

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL**

**ELEMENTOS TERRAS RARAS, LIXO DOMÉSTICO E ÁGUA POTÁVEL:
PROPOSTAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO NOVO ENSINO MÉDIO**

ROSAURA KRASUSKI LAMB

Porto Alegre, 2021.

PRODUTO EDUCACIONAL

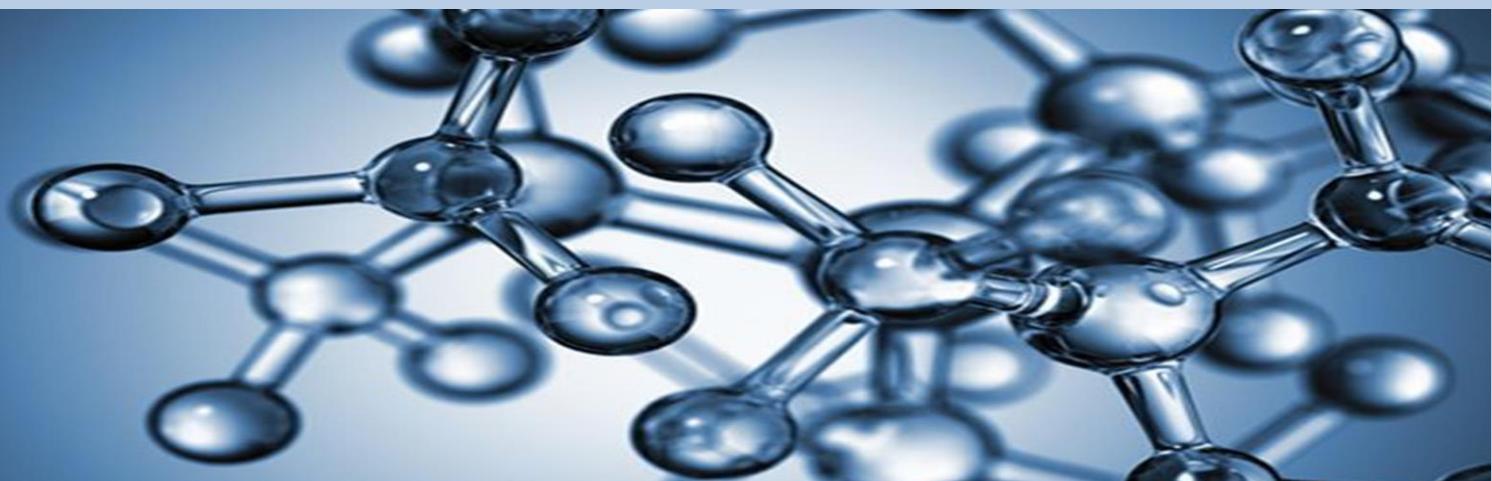
GUIA DIDÁTICO

**SUGESTÕES DE PLANOS EXPERIMENTAIS PARA AULAS
PRÁTICAS E PROPOSTAS DE ATIVIDADES DE CAMPO PARA O
ESTUDO DAS TEMÁTICAS: ELEMENTOS TERRAS RARAS, LIXO
DOMÉSTICO E ÁGUA POTÁVEL**

Autora: Rosaura Krasuski Lamb

Orientadora: Prof. Dra. Tânia Mara Pizzolato

Coorientador: Prof. Dr. Maurícius Selvero Pazinato



Apresentação

Este produto educacional faz parte da Dissertação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da UFRGS, intitulada **Elementos Terras Raras, Lixo Doméstico e Água Potável: Propostas para o ensino de Química no Novo Ensino Médio** e apresenta os Planos Experimentais realizados na Oficina Temática de Ciências da Natureza. Esse material fez parte do Projeto Piloto de Implementação do Novo Ensino Médio.

A temática “Água Potável” vem ao encontro da discussão em nível mundial da qualidade da água no planeta e como estamos cada vez mais comprometendo a mesma. Serão abordados três parâmetros, a citar: cloretos, alcalinidade e pH. Para a melhor compreensão da proposta, orienta-se que alguns conteúdos específicos sejam estudados antes, e outros, após a realização dos experimentos propostos levando em consideração a adequação a respectiva série (1º, 2º ou 3º ano do Ensino Médio).

Em cada parâmetro abordado, o produto educacional contempla o “Texto Orientador” para o Professor e sugestão de plano experimental de aula prática. O Plano experimental apresenta proposta de roteiro de prática que pode ser realizada em escola que tenha algumas vidrarias de laboratório. Para aquelas escolas que não possuem material de laboratório, adaptações podem ser feitas.

Anterior a apresentação dos Planos Experimentais, julgou-se importante apresentar um tópico referente ao cálculo para o preparo de algumas soluções que são utilizadas nos experimentos propostos. Este item tem como objetivo a revisão do assunto “Preparo de Soluções” que poderá ser utilizado com os alunos, ou apenas como material complementar para o professor.

1. Cálculo para preparo de soluções

- a) Cálculo para preparar uma solução a partir do reagente sólido: solução padrão de nitrato de prata de concentração em torno de 0,200 mol/L;



A molaridade de uma solução é dada por:

$$M = \frac{n}{V(l)} \quad (\text{a})$$

n = número de mols

V = volume da solução a ser prepara em litros.

Dados:

$$M = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$V = 1 \text{ litro}$$

Substituindo na equação (a), teremos

$$0,2 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = \frac{n}{1 \text{ l}} \quad n = \frac{0,2 \text{ mol/l}}{1 \text{ l}} = 0,2 \text{ mols} \quad (\text{b})$$

O número de mols é dado por: $n = \frac{m}{M}$ (c), em que m é a massa do soluto e M é sua respectiva massa molecular. Pela equação (b), é necessário 0,02 mols de nitrato de prata.

Então é necessário calcular qual massa de nitrato de prata corresponde a 0,02 mols.

Substituindo os dados na equação (c):

$$0,2 \text{ mols} = \frac{m}{169,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \quad \rightarrow \quad m = 0,2 \text{ mols} \times 169,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 33,96 \text{ g} \quad (\text{d})$$

Portanto, para preparar 1 litro de solução de concentração 0,02 mol/L de nitrato de prata, é necessário pesar 33,96 g. Quando da pesagem de uma dada massa para o preparo de solução, sempre se pesa o mais próximo possível do desejado. O importante é saber quanto foi pesado para depois calcular a concentração correta da solução preparada.

Por exemplo, a massa pesada de AgNO_3 foi 32,9 g. Calcular a concentração da solução preparada. Inicialmente determina-se o número de mols de AgNO_3 , correspondente a esta massa, segundo a equação (c), e depois substituir os dados na eq. (a). O resultado é 0,1937 mol/L :

$$n = \frac{32,9 \text{ g}}{169,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1937 \text{ g} \quad M = \frac{0,1937 \text{ g}}{1 \text{ l}} = 0,1937 \text{ mol/L}$$

b) Cálculo para preparar uma solução a partir do reagente líquido: solução de ácido sulfúrico 0,05 mol/L

O ácido sulfúrico é um líquido, portanto, incialmente determina-se a massa necessária para preparar a solução e transforma-se esta massa em volume, a partir da densidade do ácido concentrado

Dados:

Massa molecular do H₂SO₄ = 98 g/mol

Volume da solução = 500 mL

Concentração da solução = 0,05 mol/L

Densidade do H₂SO₄ = 1,84 g/mL

$$0,05 \text{ mols} = \frac{m}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \rightarrow m = 0,05 \text{ g} \times 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,9 \text{ g} \quad (\text{d})$$

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow 1,84 = \frac{4,9}{v} \rightarrow v = \frac{4,9}{1,84} = 2,66 \text{ mL}$$

Em balão de 500 mL, colocar em torno de 200 mL de água destilada, adicionar 2,6 mL com pipeta graduada, de ácido sulfúrico concentrado, agitar suavemente para a homogeneização. Completar a marca com água destilada e homogeneizar cuidadosamente.

