 <p>Escola Técnica Estadual TIQUATIRA</p>	<p>Componente Curricular: Tecnologia dos Processos industriais</p> <p>Prof. Barbosa 4º Módulo de Química Procedimento de Prática Experimental</p>	<p>Competências Selecionar e analisar métodos físico-químicos de análise de matéria prima e produtos acabados. Selecionar e utilizar métodos e técnicas de gerenciamento de laboratórios do setor químico. Realizar análises de custo e perda.</p>
--	--	---

1 - INTRODUÇÃO

Uma reação com formação de precipitado pode ser utilizada para titulação, desde que se processe com velocidade adequada, que seja quantitativa e que haja um modo de determinar o momento em que o ponto de equivalência foi alcançado. Estes métodos são conhecidos por volumetria de precipitação. Os processos mais importantes na análise titrimétrica de precipitação utilizam o nitrato de prata como reagente (processos argentimétricos).

Pela portaria N.º 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, o padrão de aceitação de consumo humano de cloreto na água é de 250 mg/L. De acordo com a portaria, toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer a este padrão.


Soro fisiológico é uma solução isotônica em relação aos líquidos corporais que contem 0,9%, em massa, de NaCl em água destilada, ou seja, cada 100mL da solução aquosa contém 0,9 gramas do sal. A presença do sal faz com que a solução apresente, normalmente, pH=7. Devido às suas características é utilizado em várias situações. É utilizado em medicina em pessoas que apresentam sintomas diversos, como gripes, respostas alérgicas, limpeza de ferimentos externos e desidratação. Em laboratórios pode ser utilizado como meio de soluções, por exemplo, quando se pretende preparar uma solução para observar ao microscópio.

O sal de cozinha é uma mistura de alguns sais: NaCl (cloreto de sódio - o constituinte principal, acima de 99%), KI (iodeto de potássio - responsável pela presença de iodo no sal), ferrocianeto de sódio e alumínio silicato de sódio (responsáveis pela diminuição da umidade do produto, evita que o sal empedre). O sal de cozinha quando dissolvido em água, forma uma solução turva, que é decorrente da não solubilidade destes anti-umectantes em água.

Para verificar a presença e a concentração de cloretos em algum material é usado o método Mohr. Neste método, os cloretos são titulados usando-se uma solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3) usando como indicador o cromato de potássio. O final da reação produz um precipitado marron-avermelhado de cromato de prata (Ag_2CrO_4), que pode ser quantificado. Pelo processo estequiométrico é determinado a concentração de cloretos.

O Cromato de potássio (K_2CrO_4) é um indicador químico de cor amarela. É um sal de potássio cuja massa molar e de 194.21 g/mol. É um produto bastante tóxico podendo causar câncer por inalação.

O nitrato de prata é um sal inorgânico, sólido à temperatura ambiente, de coloração esbranquiçada e sensível à luz. É venenoso e forte agente oxidante, a ponto de causar queimaduras por contato direto, e irritação por inalação ou contato com a pele, mucosas ou olhos. É bastante solúvel em água, formando soluções incolores. Por ser forte oxidante, pode inflamar materiais combustíveis, e é explosivo quando misturado com materiais orgânicos ou outros materiais também oxidantes. A temperaturas elevadas, pode decompor-se com emissão de gases tóxicos.

 <p>Escola Técnica Estadual TIQUATIRA</p>	<p>Componente Curricular: Tecnologia dos Processos industriais</p> <p>Prof. Barbosa 4º Módulo de Química Procedimento de Prática Experimental</p>	<p>Competências Selecionar e analisar métodos físico-químicos de análise de matéria prima e produtos acabados. Selecionar e utilizar métodos e técnicas de gerenciamento de laboratórios do setor químico. Realizar análises de custo e perda.</p>
--	--	---

2 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS E REAGENTES

- Água da torneira
- Água destilada
- Balança analítica
- Balão volumétrico de 100mL
- Becker
- Bureta de 25mL
- Erlenmeyer
- Pipeta graduada
- Pisseta
- Proveta
- Sal de cozinha
- Solução 0,1M de nitrato de prata
- Solução de cromato de potássio
- Soro fisiológico

PARTE EXPERIMENTAL

Para realização do experimento, se fez necessário o uso de uma solução 0,1M de nitrato de prata (AgNO_3). Esta solução já estava devidamente preparada e padronizada na ocasião da aula experimental.


A experiência consistiu de três etapas: na primeira, determinou-se o teor de cloreto numa amostra de água da torneira; na segunda, determinou-se o teor de NaCl em soro fisiológico; e na terceira etapa, determinou-se a pureza do sal de cozinha, em porcentagem de NaCl.

