bioensaios. **Biotemas**, v.25, p. 19-27, 2012.

CUNHA, B.M. Avaliação ecotoxicológica de distintos tipos de efluentes mediante ensaios de toxicidade aguda utilizando *Artemia Salina* e *Lactuca sativa*. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**; 2011

DINIZ, I.S.; FURTADO, E.F.; MELO FILHO, H.B. Caracterização física do solo e estudo da contaminação da água nas proximidades do antigo lixão da cidade de Boa Vista-RR. **Norte Científico**, v.4, n.1, dez., de 2009.

DOMINGUES, M.C.S.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; Reguladores vegetais e o desbaste químico de frutos de *Tangor Murcote*. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.487-490, 2001.

FURLAN, C. **Uso de plantas como bioindicadores: as plantas e a sociedade**, p.29; 2008.

GUIMARÃES, E.S.; LACAVA, P.M.; MAGALHÃES, N.P. Avaliação da toxicidade aguda com daphnia similis na água captada no Rio Paraíba do Sul e processada na estação de tratamento de água do município de Jacareí-SP-Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**; v. 9, n. 2 , p. 124-130, abr./jun., 2004.

GRUTZMACHER, D.; GRUTZMACHER, A.D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK, A.E.; ROMAN, P.S.; ZANELLA, R. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**; v.12, n.6, p.632–637, 2008.

MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA. **Brasília: Fundação Nacional de Saúde – Funasa**. V. 3, 2009. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/eng/eng_analAgua.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2013.

Ministério da Saúde. **Norma de qualidade da água para consumo humano**. PORTARIA Nº 518/GM Em 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 15 set. 2013.

MORAES, D.S.; JORDÃO, B.Q.; Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**; v.36; p.370; 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, parâmetros de qualidade de água a serem monitorados, 2009> disponível em: <www.defesaagropecuaria.sp.gov.br>. Acesso em: 15 set. 2013.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D.A.S.; MELO, E.E.C.; OLIVEIRA, A.B.; Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28; p.385-392, 2004.

LOURENÇATO, L.F. Potencial de contaminação de águas superficiais por agrotóxicos na microbacia hidrográfica do Campestre, Colombo-Pr. **Dissertação de mestrado, UFPR**; 2010.

Resolução - CNNPA nº 12, de 1978; ANVISA. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_aguas.htm>. Acesso em: 15 set. 2013.

UNIVERSO AMBIENTAL, **Controle de qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Agua/ProcessosQuimicosdeTratamento deEfluentes08.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2013.

VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; BARROS, R.S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de Braquiarião cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10;p.143-148, 1998.