2. DETERMINAÇÃO DE CLORETOS: TEXTO ORIENTADOR

2.1. Considerações Gerais

Nesta proposta, o objetivo é abordar a determinação de cloretos, por titulação de precipitação. Os conteúdos necessários, para que os estudantes, tenham condições de realizar a proposta, são: concentração das soluções, conceitos de ácido e base de Arrhenius e solubilidade de sais. A proposta é aplicar os experimentos no 2º ano do ensino médio.

Após a realização do experimento, o professor poderá utilizar as observações que foram verificadas na prática para ilustrar a introdução ao conteúdo de produto de solubilidade no decorrer do ano letivo. Para a realização da prática faz-se necessário a utilização de 2 períodos de aula no laboratório.

2.2. O parâmetro cloreto

Devido à alta reatividade do cloro, ele não é encontrado livre como Cl na natureza, mas como gás cloro (Cl_2) ou combinado a outros elementos químicos, formando sais ou ácidos. O Cloro apresenta eletronegatividade 3,16 e, portanto, tende a estar negativamente carregado formando o íon cloreto (Cl^-), que é oriundo de um ácido forte que se ioniza completamente, sendo que em solução aquosa prevalece a forma de íon Cl^- .

De acordo com Funasa (2013), os cloretos estão presentes em águas brutas em concentrações em nível de traços que podem variar de ng/L até mg/L, podendo estar presentes na forma de cloreto de sódio, de cálcio e de magnésio, que quando presentes em elevadas concentrações, podem alterar o sabor da água. Na água do mar os cloretos podem ser encontrados em concentrações de até 26 g/L. Para água potável o valor máximo permitido de cloretos, segundo a legislação vigente, é de 250 mg/L (Portaria 2.914/2011).

2.3. PLANO EXPERIMENTAL

2.3.1. Volumetria de precipitação – determinação de cloretos pelo Método de Mhor

A volumetria de precipitação faz parte dos métodos titulométricos da Química Analítica Clássica utilizados para determinação de várias espécies. A titulação mais simples é a titulação de uma base por um ácido, onde o ácido de concentração conhecida é utilizado para reagir com uma base, na presença de um indicador que terá como função indicar o ponto final da reação. Uma reação de neutralização ácido-base muito conhecida é a reação entre o hidróxido de sódio e o ácido clorídrico:



Os reagentes, são respectivamente, base e ácido fortes e, portanto, a reação é completa, formando o sal e água. Todas as substâncias envolvidas são solúveis em água e suas respectivas soluções são aquosas, como indicadas na reação. Para esta reação de titulação o indicador utilizado é a fenolftaleína, que tem pH de viragem entre 8,3 e 10.

Na volumetria de precipitação, um dos produtos é um composto de baixíssima solubilidade (precipitado). A formação de precipitado, em meio aquoso, entre cloro e prata é bem conhecida. Os dois elementos reagem em proporções estequiométricas 1:1 formando um precipitado branco de fórmula AgCl. A reação genérica da formação deste precipitado, em meio aquoso é representado pela Eq. 2:

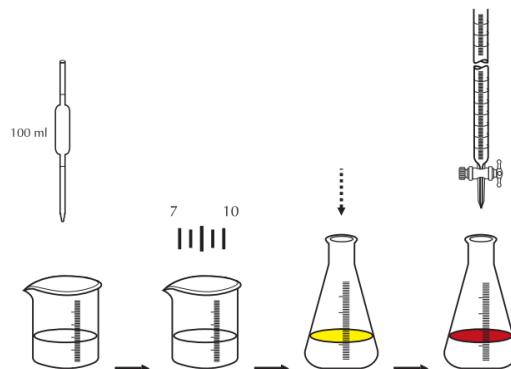


A determinação da concentração de cloretos, presentes na água, pode ser realizada por métodos potenciométricos (eletrodo de íon seletivo e titulação potenciométrica) ou pelo método clássico denominado Método de Mohr.

O método argentométrico ou Método de Mohr faz uso de solução-padrão de nitrato de prata (AgNO_3) e solução indicadora de cromato de potássio (K_2CrO_4). O nitrato de prata irá reagir com os íons cloreto presentes na amostra aquosa, formando o precipitado.

É um método que tem detecção visual do ponto de equivalência, no qual se faz a titulação com a solução-padrão de nitrato de prata levemente acidificada com ácido nítrico (para que a prata não precipite como hidróxido de prata (AgOH) e mantenha-se a concentração de Ag^+), tendo-se como titulado a amostra de água com gotas de indicador cromato de potássio (que pode ser neutra ou levemente alcalinizada com carbonato de cálcio, CaCO_3) para garantir a faixa de pH adequado para a ocorrência da reação entre os íons cromato com o nitrato de prata após o consumo de todo cloreto.

Figura 1 -Representação esquemática das etapas da análise de cloreto.



Fonte: (FUNASA, 2013, p.50)

Figura 2 – Foto das 3 etapas que devem ser observadas, com relação a mudança de cor. Amarelo: início da titulação. Bege: início da cor a ser observada para o final da titulação. Marron tijolo: passou do ponto de equivalência, refere-se a cor do precipitado de Cromato de potássio.



Fonte:https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4295748/mod_resource/content/5/volumetria-ppta%C3%A7%C3%A3o2014.pdf, consultado em 26/06/21

A titulação ocorre por gotejamento da solução-padrão de AgNO_3 contida na bureta dentro do erlenmeyer contendo o titulado (amostra de água e indicador cromato de potássio, K_2CrO_4). O ponto final da titulação ocorre com a formação de um precipitado de cor tijolo, resultado da reação entre os íons Ag^+ e CrO_4^{2-} , com formação de cromato de prata $\text{Ag}_2\text{CrO}_{4(s)}$.

Reações envolvidas:

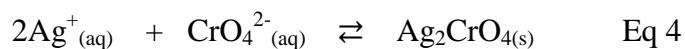
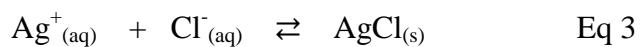
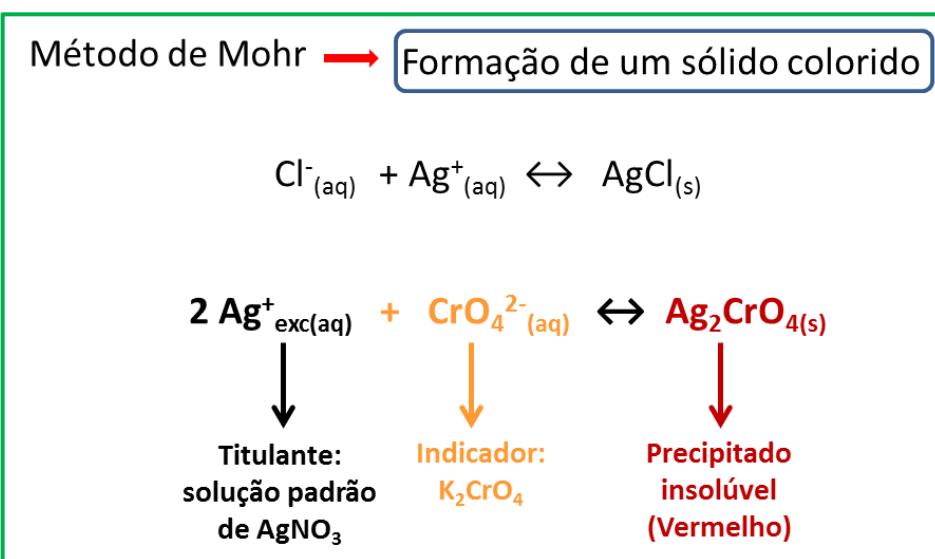


Figura 3 – Quadro mostrando as etapas da titulação de precipitação da determinação de cloreto em água.