Para a primeira etapa, mediu-se 100mL, exatamente, de água de torneira, à qual adicionou-se 5 gotas de indicador cromato de potássio. A solução adquiriu coloração amarelada típica das soluções de cromato de potássio. A seguir, a solução foi titulada com nitrato de prata 0,1M até a coloração variar de amarelo para castanho.

Na determinação do teor de NaCl em soro fisiológico, mediu-se 5mL de soro com a ajuda de uma pipeta e transferiu-se para um erlenmeyer, onde adicionou-se três gotas do indicador cromato de potássio e procedeu-se a titulação com a solução de nitrato de prata 0,1M.

Para se determinar a pureza do sal de cozinha, preparou-se 100mL de solução utilizando 500mg do sal disponibilizado pelo laboratório. Utilizou-se 5 mL desta solução, a qual juntou-se duas gotas do indicador cromato de potássio e em seguida procedeu-se a titulação.

Em todos os três casos, o procedimento foi realizado duas vezes.

 <p>Escola Técnica Estadual TIQUATIRA</p>	<p>Componente Curricular: Tecnologia dos Processos industriais</p> <p>Prof. Barbosa 4º Módulo de Química Procedimento de Prática Experimental</p>	<p>Competências Selecionar e analisar métodos físico-químicos de análise de matéria prima e produtos acabados. Selecionar e utilizar métodos e técnicas de gerenciamento de laboratórios do setor químico. Realizar análises de custo e perda.</p>
--	--	---

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na determinação de cloreto em água potável, foram utilizados na titulação 0,9 e 0,7mL de solução de $AgNO_3$, obtendo-se uma média de 0,8mL desta solução. Considerando-se a reação: $AgNO_3_{aq} + Cl^-_{aq} \rightarrow AgCl \downarrow + NO_3^-_{aq}$, na qual um mol de cloreto reage com um mol de nitrato de prata, podemos escrever que:

$$n_{Cl^-} = n_{AgNO_3}$$

$$\frac{C_{Cl^-} \cdot V_{amostra}}{MM_{Cl^-}} = M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \Rightarrow C_{Cl^-} = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot MM_{Cl^-}}{V_{amostra}}$$

$$C_{Cl^-} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,8 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 35,453 \text{ g/mol}}{100 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0,0283624 \text{ g/L}$$

$$C_{Cl^-} = 28,4 \text{ ppm}$$

Na determinação do teor de NaCl em soro fisiológico, obteve-se um gasto de 8,5 e 8,6mL da solução de nitrato de prata, obtendo-se uma média de 8,55mL. Foi utilizada a solução fisiológica com marca própria da Drograria Globo - Guararapes na qual seu rótulo indica teor de NaCl 0,9%, lote 08082215, fabricação em 08/08 e validade até 08/10. Efetuando-se os cálculos, obtemos:

$$n_{NaCl} = n_{AgNO_3}$$

$$\frac{C_{NaCl} \cdot V_{amostra}}{MM_{NaCl}} = M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \Rightarrow C_{NaCl} = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot MM_{NaCl}}{V_{amostra}}$$

$$C_{NaCl} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 8,55 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 58,442 \text{ g/mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 9,993582 \text{ g/L} = 0,009993582 \text{ g/mL}$$

$$C_{NaCl} = 0,999\%$$

O erro obtido entre o valor experimental e o valor teórico foi:

$$\text{erro}_{\%} = \frac{|\% \text{experimental} - \% \text{teórica}|}{\% \text{teórica}} \times 100 = \frac{|0,999 - 0,9|}{0,9} \times 100 = 11,0398\%$$

Na determinação do teor de pureza do sal de cozinha, foram gastos 4,2 e 4,1mL de solução de nitrato de prata, sendo a média de 4,15mL. O sal utilizado neste experimento foi o sal comum, moído e iodado, tipo 1, marca Nevado, lote 5079 e de validade 31/08/08. Os resultados trabalhados são:

$$n_{NaCl} = n_{AgNO_3}$$

$$\frac{C_{NaCl} \cdot V_{amostra}}{MM_{NaCl}} = M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \Rightarrow C_{NaCl} = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot MM_{NaCl}}{V_{amostra}}$$


$$C_{NaCl} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 4,15 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 58,442 \text{ g/mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 4,850686 \text{ g/L}$$