Fonte: A autora.

Como os dois sais são pouco solúveis, no decorrer da titulação ocorre a precipitação fracionada onde deve ocorrer primeiramente a precipitação de cloreto de prata (branco) que é menos solúvel, e posteriormente de cromato de prata (vermelho) o que pode ser percebido pela mudança de coloração da solução. Em contrapartida é necessário que o indicador seja sensível a modificação de coloração com leves concentrações de prata.

No instante em que se inicia a precipitação do cromato de prata, ambos os sais, $\text{AgCl}_{(s)}$ e $\text{Ag}_2\text{CrO}_4_{(s)}$, estão em equilíbrio com a solução.

A partir da literatura, tem-se os dados do produto de solubilidade para a formação dos dois sais insolúveis:

$$[\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] = K_{\text{AgCl}} = 1,8 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = K_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 1.1 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

No ponto de equivalência,

$$[Ag^+] = [Cl^-] = \sqrt{K_{AgCl}} = 1,8 \times 10^{10} \quad Eq\ 7$$

A concentração de íon cromato de prata para que ocorra a precipitação no ponto de equivalência é dada por:

$$[CrO_4^{2-}] = \frac{K_{Ag_2CrO_4}}{[Ag^+]^2} = \frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{(1,35 \cdot 10^5)^2} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad \text{Eq 8}$$

O resultado da Eq 8 mostra que a concentração de cromato de potássio deva ser igual a 0,006 mol/L, embora na prática se faça uso de concentrações mais baixas, em torno de 0,002 mol/L. A coloração amarela intensa das soluções mais concentradas dificultaria a determinação do ponto final da titulação (OHLWEILER, 1976).

2.4. Sugestão de Plano Experimental

EXPERIMENTO 1: Determinação de Cloretos por titulação de precipitação: Método de Mohr

Objetivo: Determinar a concentração de cloretos em uma amostra de água da torneira.

Materiais

- Bureta de 50 mL;
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Becker de 250 mL;
- Proveta de 100 mL;
- Balão volumétrico de 1000 mL;
- Balão volumétrico de 100 mL;
- Balança;

Reagentes

- Solução padrão de nitrato de prata de concentração em torno de 0,200 mol/L;
- Solução indicadora de cromato de potássio 0,5 mol/L;
- Ácido nítrico concentrado;
- Amostra de água potável;
- Água destilada para o preparo das soluções.
- Carbonato de cálcio.

Procedimento

1. Pesar em torno de 33,96 g de AgNO₃, em vidro de relógio, transferir para um Becker, dissolver em água destilada, transferir para o balão volumétrico de 1,0 litro e completar a marca com água destilada.
2. Adicionar 2 gotas de HNO₃(conc.) na solução padrão de AgNO₃, para manter o meio levemente ácido a fim de se ter a precipitação do nitrato de prata na forma de hidróxido de prata (de cor cinza).
3. Com o auxílio de uma proveta, ou Becker pequeno, transferir a solução de AgNO₃ para a bureta, e ajustar o menisco.
4. Pesar em torno de 9,7 g de K₂CrO₄, transferir para um Becker, dissolver em água destilada, transferir para o balão volumétrico de 1,0 litro e ajustar o volume com água destilada.
5. Em um erlenmeyer, transferir 10 mL da amostra de água potável, uma ponta de espátula rasa de CaCO₃ e 4 gotas do indicador cromato de potássio. Agitar lentamente.

OBS: A adição de CaCO₃ tem a finalidade de manter o pH na faixa adequada de ocorrência da reação, impedindo o comprometimento do experimento devido ao fato do cromato passar para dicromato, que é solúvel em meio ácido.

6. Iniciar a titulação gotejando lentamente a solução padrão de AgNO₃ da bureta na amostra contida no erlenmeyer. Agitar continuamente. Fechar a torneira quando a solução adquirir coloração vermelho tijolo.
7. Repetir a titulação 3 vezes para fazer a média da determinação.
8. Anotar o volume de solução de nitrato de prata gasto em cada titulação.

9. Determinação de cloretos na amostra:

V_{AgNO_3} gasto na titulação

V_1 _____ mL

V_2 _____ mL

V_3 _____ mL

Média do volume gasto na titulação: $(V_1 + V_2 + V_3)/3 =$ _____ mL

Concentração da solução titulante (nitrato de prata): _____ mol/L

Volume da amostra: 10 mL

3. DETERMINAÇÃO DA ALCALINIDADE: TEXTO ORIENTADOR

3.1. Alcalinidade Total

A alcalinidade total é dada pela soma das diferentes espécies que podem conferir alcalinidade, que são os íons bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). A alcalinidade total é expressa em concentração de CaCO_3 . Este parâmetro, é definido como a capacidade que uma amostra tem de reagir quantitativamente com uma solução de um ácido, de forma a neutralizá-lo.

A alcalinidade não constitui um padrão de potabilidade da água, pois concentrações inferiores àquelas permitidas pela legislação podem alterar o paladar sem gerar risco para a saúde pública.

Em geral as águas superficiais apresentam concentrações de alcalinidade adequada para que ocorra a reação com o sulfato de alumínio nas etapas de tratamento, nas ETAs. Porém, quando a alcalinidade é baixa e não favorece a floculação, faz-se necessário a utilização de substâncias alcalinas como cal hidratada ou carbonato de sódio (barrilha). Em contrapartida, quando a alcalinidade é muito elevada deve-se acidificar a água até que se chegue a um valor satisfatório para a ocorrência da reação com sulfato de alumínio ou outro agente floculante empregado (FUNASA, 2013).

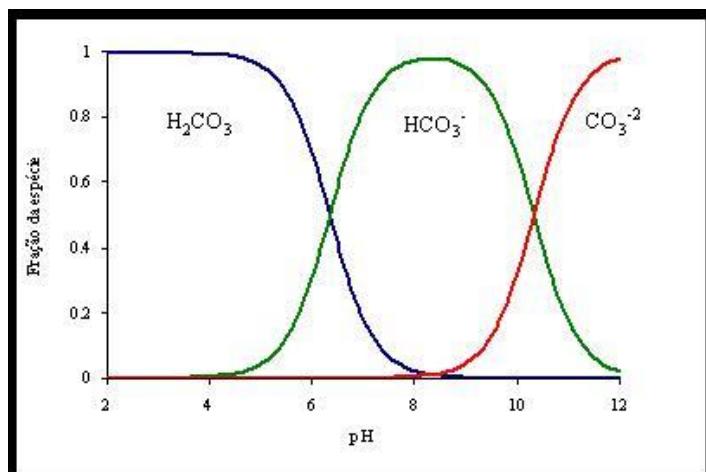
O método para a determinação da alcalinidade é a volumetria de neutralização através da titulação com solução ácida. A coexistência dos três íons responsáveis pela alcalinidade, não é possível em uma mesma amostra, pois o íon bicarbonato atua como ácido fraco e reage com o íon hidróxido que age como uma base forte, através da reação:



De acordo com Baird (2011), a alcalinidade em águas naturais varia de 5×10^{-5} mol/L a 2×10^{-3} mol/L. Na titulação para a determinação da alcalinidade, os indicadores utilizados têm ponto de viragem em função das diferentes formas de alcalinidade presentes no meio (Fig 14):

- ✓ Hidróxidos e carbonatos: $\text{pH} > 9,4$;
- ✓ Carbonatos e bicarbonatos: $8,3 < \text{pH} < 9,4$;
- ✓ Somente bicarbonatos: $4,4 < \text{pH} < 8,4$;

Figura 4 – Gráfico representativo da variação do pH ao longo da titulação para determinação da alcalinidade total.