Como esta concentração se refere à solução, podemos calcular a massa de cloreto de sódio que foi utilizada para preparar a solução:

$$C = \frac{m_1}{V} \Rightarrow m_{NaCl} = C_{NaCl} \cdot V_{solução} = 4,850686 \text{ g/L} \cdot 100 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,4850686 \text{ g}$$

$$m_{NaCl} = 485,0686 \text{ mg}$$

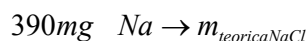
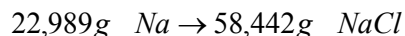
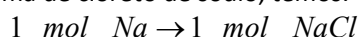
Esta massa de NaCl foi obtida da pesagem de 516mg de sal de cozinha. Logo, podemos calcular a porcentagem de pureza deste sal:

 <p>Escola Técnica Estadual TIQUATIRA</p>	<p>Componente Curricular: Tecnologia dos Processos industriais</p> <p>Prof. Barbosa 4º Módulo de Química Procedimento de Prática Experimental</p>	<p>Competências Selecionar e analisar métodos físico-químicos de análise de matéria prima e produtos acabados. Selecionar e utilizar métodos e técnicas de gerenciamento de laboratórios do setor químico. Realizar análises de custo e perda.</p>
--	--	---

$$\%_{\text{pureza}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{total}}} \times 100 = \frac{485,0686\text{mg}}{516\text{mg}} \times 100 = 0,9401 \times 100$$

$$\%_{\text{pureza}} = 94,01\%$$

O rótulo deste sal indica que cada 1000mg de sal contém 390mg de sódio. Considerando que este sódio está totalmente presente sob a forma de cloreto de sódio, temos:



$$m_{\text{teóricaNaCl}} = \frac{58,442 \cdot 390}{22,989} = 991,447\text{mg}$$

Logo, a porcentagem teórica de pureza do sal será:

$$\%_{\text{teóricapureza}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{total}}} \times 100 = \frac{991,447\text{mg}}{1000\text{mg}} \times 100 = 0,9914 \times 100$$

$$\%_{\text{teóricapureza}} = 99,14\%$$

4 – CONCLUSÃO

Com o exercício, em laboratório, da técnica de titrimetria de precipitação, pode-se concluir que os conhecimentos acerca deste assunto estão mais apurados entre os participantes desta prática. O processo desenvolvido propiciou aos alunos uma fundamentação teórica mais concisa sobre o processo de titulação de precipitação e técnica de Mohr. Os resultados experimentais obtidos se aproximaram significativamente dos resultados teóricos esperados, possuindo uma pequena margem de erro causada, dentre outros fatores, pelo grau de pureza dos reagentes, pela validade dos materiais trabalhados, pela precisão das medidas efetuadas e pela diferença entre o ponto de equivalência e o ponto final da titulação, fator este muito significativo no processo de análise volumétrica de precipitação.

5 – PRÉ-LABORATÓRIO

1. Em que consiste a volumetria de precipitação?

Volumetria de precipitação é o método no qual se utiliza de materiais que reagem entre si e formam duas fases uma líquida e outra um precipitado, com isso é possível determinar quantitativamente o produto da reação.


2. Descreva de forma sucinta o método de Mohr.

Este método baseia-se em titular o nitrato de prata com solução-padrão de cloreto de sódio 0,1N (padrão primário), usando solução de cromato de potássio como indicador. Quando todos os íons Ag^+ tiverem se depositado sob a forma de AgCl , haverá a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) de coloração marrom-avermelhada.

6 – PÓS-LABORATÓRIO

1. Em relação à prática “determinação do teor de cloreto em água potável”, calcule o teor de cloreto expressando o resultado em PPM e g/ 100 mL.

Na determinação de cloreto em água potável, foram utilizados na titulação 0,9 e 0,7mL de solução de AgNO_3 , obtendo-se uma média de 0,8mL desta solução. Considerando-se a reação:

 <p>Escola Técnica Estadual TIQUATIRA</p>	<p>Componente Curricular: Tecnologia dos Processos industriais</p> <p>Prof. Barbosa 4º Módulo de Química Procedimento de Prática Experimental</p>	<p>Competências Selecionar e analisar métodos físico-químicos de análise de matéria prima e produtos acabados. Selecionar e utilizar métodos e técnicas de gerenciamento de laboratórios do setor químico. Realizar análises de custo e perda.</p>
--	--	---

$AgNO_{3aq} + Cl^{-aq} \rightarrow AgCl \downarrow + NO_3^{-aq}$, na qual um mol de cloreto reage com um mol de nitrato de prata, podemos escrever que:

$$n_{Cl^{-}} = n_{AgNO_3}$$

$$\frac{C_{Cl^{-}} \cdot V_{amostra}}{MM_{Cl^{-}}} = M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \Rightarrow C_{Cl^{-}} = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot MM_{Cl^{-}}}{V_{amostra}}$$

$$C_{Cl^{-}} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,8 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 35,453 \text{ g/mol}}{100 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0,0283624 \text{ g/L}$$

$$C_{Cl^{-}} = 2,83624 \times 10^{-3} \text{ g/100mL}$$

$$C_{Cl^{-}} = 28,4 \text{ ppm}$$

2. Em relação à prática “determinação do teor de NaCl em soro fisiológico”, calcule o teor de NaCl na preparação farmacêutica utilizando para isso a média dos volumes gastos, e compare com o valor indicado no rótulo.