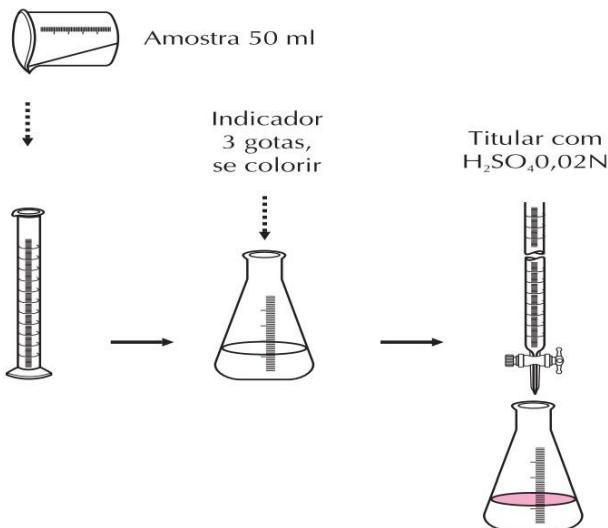
Fonte: <https://arnaldorodella.tripod.com/textosdidat/lago.htm>. Acesso em 26/06/21

O alaranjado de metila é o indicador comumente utilizado nas determinações da alcalinidade total. A sua escolha é feita pelo fato de não haver mudança na coloração da solução até que ela esteja relativamente ácida ($\text{pH} = 4$), condição essa que faz com que os íons carbonato na amostra passem a bicarbonato e a ácido carbônico (BAIRD, 2011).

O alaranjado de metila apresenta faixa de pH de viragem 2,9 - 4,6 adquirindo coloração vermelha em solução ácida e laranja em solução básica (VOGEL, 2013).

A Figura 5 apresenta as etapas do procedimento experimental para a determinação da alcalinidade total.

Figura 5 – Representação das etapas para a determinação experimental da alcalinidade total.



Fonte: <https://lucastrfreitas.blogspot.com/2011/09/alcalinidade-total-metodo-titulometrico.html>, acesso em 26/06/21

3.2. Sugestão de Plano Experimental

EXPERIMENTO 2: Determinação da Alcalinidade Total com Ácido Sulfúrico

Objetivo

Determinação da alcalinidade total de uma amostra de água de rio.

Optou-se por colocar o procedimento oficial, portanto, a parte experimental foi reproduzida de acordo com:

<https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>, norma L5.102.

Ajustes foram realizados com relação a concentração, que na norma técnica consultada aparece como Normalidade, expressão de concentração não mais utilizada. Assim, as concentrações foram passadas para mol/L e os cálculos foram ajustados para tal.

Materiais

- 03 Erlenmeyers de 250 mL
- 02 Provetas de 100 mL
- 01 Bureta de 25 mL ou 50 mL
- 01 Suporte de bureta
- 01 Funil
- 01 Bequer de 50 mL

Reagentes

- Ácido sulfúrico 0,05 Mol/L
- Solução indicadora de fenolftaleína
- Solução indicadora de metilorange ou vermelho de metila

Procedimento

1. Usando uma proveta, meça 100 mL da água a ser analisada, coloque num erlenmeyer de 250 mL e junte 3 gotas de fenolftaleína.
2. Faça uma prova em branco, colocando em outro erlenmeyer 100 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína.
3. Caso a primeira amostra se tornar rósea, titule-a com ácido sulfúrico 0,05 Mol/L, até o descoramento do indicador. Anote o volume gasto de ácido como “ V_1 ”.
4. Adicione a cada frasco 3 gotas de metilorange, à prova em branco, 1 gota de ácido 0,05 mol/L (está adquira uma cor vermelho-laranja, que servirá como padrão).

5. Se a amostra se tornar amarela, prossiga a titulação com ácido 0,05 Mol/L, até que a cor dela se iguale à da prova em branco. Anote o volume gasto de ácido com “V₂”.

Denomine o volume total de ácido de sulfúrico 0,05 Mol/L usado de “V_t” (volume gasto de ácido 0,05 Mol/L com a titulação usando a fenolftaleína + volume gasto na titulação de metilorange).

V₁ = volume em mL de solução 0,05 mol/L de H₂SO₄ necessário a titulação da água, usando fenolftaleína como indicador.

V₂ = volume em mL de solução 0,05 mol/L de H₂SO₄ necessário a titulação da água, usando metilorange como indicador.

V_t = V₁ + V₂ = volume total de solução 0,05 Mol/L de H₂SO₄ consumido nas titulações.

Cálculos:

Alcalinidade Parcial (fenolftaleína)

$$\frac{mg}{L} CaCO_3 = \frac{V_1 + M + 100.000}{V_a} \quad \text{Eq 2}$$

Sendo:

V₁ = volume, em mL, de ácido gasto na titulação com indicador fenolftaleína;

V_a = volume de amostra em mL;

M = concentração do ácido utilizado na titulação.

Alcalinidade Total (fenolftaleína + metilorange)

$$\frac{mg}{L} CaCO_3 = \frac{V_t + M + 100.000}{V_a} \quad \text{Eq 3}$$

Preparo das soluções:

- Solução de H₂SO₄ 0,05 mol/L
- Solução indicadora de metilorange: dissolver 0,1 g de metilorange em 200 mL de água destilada e previamente fervida. Filtre se necessário. Armazenar em frasco escuro ao abrigo da luz.

- Solução alcoólica de fenolftaleína: pesar em torno de 1 g de fenolftaleína, transferir para balão de 100 mL e completar a marca com álcool 95%. Dissolver cuidadosamente e armazenar em frasco fechado.

4. DETERMINAÇÃO DO pH: TEXTO ORIENTADOR

O potencial hidrogeniônico (pH) expressa a concentração de íons hidrogênio (H^+) em solução. Historicamente, a escala de pH foi proposta por Sören P. T. Sørensen, em 1909, e considera a expressão da acidez através da utilização do logaritmo negativo da concentração dos íons hidrogênio:

$$pH = -\log[H^+] \quad \text{Eq 1}$$

A escala de pH varia de 0 a 14 e está associada ao produto iônico da água (K_w) e de sua medida experimental (Gama; Afonso, 2007). A determinação do pH é realizada por medida potenciométrica, com pHâmetro (Figura 6) ou por comparação com escala de cor (Figura 8).

Figura 6 – Foto de equipamento para medida de pH, com eletrodo de vidro e soluções de calibração.



Fonte: A autora.

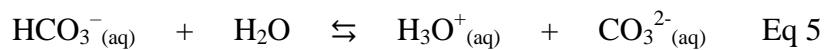
Figura 7 – Fita comercial para medida de pH.



Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/upload/conteudo/images/indicador-universal.jpg>

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que os valores de pH da água potável sejam mantidos na faixa de 6,0 a 9,5.

As águas naturais têm pH entre 4 e 9, que por sua vez, é influenciado pela dissolução do CO₂ atmosférico (Eqs 2 e 3), originando valores de pH menores que 7. O processo de dissolução do CO₂ atmosférico, dá origem as espécies bicarbonato (HCO₃⁻) e carbonato (CO₃²⁻) o que faz com que o pH aumente (Eqs 4 e 5) (Zuin, Ioriatti, Matheus, 2009).

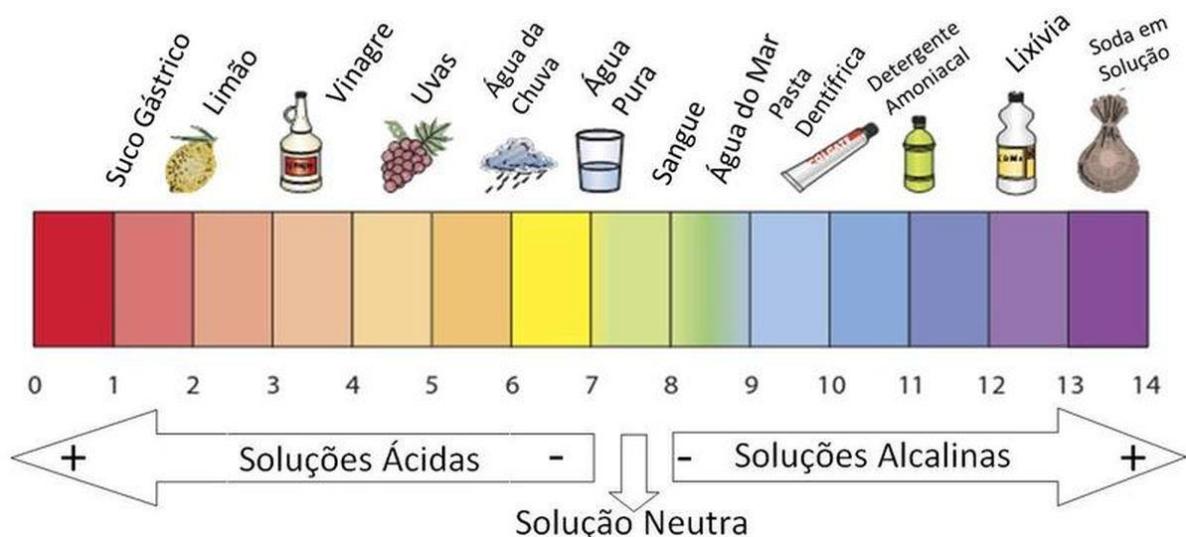


Para águas naturais, os valores de pH estão associados a sua origem, aquelas com pH muito baixo são consideradas corrosivas, enquanto que aquelas com pH elevado são consideradas incrustantes podendo causar problemas nas tubulações industriais ou domésticas, caso o pH não seja adequadamente corrigido.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que os valores de pH da água potável sejam mantidos na faixa de 6,0 a 9,5 (FUNASA, 2013). Nas estações de tratamento de água o pH é medido e ajustado sempre que necessário para que o seu valor esteja em uma escala adequada para que a reação de floculação seja eficiente, ou seja entre 5,0 e 6,5.

No cotidiano, o pH pode ser ilustrado com dados em alimentos e produtos de higiene pessoal, como mostra a Fig 9. Na escala de menor pH, temos o suco gástrico, com pH em torno de 1,0 e no outro extremo, a solução de soda cáustica, que é muito utilizada para o desentupimento de tubulações domésticas. Exemplos de alimentos com pH ácido são o limão (devido a presença de ácido cítrico no suco) e o vinagre (que contém ácido acético como principal constituinte). Já a pasta dental, apresenta pH maior que 7, assim como o sangue e a água do mar.

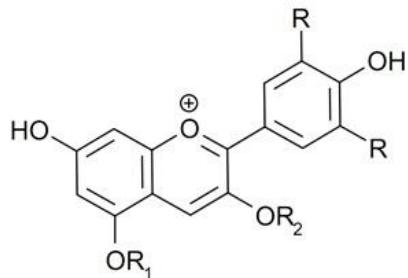
Figura 8 – Associação entre escala de pH e alguns materiais utilizados no cotidiano.



Fonte: https://profes.com.br/Solange_G._L._Fonseca/blog/ph-pontencial-hidrogenio-ionico, acesso em 30/06/2021

Soluções de certos legumes, podem ser utilizados como indicador de pH, como é o caso do repolho roxo. Vários textos são encontrados na literatura sobre o uso do repolho roxo como indicador de pH. Portanto, o objetivo aqui, é apenas relembrar qual a substância responsável pela mudança de cor. Neste caso, as antocianinas, fazem este papel. As antocianinas são derivadas de sais flavílicos, solúveis em água, que na natureza estão associados a moléculas de açúcar. Sua função é a proteção das plantas, suas flores e seus frutos contra a luz ultravioleta (UV) e evitam a produção de radicais livres. A estrutura química é dada na Fig 9.

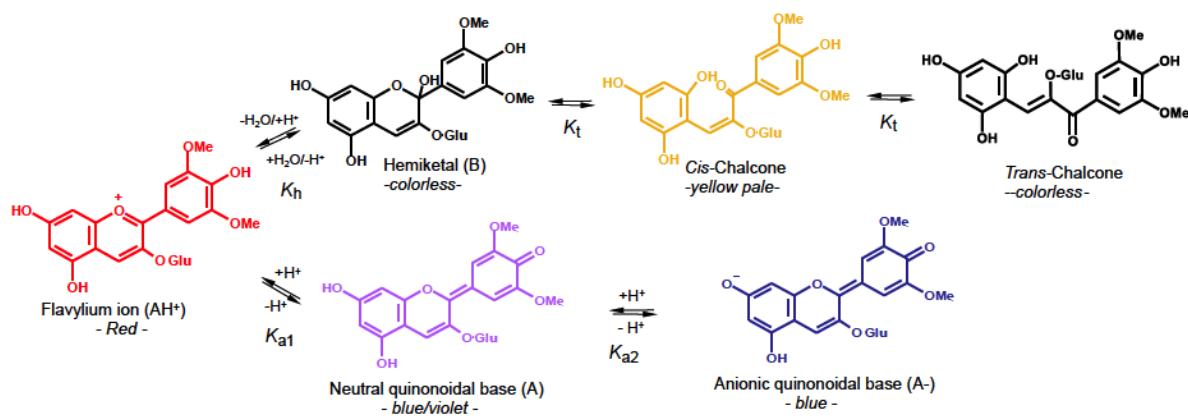
Figura 9 – Estrutura química básica das antocianinas. R, R₁ e R₂, variam de acordo com o tipo de antocianina.



Fonte: 11º Simpósio Brasileiro de Educação Química. Realizado em Teresina/PI, de 28 a 30 de Julho de 2013.

A mudança de cor, ocorre porque as antocianinas estão presentes em diferentes formas de equilíbrio dependendo do pH. Em meio ácido ($\text{pH} < 3$) a forma predominante é catiônica cor vermelha, em pH próximo de 7, a forma predominante é o hemiacetal incolor. Em pH maior, começam a aparecer as formas púrpura e azul (bases), (PINA et al., 2011; BROUILLARD; DUBOIS, 1977; FREITAS, 2019).

Figura 10 – Representação da estrutura química de uma antocianina, em função da variação do pH e foto com as variações de cor, possíveis de serem obtidas a partir do extrato de repolho roxo em diferentes valores de pH.



Fonte: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>

As cores observadas, estão relacionadas às transições eletrônicas das moléculas, que por sua vez estão relacionadas a estrutura química. Para maiores detalhes deste assunto sugere-se consultar: *Fundamentos de química analítica*, 9 junho 2014, Edição Português, Douglas Skoog, Donald West, James Holler, Stanley Crouch.

4.1. Sugestão de Plano Experimental

EXPERIMENTO 3: Determinação do pH

Objetivo

Construir uma escala de pH utilizando repolho roxo.

Materiais

- Becker de 50 mL;
- Proveta de 100 mL;
- Bastão de vidro;
- Tubos de ensaio;
- Estante para tubos de ensaio;
- Pipetas;
- Etiquetas ou caneta para escrever em vidro.

Reagentes

- Extrato de repolho roxo
- Fenoltaleína
- Indicador universal
- Água destilada
- Água de torneira
- Água do ponto de captação da rede de abastecimento
- Leite de magnésia
- Leite
- Vinagre branco
- Sabão em barra
- Detergente

Procedimento

1. Cortar meio repolho roxo de tamanho médio em pedaços pequenos, colocar em uma panela, cobrir com água destilada e deixar ferver até que reste apenas a metade do volume inicial. Deixar a solução de repolho roxo esfriar, coar o conteúdo da panela e passar para um frasco para estocar soluções.

OBS: O extrato de repolho roxo pode ser conservado em geladeira por alguns dias.

2. Etiquetar os tubos de ensaio com as substâncias que serão testadas, com o auxílio de uma proveta, colocar o extrato de repolho roxo até a metade de cada um dos 8 tubos.
3. Transferir para os tubos de ensaio, de acordo com as etiquetas, 5 mLs das seguintes substâncias: água destilada, água de torneira, água do ponto de captação da CORSAN, leite de magnésia, leite, vinagre branco, solução de sabão em barra.

OBS: Para os testes com sabão em barra, deve-se dissolver algumas raspas em um Becker com um pouco de água destilada.

4. Agite levemente cada um dos tubos de ensaio, observe as cores das soluções formadas e anote no quadro abaixo.
5. Comparar a cor obtida com as cores dos tubos de ensaio da Figura 10. Anotar o número correspondente ao pH no quadro abaixo e escrever nas etiquetas o pH correspondente.

Indicador	Tubo 1 Água destilada	Tubo 2 Água de torneira	Tubo 3 Água do ponto de captação	Tubo 4 Leite de magnésia	Tubo 5 Leite	Tubo 6 Vinagre branco	Tubo 7 Sabão em barra	Tubo 8 Detergente
Extrato de repolho roxo								
pH do Extrato de repolho roxo								

Sugestão de Discussão

Esta sugestão, cada professor deverá avaliar se poderá realizar com a sua classe. Apresentar a estrutura química da antocianina em pH ácido, neutro e alcalino. Escolher uma de cada. Identificar as funções orgânicas que estão presentes na molécula. Mostrar a diferença nas estruturas químicas.

➤ ATIVIDADES DE CAMPO PROPOSTAS

✓ Atividades realizadas e sugeridas para o tema Lixo Doméstico

- Distribuição de questionário em diferentes bairros da cidade, com questões que abordaram o conhecimento da população em relação aos diferentes tipos de lixo e dias da coleta seletiva.
- A partir do levantamento dos dados do questionário, elaboração de gráficos para cada uma das respostas obtidas em cada questão.
- Aplicação de questionário na Secretaria de Meio Ambiente do Município referente ao destino dado ao lixo após o seu recolhimento nas vias públicas.
- Confecção de folders com orientações sobre a classificação dos diferentes tipos de lixo, descarte adequado e dias de coleta;
- Visita técnica a uma fábrica de sacos de lixo;
- Divulgação de Campanha de recolhimento dos REEE na emissora de rádio e ápice da mesma na Feira do Conhecimento da Escola (recolhimento por empresa de coleta);
- Exposição de artesanato e objetos oriundos de lixo reciclável na Feira do Conhecimento;

✓ Atividades realizadas e sugeridas para o tema Elementos Terras Raras

- Aula com utilização de Tabela Periódica Interativa com destaque para o estudo dos Elementos Terras Raras;
- Retirada de ímas de neodímio dos discos rígidos de HDs que foram descartados no REEE e exposição deles na Feira do Conhecimento;
- Montagem de brinquedos a partir de REEE. (Robótica).

✓ Atividades realizadas e sugeridas para o tema Água Potável

- Visita técnica até a Estação de Tratamento de Água (ETA) da Corsan e até o ponto de captação da água.
- Construção de uma miniestação de tratamento de água pelos estudantes.

➤ Temática: Lixo Doméstico

- ✓ Aplicação de questionário nos Bairros da cidade.
- *Descrição da atividade desenvolvida pelos alunos na Oficina de Ciências da Natureza*

Em um dos encontros realizado no início da oficina, os professores da área de Ciências da Natureza, juntamente com os estudantes, discutiram a possibilidade de elaborar e aplicar um questionário em algumas residências aleatórias nos diferentes bairros do município. A intencionalidade da atividade foi a de verificar na prática, se de fato o entendimento e a separação dos resíduos ocorriam de forma adequada e consideravam princípios da sustentabilidade.

Devidamente identificados com crachá, contendo o nome da escola, da oficina e do aluno, as duplas foram orientadas a aplicar o questionário no bairro em que residiam. Depois dos questionários sobre a Coleta do Lixo no Município terem sido aplicados, os estudantes reuniram-se em uma sala de aula e fizeram o levantamento das respostas para cada uma das questões aplicadas.

A partir deste levantamento os estudantes construíram gráficos de diferentes formas, com a porcentagem correspondente a cada resposta afirmativa ou negativa. Essa atividade contribuiu para o entendimento da situação real quanto ao processo de coleta do lixo realizada no município.

O questionário a seguir, juntamente com o levantamento dos dados obtidos, da confecção dos gráficos e das sugestões da população, contribuíram na organização das demais atividades da temática Lixo Doméstico, no decorrer da oficina.

Questionário Coleta do Lixo no Município

- 1) O (A) senhor (a) tem o hábito de separar o lixo nos recipientes adequados para cada tipo?
 Sim Não
- 2) O (A) senhor (a) tem clareza do que vem a ser lixo orgânico, inorgânico e eletrônico?
 Sim Não
- 3) O (A) senhor (a) sabe os dias destinados a coleta de cada tipo de lixo?
 Sim Não
- 4) O (A) senhor (a) sabe para onde a empresa de coleta do lixo, leva o mesmo após recolhê-lo?
 Sim Não

5) O (A) senhor (a) considera necessário que se façam campanhas com certa periodicidade, de conscientização para uma maior eficiência na separação do lixo?