Na determinação do teor de NaCl em soro fisiológico, obteve-se um gasto de 8,5 e 8,6mL da solução de nitrato de prata, obtendo-se uma média de 8,55mL. No rótulo, indica-se teor de NaCl 0,9%. Efetuando-se os cálculos, obtemos:

$$n_{NaCl} = n_{AgNO_3}$$

$$\frac{C_{NaCl} \cdot V_{amostra}}{MM_{NaCl}} = M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \Rightarrow C_{NaCl} = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot MM_{NaCl}}{V_{amostra}}$$

$$C_{NaCl} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 8,55 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 58,442 \text{ g/mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 9,993582 \text{ g/L} = 0,009993582 \text{ g/mL}$$

$$C_{NaCl} = 0,9999\%$$

O erro obtido entre o valor experimental e o valor teórico foi:

$$\text{erro}_{\%} = \frac{|\% \text{experimental} - \% \text{teórica}|}{\% \text{teórica}} \times 100 = \frac{|0,999 - 0,9|}{0,9} \times 100 = 11,0398\%$$

3. Em relação a prática determinação da pureza do sal de cozinha (% de NaCl), calcule o percentual de NaCl na amostra.


Na determinação do teor de pureza do sal de cozinha, foram gastos 4,2 e 4,1mL de solução de nitrato de prata, sendo a média de 4,15mL. Os resultados trabalhados são:

$$n_{NaCl} = n_{AgNO_3}$$

$$\frac{C_{NaCl} \cdot V_{amostra}}{MM_{NaCl}} = M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \Rightarrow C_{NaCl} = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot MM_{NaCl}}{V_{amostra}}$$

$$C_{NaCl} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 4,15 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 58,442 \text{ g/mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 4,850686 \text{ g/L}$$

Como esta concentração se refere à solução, podemos calcular a massa de cloreto de sódio que foi utilizada para preparar a solução:

 <p>Escola Técnica Estadual TIQUATIRA</p>	<p>Componente Curricular: Tecnologia dos Processos industriais</p> <p>Prof. Barbosa 4º Módulo de Química Procedimento de Prática Experimental</p>	<p>Competências Selecionar e analisar métodos físico-químicos de análise de matéria prima e produtos acabados. Selecionar e utilizar métodos e técnicas de gerenciamento de laboratórios do setor químico. Realizar análises de custo e perda.</p>
--	--	---

$$C = \frac{m_1}{V} \Rightarrow m_{NaCl} = C_{NaCl} \cdot V_{solução} = 4,850686 \text{ g/L} \cdot 100 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,4850686 \text{ g}$$

$$m_{NaCl} = 485,0686 \text{ mg}$$

Esta massa de NaCl foi obtida da pesagem de 516mg de sal de cozinha. Logo, podemos calcular a porcentagem de pureza deste sal:

$$\%_{\text{pureza}} = \frac{m_{NaCl}}{m_{\text{total}}} \times 100 = \frac{485,0686 \text{ mg}}{516 \text{ mg}} \times 100 = 0,9401 \times 100$$

$$\%_{\text{pureza}} = 94,01\%$$

7 – BIBLIOGRAFIA

Todas as fontes de informações que não obtidas em laboratório, sala de aula ou de conhecimento prévio dos alunos estão listadas a seguir.

Livros:

- MENDHAM, J.; DENNEY, R.C.; BARNES, J.D.; THOMAS, M.J.K. Vogel-Análise química quantitativa, LTC Rio de Janeiro, 2002.

Internet:

- <http://br.geocities.com/chemicalnet/quantitativa/tiposde.htm>
- http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf
- http://fernandaguedes.weblog.com.pt/arquivo/2007/10/soro_fisiologic.html
- <http://www.quiprocura.net/sal.htm>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Cromato_de_pot%C3%A1ssio
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Nitrato_de_prata
- <http://br.geocities.com/chemicalnet/quantitativa/padmetmohr.htm>