Sim Não

SUGESTÕES:

- #### ✓ Levantamento dos dados obtidos:

Total de participantes da pesquisa: 57

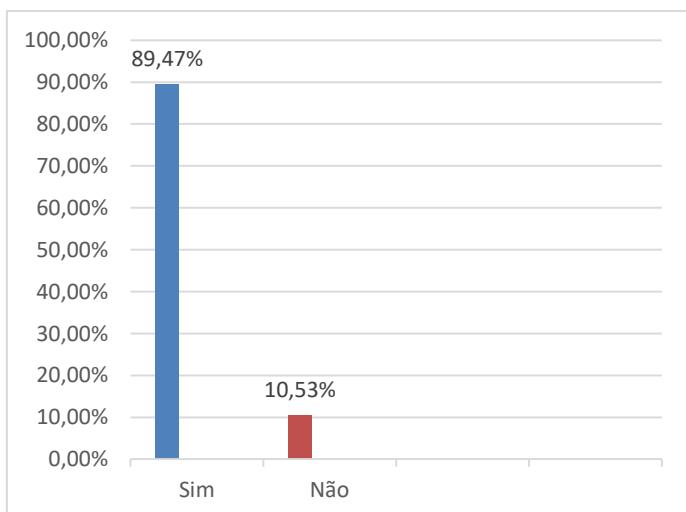
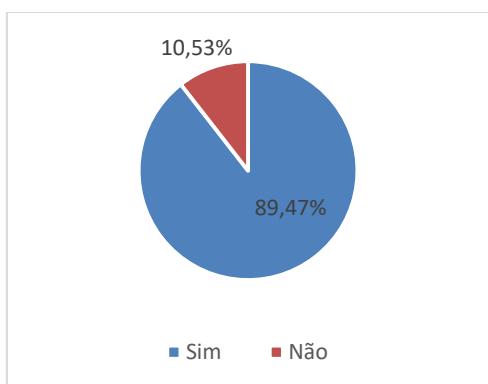
Respostas:

1) O (A) senhor (a) tem o hábito de separar o lixo nos recipientes adequados para cada tipo?

(51) Sim

(06) Não

(00) Não respondeu

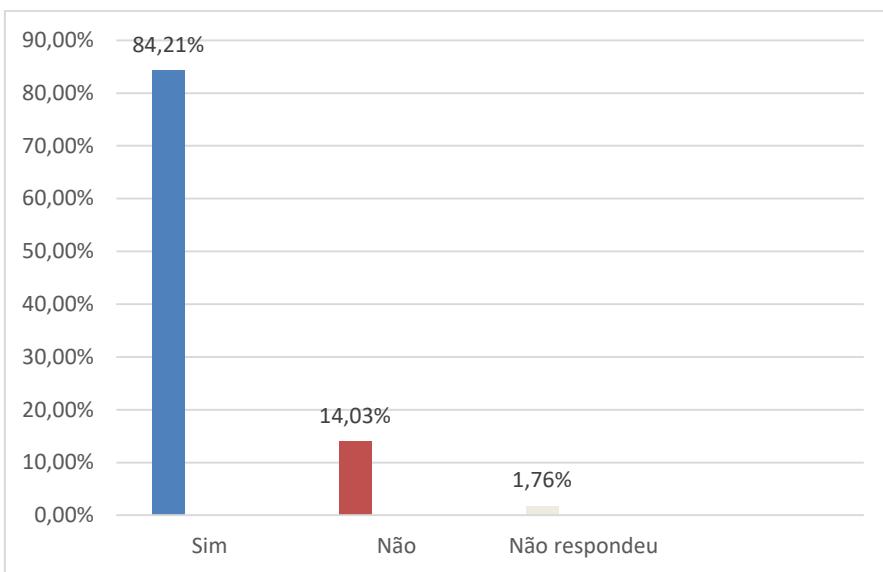
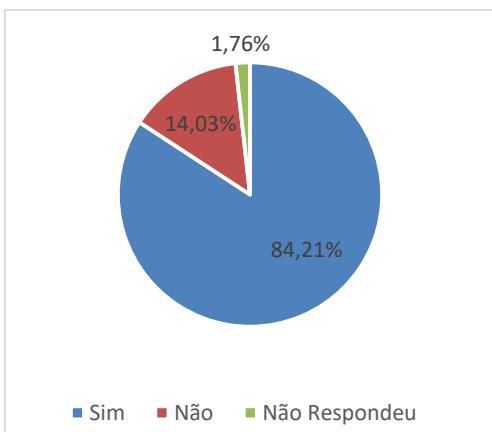


2) O (A) senhor (a) tem clareza do que vem a ser lixo orgânico, inorgânico e eletrônico?

(48) Sim

(08) Não

(01) Não respondeu

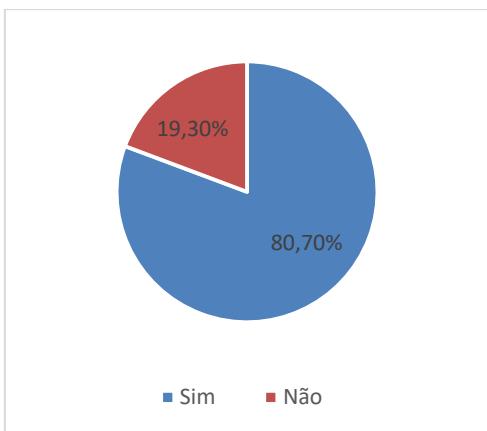


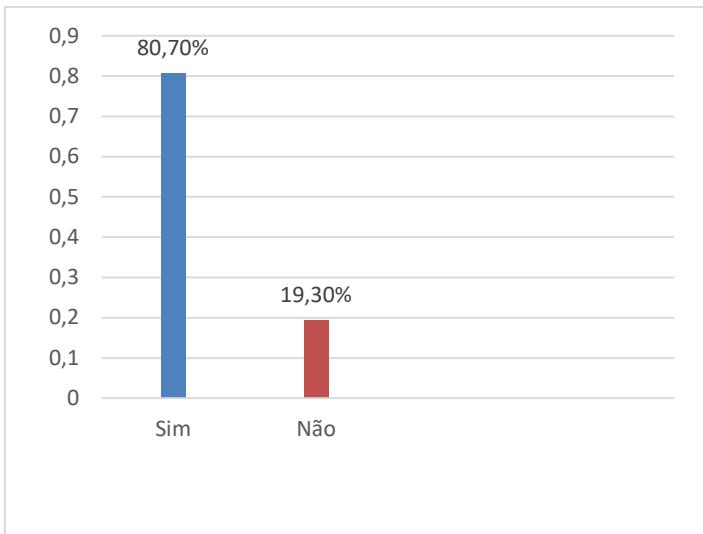
3) O (A) senhor (a) sabe os dias destinados a coleta de cada tipo de lixo?

(46) Sim

(11) Não

(00) Não respondeu



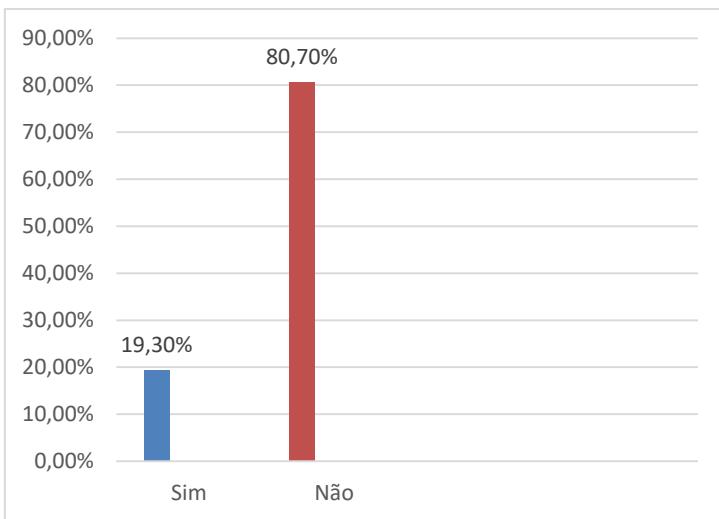
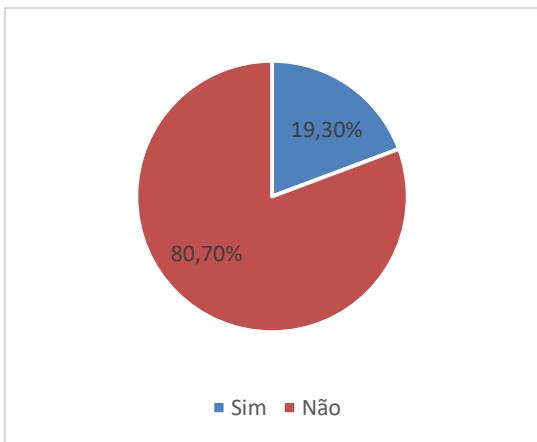


4) O (A) senhor (a) sabe para onde a empresa de coleta de lixo, leva o mesmo após recolhê-lo?

(11) Sim

(46) Não

(00) Não respondeu

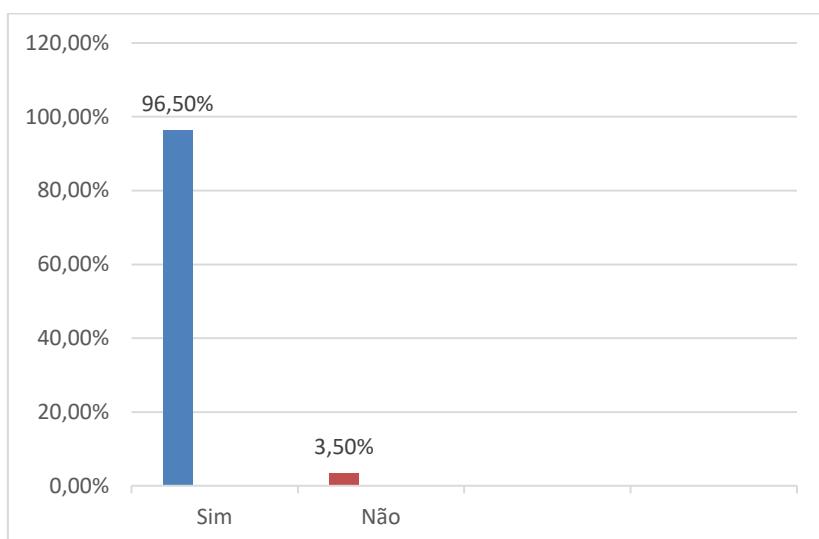
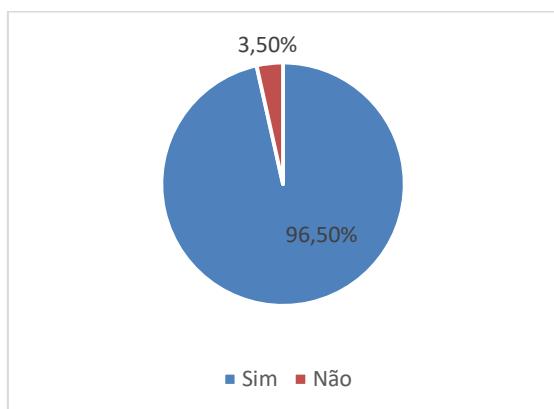


5) O (A) senhor (a) considera necessário que se façam campanhas com certa periodicidade, de conscientização para uma maior eficiência na separação do lixo?

(55) Sim

(02) Não

(00) Não respondeu



SUGESTÕES:

- ✓ Lixeiras espalhadas – Não tem.
- ✓ Botar mais lixeiras.
- ✓ Folders e irem em escolas.
- ✓ Anúncios.
- ✓ Todas as pessoas deveriam ter em seus quintais um local próprio para cada cor, restos de frutas, comidas e cascas para fazer adubo para suas flores e plantas.
- ✓ Usar os meios de comunicação do município para conscientização das pessoas (poder público).
- ✓ Fiscais para o lixo.
- ✓ Continuar as campanhas.
- ✓ Maior divulgação sobre a correta separação do lixo com programas educativos.
- ✓ Realizar campanhas ou panfletos.
- ✓ Continuar fazendo campanhas para que separem sempre o lixo.
- ✓ Todos separem o lixo.
- ✓ Que comece desde casa essa conscientização, não só na escola.
- ✓ Incentivar a coleta desde o começo, para as crianças.
- ✓ Falta a conscientização do povo.
- ✓ Passar por mais lugares.
- ✓ Recolher mais frequentemente o lixo, galhos, etc.

- ✓ Colocar mais pessoas para realizar a coleta, principalmente de galhos de árvores.
Fazer reuniões para explicar sobre lixo e o que se pode fazer como compostagem.
- ✓ Separar melhor o lixo, entregar folhetos, não largar lixo em lugares errados.
- ✓ Cabe de cada um se conscientizar.
- ✓ Tem que melhorar.
- ✓ Tem que melhorar.
- ✓ Nada a declarar.
- ✓ Está bom assim.
- ✓ Tá bom assim.
- ✓ O trabalho é bom.
- ✓ Deve ser feito sim.
- ✓ Ok.

Não deram sugestões (29)

Questionário Secretaria de Meio Ambiente do Município.

Respostas:

1) Com relação ao lixo que é recolhido na cidade, para onde o mesmo é levado?

R: Para a Cooperclila, aterro para lixo orgânico e o lixo reciclável é posto em uma estação de reciclagem.

2) A coleta de lixo é feita na zona rural? De que forma?

R: Uma vez por mês nas terças e quintas, por divisão de comunidades.

3) O trabalho prestado pela empresa que recolhe o lixo é satisfatório? Se não, o que poderia ser melhorado?

R: Sim.

4) A comunidade colabora com a coleta seletiva do lixo?

R: Poderia colaborar mais, pois muitos ainda não separam o lixo.

5) Em determinado período fazia-se o recolhimento do óleo de cozinha. Qual o motivo dessa prática não ser mais realizada?

R: Está sendo realizada todos os dias com o depósito na secretaria.

6) De quanto em quanto tempo é feita a coleta do Lixo Eletrônico e para onde é levado?

R: Uma vez por ano e é levado para Passo Fundo.

7) Como ficou a situação do lixão (ou compostagem) na cidade de Estação?

R: Foi fechado, tentativa de recuperá-lo, ele é monitorado. Semanalmente é feito um controle do chorume por uma empresa de tratamento de água.

8) A prefeitura realiza campanhas de conscientização para a separação adequada do lixo e dias corretos de coleta para cada um deles?

R: Foi feita duas vezes ano passado, tem uma campanha prevista para agosto.

5. REFERÊNCIAS

- BROUILLARD, R.; DUBOIS, J. E. **Mechanism of structural transformations of anthocyanins in acidic media.** Journal of the American Chemical Society. v. 99, n. 5, p. 1359-1364, mar. 1977. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja00447a012>. Acesso em: jul. 2021.
- FREITAS, V. O mundo colorido das antocianinas. **Rev. Ciência Elem.**, v.7, n.2, p.1-6, jun. 2019. DOI <http://doi.org/10.24927/rce2019.017>. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/017/>. Acesso em: jun. 2021.
- PINA, Fernando *et al.* **Chemistry and applications of flavylium compounds:** a handful of colours. Chem. Soc. Rev., v.41, p.869–908, 2012. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2012/cs/c1cs15126f>. Acesso: julho 2021.